

Cobalto, zaffera, smalto dall'antichità al XVIII secolo

Claudio Seccaroni - Jean-Pierre Haldi



COBALTO, ZAFFERA, SMALTO DALL'ANTICHITÀ AL XVIII SECOLO

Claudio Seccaroni, Jean-Pierre Haldi

2016 ENEA

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia
e lo sviluppo economico sostenibile

ISBN: 978-88-8286-341-8

Consulenza editoriale: Giuliano Ghisu

Progettazione grafica copertina: Flavio Miglietta

Stampa: Laboratorio Tecnografico ENEA - Frascati

Copertina: Piatto, Casteldurante, 1525-30, maiolica decorata a grottesche. Museo Internazionale delle Ceramiche in Faenza, inv. 24935.

PRESENTAZIONE

Il presente volume è frutto dell'integrazione di competenze diverse, quella scientifico-sperimentale di Claudio Seccaroni - da circa trent'anni ricercatore presso l'ENEA - e quella storica sul commercio e le vie di comunicazione di Jean-Pierre Haldi - già conservatore e direttore di musei in Svizzera. Nel caso specifico l'unione di tali competenze ha consentito di affrontare criticamente, a tutto campo, un argomento legato ad alcuni materiali della produzione artistica, in particolare i coloranti azzurri derivati dal cobalto, dall'origine delle materie prime alle tecnologie di produzione, all'impiego e al commercio.

Negli ultimi decenni la ricerca sui materiali della cultura artistica ha fatto grandi passi in avanti, soprattutto sul fronte analitico e strumentale. Da circa quarant'anni l'ENEA si è impegnata in questo settore, raggiungendo in alcuni campi risultati di eccellenza riconosciuti a livello internazionale. Uno di questi concerne l'analisi per fluorescenza x (XRF) applicata a dipinti di varia natura e manufatti vitrei o ceramici. Oggi che tutti i laboratori dedicati alla conservazione o all'archeometria sono dotati di sistemi XRF di nuova generazione si avverte con maggior urgenza la necessità di conoscenze integrate che aiutino a decodificare le informazioni analitiche. Questo genere di ricerca interdisciplinare consente di estrarre al meglio il contenuto informativo e di collocarlo nel corretto contesto storico, geografico e tecnologico. È questo ciò che hanno fatto gli autori in relazione ai coloranti a base di cobalto impiegati sin dall'antichità per ottenere gli azzurri nei vetri, sulle ceramiche e, successivamente, per realizzare pigmenti da impiegare nelle varie tecniche pittoriche e su supporti di varia natura.

Non deve quindi meravigliare che un tal testo, apparentemente non impregnato di sola cultura tecnologica, possa essere pubblicato dall'ENEA. L'Agenzia, infatti, e il Dipartimento che dirigo hanno a cuore l'integrazione delle conoscenze, di cui quest'opera è testimone concreto e significativo.

In particolare, partendo da studi pregressi effettuati impiegando l'analisi di fluorescenza a raggi x su vetri, rivestimenti policromi di ceramiche e porcellane e su dipinti, gli autori hanno scavato dietro all'apparenza dei risultati analitici, per cercare di comprendere cosa stava effettivamente dietro ai materiali individuati. Nel caso specifico, lo studio delle impurezze degli elementi chimici associati al cobalto ha dato impulso alla ricerca alla base di questo scritto. Le osservazioni e gli approfondimenti, dunque, sono nati a partire da analisi specifiche su mosaici, dipinti, manufatti vitrei e ceramici.

Il libro, con la vastità degli argomenti esposti, presentati con rigore, viene a definire un quadro generale di cui si sentiva la necessità, proprio a causa delle molte recenti e importanti scoperte effettuate anche da altri gruppi internazionali, che tuttavia erano sinora rimaste avulse da un inquadramento generale che desse loro il giusto contesto storico e geografico. All'esame critico dei risultati analitici sono stati affiancati un attento vaglio delle fonti documentarie antiche, la ricerca e il censimento dei siti ove potevano essere estratti i minerali impiegati, la disamina delle tecnologie produttive o di impiego, non lasciando scoperto nessun uso in campo artistico. Il testo è corredato da un ricco apparato iconografico, che si configura esso stesso come fonte di informazioni altrimenti impossibili da trasmettere al lettore, e da una bibliografia particolarmente vasta, che grazie alle competenze specifiche di uno degli autori, ha reso possibile il reperimento e l'attenta analisi di importantissime fonti storiche in lingua tedesca, molte delle quali ignote agli studi precedenti. Per il cobalto, infatti, la letteratura tedesca è risultata fondamentale, giacché i principali siti europei, in cui è possibile reperirlo, sono stati storicamente legati al mondo germanofono, anche se molti di essi oggi non lo sono più a causa dei cambiamenti politici degli ultimi 150 anni.

Questa pubblicazione quindi, che viene dopo il fondamentale *Giallorino, storia dei pigmenti gialli di natura sintetica* (2006), a firma di Claudio Seccaroni, incrocia sapientemente la storia della scienza e le molteplici applicazioni pratiche nella scienza dei materiali. È per questo che sono grato ai due autori, sicuro che il libro sarà utile a tutti coloro che si interessano alla cultura artistica materiale, ricercatori, delle discipline scientifiche o umanistiche, e restauratori fino a pittori e ceramisti.

Roberto Morabito

Direttore del Dipartimento ENEA
Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali

Ringraziamenti

Gli autori hanno un debito di riconoscenza verso tutti coloro che hanno incoraggiato e sostenuto la ricerca che ha consentito questa pubblicazione con informazioni, consigli e materiale fotografico. In particolare, sperando qualcuno di non aver lasciato fuori da questo elenco, si ringrazia sentitamente:

Gioacchino Barbera, Elisabetta Barbini, Barbara Berrie, Fausto Berti, Mariangela Betti, Claudio Casali, Diego Cauzzi, Rossella Cavigli, Roberto Ciarla, Marco Ciatti, Noelle Corboz, Paola D'Amore, Alessandra Dami, Silvia De Bortoli, Evelina De Castro, Fabio Frezzato, Gero Steffens, Elena Giacometti, Helen Glanville, Andrea Gori, Peter Günther, Ursula Hirter-Trüb, Michael Jung, Pieter Kempenaar, Nicola Lisi, Gabriella Manna, Valentina Mazzotti, Anna Mieli, Pietro Moioli, Franca Persia, Federico Pica, Massimiliano A. Polichetti, Cristina Quattrini, Mark Richter, Clodoaldo Roldan, Ashok Roy, St John Simpson, Gero Steffens, Ad Stijnman, Thomas Stöllner, Dale Tatro, Melinda Jane Tomerlin, Willeke Tyssen, Jeri Wagner.

Immagini

Quando nelle didascalie delle figure non viene specificato il credito fotografico, le immagini riprodotte derivano da fotografie degli autori o, nel caso di materiale grafico, è frutto della loro elaborazione.

Riferimenti web

Tutti i riferimenti ai siti internet citati nel testo sono stati verificati per l'ultima volta nel mese di settembre 2016.

INDICE

Introduzione	9
Capitolo 1	
Nomi associati ai minerali e ai prodotti a base di cobalto	11
1.1 Kyanos, sappheiros e caeruleus	11
1.2 Saphirum	12
1.3 Zaffera e termini equivalenti	12
1.4 Zafferano	15
1.5 Lazur-lazurum (azur-azurum)	17
1.6 Azzurro	19
1.7 Cobalto	20
1.8 Bismuto	23
1.9 Cadmia-Galmey	30
1.10 Smalto	31
Capitolo 2	
L'impiego di cobalto nell'antichità	33
2.1 Egitto e Mesopotamia	33
2.2 Europa protostorica	37
2.3 Bacino del Mediterraneo	39
2.4 Probabili testimonianze altomedievali in merito all'impiego di allumi cobaltiferi	41
Capitolo 3	
Esempi significativi ricavati dalle fonti	43
3.1 La <i>Schedula diversarum artium</i> di Teofilo	43
3.2 Suger e la <i>saphirorum materia</i>	44
3.3 La pietra giudaica di Jean d'Outremeuse	46
3.4 Azzurro, zaffera e smalto nei ricettari e nei trattati manoscritti	48
3.4.1 Il Manoscritto di Montpellier	48
3.4.2 I tre ricettari vetrari dell'Archivio di Stato di Firenze (ms. 797)	49
3.4.3 Il Manoscritto bolognese	49
3.4.4 Altre fonti manoscritte	52
3.5 La zaffera nei testi scientifici a stampa del XVI e XVII secolo	53
3.6 La zaffera nelle edizioni dell'Arte vetraria	57
Capitolo 4	
Impurezze ed elementi associati al cobalto	65
4.1 Alluminio e magnesio come indicatori dell'origine dalle oasi a ovest del Nilo	65
4.2 Associazione cobalto-argento	66
4.3 Nichel e 'zaffera nera'	69
4.4 Indio come indicatore dell'estrazione del cobalto dall'argento di Freiberg	74
4.5 Zinco come possibile indicatore di una provenienza extraeuropea	80
4.6 Presenza-assenza di arsenico	83
4.7 Bismuto	94
4.8 Manganese	97
4.9 Rame e ferro	99
4.10 Aggiunta di alcali	101
4.11 Uranio	102

Capitolo 5

Principali siti europei d'estrazione dei minerali di cobalto fino al 1800	103
5.1 Francia	108
5.1.1 Vosgi (Alsazia)	108
5.1.2 Altri giacimenti in Francia	111
5.2 Germania	114
5.2.1 Harz (Land attuali: Sassonia inferiore, Sassonia-Anhalt)	114
5.2.2 Erzgebirge sassone (Land attuale: Sassonia)	116
5.2.2.1 Freiberg	117
5.2.2.2 Neustädtel e Schneeberg	120
5.2.2.3 Altri giacimenti nell'Erzgebirge sassone	122
5.2.3 Foresta Nera/Schwarzwald (Land attuale: Baden-Württemberg)	123
5.2.4 Altri giacimenti in Germania	125
5.3 Antichi regni di Boemia e di Ungheria (in particolare nelle attuali Repubblica Ceca, Repubblica Slovacca e Romania [Banat])	126
5.3.1 Kuttenberg/Kutná Hora (Repubblica Ceca)	126
5.3.2 Joachimsthal/Jáchymov (Repubblica Ceca)	127
5.3.3 Altri giacimenti in Boemia, Ungheria e Romania	128
5.4 Bassa Slesia/Dolny Śląsk (Polonia)	130
5.5 Austria	131
5.6 Spagna	132
5.7 Norvegia, Svezia e Russia	134
5.8 Gran Bretagna	136
5.9 Svizzera	137
5.10 Italia	138
5.11 Bilancio provvisorio	140

Capitolo 6

Il cobalto nel mondo islamico	141
6.1 Il trattato Abū'l Qāsim	141
6.2 Qamṣār e altri siti iraniani in cui è stata localizzata la presenza di cobalto	145
6.3 Ulteriori testimonianze nelle fonti islamiche	153
6.4 Caratteristiche determinate dalle analisi dei manufatti	157
6.4.1 Ceramiche	157
6.4.2 Vetri	160
6.5 Accenni all'uso del cobalto nella Spagna mussulmana	162

Capitolo 7

Il cobalto nell'Estremo Oriente (Cina e Giappone)	163
7.1 Associazione del manganese al cobalto e occorrenza di cobalto in Cina	163
7.2 Denominazioni del pigmento e sue possibili origini	166
7.3 Periodi precedenti alla dinastia Tang	167
7.4 Dinastia Tang (618-907 d.C.)	168
7.5 Dinastie Liao (907-1124), Jin (1115-1234) e Song (960-1279)	169
7.6 Dinastia Yuan (1260-1368)	169
7.7 Dinastia Ming (1368-1644)	171
7.8 Testimonianze in merito all'uso e all'importazione del cobalto posteriori all'epoca Ming	175
7.9 L'azzurro di smalto sulla via della seta	180
7.10 Il cobalto in Giappone	183

Capitolo 8

La produzione di zaffera e smalto in Europa dal XVI al XVIII secolo	187
8.1 Lo smalto nelle Fiandre	187
8.1.1 Presupposti	187
8.1.2 La produzione ceramistica nelle Fiandre	189
8.1.3 La produzione vetraria nelle Fiandre	190
8.1.4 Bernard Swerts/Schwarz	191
8.2 La produzione di zaffera e smalto in Sassonia	193
8.2.1 Peter Weidenhammer	193
8.2.2 Christoph Schürer	195
8.3 Il processo produttivo nelle Blaufarbenwerke	198
8.3.1 La fabbricazione della zaffera	200
8.3.2 La fabbricazione dello smalto	200
8.4.1 Qualità e gradazioni di pigmento nel XVI e XVII secolo	205
8.4.2 Qualità e gradazioni di pigmento nel XVIII secolo	207
8.5 Le prime officine per la produzione dello smalto	213
8.5.1 Le Blaufarbenwerke nell'Erzgebirge sassone	215
8.5.2 Altre Blaufarbenwerke in Germania	219
8.6 Le Blaufarbenwerke in Boemia (Repubblica Ceca)	223
8.7 Le Blaufarbenwerke in Slesia (Polonia)	225
8.8 Le Blaufarbenwerke in Austria	226
8.9 Altre fabbriche di smalto in Europa	226
8.9.1 Olanda	226
8.9.2 Gran Bretagna	230
8.9.3 Francia	235
8.9.4 Norvegia e Svezia	237
8.9.5 Russia	237
8.9.6 Svizzera	238

Capitolo 9

Ricette associate all'impiego di zaffera, smalto e/o cobalto	239
9.1 Ricette per la purificazione della zaffera	239
9.2 Ricette per l'azzurro di smalto	244
9.3 Ricette per ceramiche e maioliche	246
9.4 Ricette per porcellana	248

Capitolo 10

Usi di zaffera e smalto estranei alle tecniche artistiche	255
10.1 Sbiancamento ottico di tessili e filati	255
10.1.1 Uso dello smalto durante la produzione di tessuti (in particolare lino)	256
10.1.2 Uso dello smalto per l'inamidatura	257
10.2 Sbiancamento ottico della carta	260
10.3 Sbiancamento ottico di altri materiali e differenti usi di zaffera e smalto	263

Capitolo 11	
Il commercio di zaffera e smalto in Europa	265
11.1 Introduzione	265
11.2.1 Considerazioni sul commercio dei coloranti a base di cobalto nel medioevo	266
11.2.2 Il Fondaco dei Tedeschi e le false piste dello zaffaranum	267
11.2.3 La zaffera e lo smalto nei documenti veneziani dei secoli XV e XVI	269
11.3 La zaffera nelle gabelle	270
11.4 Il commercio della zaffera e dello smalto con l'Oriente sino al XVIII secolo	272
11.5 Il commercio segreto di Wahlen e Venedigern	274
11.6 Lo sviluppo del commercio del cobalto dell'Erzgebirge	279
11.7 Il primato commerciale olandese nel XVIII secolo	281
11.8 Il commercio della zaffera e dello smalto negli altri paesi europei nel XVIII secolo	286
11.9.1 I prezzi all'ingrosso sulle piazze europee alla fine del XVIII secolo	288
11.9.2 I prezzi al dettaglio sulle piazze europee alla fine del XVIII secolo	292
Appendice Principali minerali di cobalto citati nel testo	295
Bibliografia	297

INTRODUZIONE

“Il est bien plus rationnel de penser que l’oxyde de cobalt était employé directement, mais que les artistes verriers, jaloux de conserver leurs secrets de fabrication, étaient peu soucieux de les divulguer et de redresser des erreurs qui ne pouvaient que donner du prix à leurs oeuvres”¹.

“Noch im 20. Jahrhundert stehen wir vor einer Fülle unlösbarer Rätsel, die die Kobaltfrage betreffen”².

“The sourcing of cobalt-rich colorants used in ancient glasses is still in its infancy”³.

Dalla fine del IX sino al XVIII secolo l’azzurro acquista man mano un ruolo di preminenza nella gerarchia dei colori; in questa evoluzione uno dei momenti essenziali coincide col XIII secolo, durante il quale tale sviluppo subisce una fase di accelerazione⁴. A questo mutamento del gusto, che porta l’azzurro a essere il colore più apprezzato in Occidente, corrisponde un arricchimento dei materiali per ottenere le varie tonalità nelle differenti tecniche artistiche. In questo panorama l’uso del cobalto come colorante per smalti, vetri e invetriature per ceramiche riveste una sempre maggiore rilevanza.

Finalità di questo studio è il punto delle conoscenze in merito alle possibili fonti di approvvigionamento e all’impiego dei composti contenenti cobalto. Sulla base delle testimonianze scritte e dei risultati delle analisi condotte su manufatti abbiamo cercato di mettere a fuoco le tecnologie associate all’estrazione, al trattamento, allo smercio e all’uso dei prodotti coloranti a base di cobalto.

Gli estremi cronologici di riferimento della nostra ricerca vanno dall’antichità sino alla fine del XVIII secolo. Per quanto attiene all’ambito geografico il campo d’interesse, pur essendo concentrato sull’Europa, è stato esteso all’Oriente, poiché è unanimemente riconosciuto il ruolo che per tutto il medioevo tale area ha svolto in relazione all’arricchimento tecnologico dell’Occidente; d’altra parte, come avremo più volte occasione di rilevare, sono ampiamente documentati scambi commerciali relativi a prodotti coloranti a base di cobalto tra Europa, Persia e Cina.

Riguardo all’antichità il dato fondamentale delle recenti ricerche concerne la conferma definitiva in merito all’utilizzo degli allumi cobaltiferi estratti dalle oasi occidentali del Nilo e alla circolazione dei semilavorati da essi ottenuti in tutto il Mediterraneo e nell’Europa centrale e settentrionale, come attestato da numerosi rinvenimenti archeologici effettuati negli ultimi decenni.

Per la tarda antichità e per l’alto medioevo gli indizi fanno supporre che l’estrazione dei coloranti a base di cobalto derivasse invece dal riciclo delle scorie di purificazione dell’argento.

¹ APPERT 1896, p. 50.

² Josef Horschik, parafrasando e stravolgendo un’affermazione di Bernhard Neumann. HORSCHIK 1979, p. 123; NEUMANN 1932, p. 480.

³ HENDERSON 2000, p. 32.

⁴ PASTOUREAU 1995 e 2000, cap. 2.

Tale situazione si protrae sino al tardo medioevo e oltre: in Europa, infatti, la cronologia tradizionale e ufficiale concernente l'estrazione dei minerali di cobalto e il loro impiego parte in pratica dal 1400 circa, quando minerali di cobalto sono usati dai vetrai del nord della Boemia. Da questo momento in poi i dati ufficiali legati al cobalto coincidono con quelli tradizionali dei siti di estrazione di argento nell'Erzgebirge. Gli studi e le ricerche sinora condotti non hanno tuttavia prodotto risultati che consentono di stabilire con precisione il momento in cui sono stati riconosciuti l'utilità e il valore commerciale di minerali o scorie contenenti cobalto. La prima fonte che evoca questi minerali col nome di *Kobelt*, non per il loro uso ma perché inquinano il piombo, è un progetto di regolamento del 1499/1500 concernente le miniere d'argento di Schreckenbergr vicino Annaberg, nell'Erzgebirge⁵.

La sola collazione dei dati consente tuttavia una visione lacunosa; al fine di collegare il più possibile le informazioni abbiamo formulato ipotesi che si spera troveranno conferma in studi futuri.

Nel corso della ricerca siamo riusciti a meglio definire alcune delle figure mitiche associate alla messa a punto e al perfezionamento dell'impiego dei coloranti a base di cobalto (quali Peter Weidenhammer, Christoph Schürer e Bernard Swerts/Schwarz) nonché rilevare che prima di queste figure pionieristiche molte altre anonime (i cosiddetti *Wahlen* e *Venezianern*) conducevano in segreto la ricerca di minerali e scorie contenenti cobalto dando luogo a un commercio sommerso.

Abbiamo inoltre raccolto quanto più materiale possibile riguardo alle officine/fabbriche (*Blaufarbenwerke*) cercando di mettere a fuoco il ruolo delle prime *Blaufarbenwerke* nel nord della Boemia tra il XVI e l'inizio del XVII secolo e, alla fine dello stesso secolo, il loro declino a favore di quelle sassoni distanti soltanto pochi chilometri.

Abbiamo infine tentato di definire in maniera più accurata possibile il mercato di questi prodotti e, in particolare, il ruolo che ebbero le Fiandre e, dopo il XVII secolo, le Province Unite di Olanda riguardo al miglioramento e alla diffusione commerciale dello smalto.

⁵ BRUCHMÜLLER 1897, pp. IV e V.

Capitolo 1

Nomi associati ai minerali e ai prodotti a base di cobalto

Molti sono i termini che possono essere posti in relazione col cobalto; in aggiunta a ciò, l'area semantica occupata da alcuni di questi termini è così ampia che spesso sono a essi attribuiti significati associati a concetti e materiali oggi lessicalmente distinti.

Nei testi dell'antichità classica e in quelli medievali, per esempio, i termini da porre in relazione con i minerali di cobalto possono anche riferirsi al colore azzurro, al colorante del vetro per ottenere l'azzurro, al vetro azzurro, nonché a pietre preziose o semipreziose di colore azzurro intenso, come gli zaffiri o il lapislazzuli e, in alcuni casi, l'analisi del contesto non offre alcun aiuto per individuare correttamente il riferimento. Tenendo sempre presenti tutte le problematiche indicate, passiamo ad analizzare i vari termini, fermo restando che le denominazioni commerciali dei coloranti a base di cobalto in uso a partire dalla fine del XVII secolo saranno invece esaminate in dettaglio nei capitoli 8 e 11.

1.1 Kyanos, sappheiros e caeruleus

Per quanto concerne la Grecia classica è ancora in discussione se possa riferirsi al cobalto una delle due tipologie di *kyanos* indicate da Teofrasto (Ereso [Lesbo] 371 - Atene 287 a.C.)¹ e non il *sappheiros*, che sembrerebbe identificabile nel lapislazzuli². Al contrario in nessun passo della *Naturalis historia* di Plinio il Vecchio (Como 23 - Stabiae 79 d.C.) è possibile individuare riferimenti al cobalto.

I termini con cui Plinio designa i materiali di colore azzurro sono *caeruleus*, *cyanus* e *sappirus*³. *Sappirus* è citato sette volte, generalmente riferendosi al lapislazzuli; un'unica volta il riferimento interessa materiali vetrosi, quando nel libro XXXVI (par. 198) si afferma che si possono tingere dei vetri a imitazione degli zaffiri⁴. Il *cyanus*, citato sei volte, è sempre riferito al blu egizio. Di gran lunga maggiore è la frequenza con cui compare il termine *caeruleus* (41 occorrenze); ciò è dovuto al fatto che esso, come aggettivo, è usato per indicare genericamente il colore azzurro e solo in alcuni casi, con funzione di sostantivo, è utilizzato per indicare un pigmento nella pittura murale o un colorante nella tintura dei tessuti. In generale, una confusione di fondo porta spesso l'autore a indicare sotto la stessa categoria il blu egizio (fig. 1.1), vari minerali di rame aventi colore azzurro, il lapislazzuli e gli zaffiri.



Fig. 1.1 - Coppetta rinvenuta negli scavi di Pompei contenente zollette di blu egizio, pigmento di origine artificiale costituito da un silicato di calcio e rame.

¹ TEOFRASTO 1956, pp. 24-25, 27, 52-53, 56-57, 126-127, 136-137, 143-144, 175 e 183-187. Al *kyanos* vanno invece riferiti il lapislazzuli e il blu egizio, costituito quest'ultimo da un silicato di calcio e rame artificiale.

² TEOFRASTO 1956, pp. 20, 22, 24, 46, 50, 53, 126 e 136-137.

³ ROSUMEK 1996, pp. 1042-1043, 1402 e 4129.

⁴ "Fit et album et murrina aut hyacinthos sappirosque imitatum et omnibus aliis coloribus". PLINIO 1988, p. 734.

1.2 Saphirum

La menzione del termine *saphirum* nel *De administratione* di Suger (Parigi? 1081 circa - Saint-Denis [Parigi] 1151)⁵, divenuto abate di Saint-Denis nel 1122, apre un capitolo particolarmente significativo che investe la storia dei materiali e delle tecnologie al punto che su esso sono stati versati fiumi di inchiostro, arrivando spesso a conclusioni contrastanti, lontane da una stretta aderenza al testo.

John Gage (Bromley [Kent] 1938 - Cambridge 2012) rileva che nell'antichità classica e sino a tutto il secolo XI *saphirum* designava il lapislazzuli, mentre lo zaffiro corrispondeva alla varietà azzurra di *iacinthos*. Gage osserva inoltre che all'inizio del XII secolo, negli scritti di Ugo di San Vittore (Sassonia 1096 circa - Saint-Victor [Parigi] 1141), si assiste a uno slittamento: gli attributi fisici dello *iacinthos* sono visti ora come propri del *saphirum*, viceversa le connotazioni morali del *saphirum* sono trasferite allo *iacinthos*. Tale scambio si consolida presto e Gage ipotizza che lo slittamento nella designazione del *saphirum* da una pietra opaca a una trasparente sia stato accelerato, se non stimolato, dalla bellezza fuori del comune del vetro blu nelle vetrate⁶.

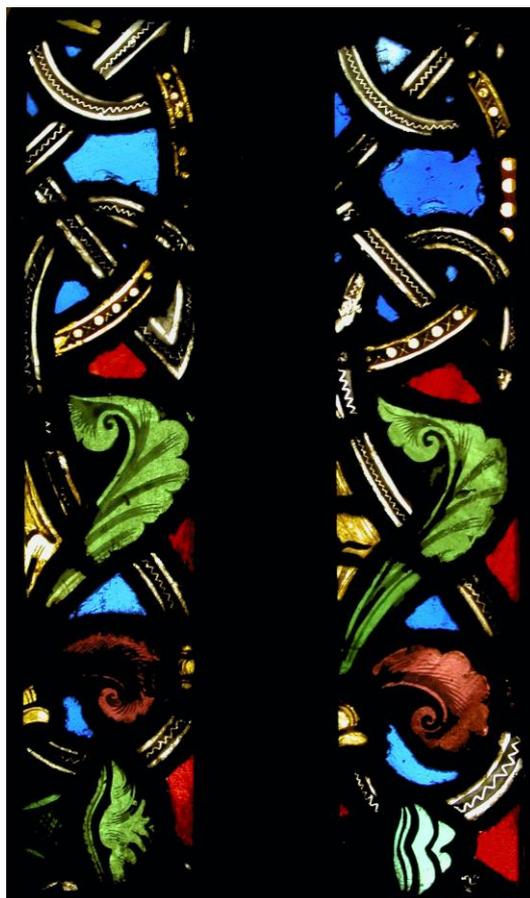


Fig. 1.2 - Bordo decorativo con motivi vegetali proveniente dalla vetrata con l'*Infanzia di Cristo* in Saint-Denis (1140-44). New York, The Metropolitan Museum of Art, Gift of George D. Pratt, 1926, Accession Number: 26.218.6a,b [da www.metmuseum.org].

1.3 Zaffera e termini equivalenti

Passiamo ora a esaminare alcune delle traduzioni, traslitterazioni e derivazioni del termine *saphirum*, che a esso si sostituiscono a partire dal XIII-XIV secolo. Partendo dalle semplici traslitterazioni, quali per esempio *zaf(f)ir(r)o*, si arriva a termini derivati in maniera più complessa quali *chafarone*, *cofaro*, *gafaro*, *saffaro*, *saffranum*, *caf(f)eranum*, *çaf(f)eranum* e *zafferanum* e, finalmente, *zaffera* o *zaffara*.

A partire dal tardo medioevo e dal primo rinascimento, col convergere dell'indicazione ai materiali di cobalto verso il termine italiano *zaffera* e i suoi corrispettivi nelle varie lingue romanze⁷ affrancati ormai dalla possibilità di individuare anche pietre preziose o semipreziose,

⁵ *Sugerii abbatis s. Dionysii Liber de rebus in administratione sua gestis*, pubblicato in SCHLOSSER 1896, pp. 268-290 e in PANOFKY 1946. Sul brano di Suger si tornerà in dettaglio nel paragrafo 3.2. Il testo è comunque posteriore al 1127-1140, periodo in cui avviene la ricostruzione e la decorazione della basilica, ivi descritte.

⁶ GAGE 1993, p. 73.

⁷ Ad esempio il francese *saf(f)re*, l'inglese *zaffre*, *zaffer*, *saffre*, *saffer*, lo spagnolo *zafre*, *safre* e il tedesco *Saf(f)lor*, *Saffer*, *Saffra* e *Zapher*. Proprio nella lingua tedesca sembrerebbero essere documentate le più antiche citazioni in testi letterari, a testimonianza della produzione e della lavorazione di tale materiale nei paesi germanici in epoca medievale; ci si riferisce al *Parzival* di Wolfram von Eschenbach (Eschenbach [Franconia] 1170 circa - 1220 circa), dove è citato il 'safer' (LACHMANN 1891, p. 14) e a *Der Trojanische Krieg* di Konrad von Würzburg (Würzburg 1220 o 1230 - Basilea 1287), dove è citato il 'saver glas', come materia di poco valore rispetto alle pietre preziose (KELLER 1858, p. 125).

l'ambiguità lessicale relativa alle aree semantiche sopra definite sembra diradarsi. Purtroppo subentreranno altre possibilità di confusione, seppure meno problematiche. Infatti *zaffera* potrà spesso significare sia i minerali di cobalto così come vengono estratti, sia il semilavorato pronto per colorare il vetro e le ceramiche, ottenuto impastando con della sabbia silicea il minerale di cobalto arrostito, per eliminare tutto o gran parte dell'arsenico presente nei minerali di base, e formando dei pani che venivano lasciati indurire. Zaffera, infine, verrà a designare un tipo di decorazione con essa eseguita e particolarmente apprezzata nel XV secolo, che attualmente viene indicata, in maniera più appropriata, "alla zaffera" (fig. 1.3).



Fig. 1.3 - Orciuolo, Firenze (attr. a Giunta di Tugio), 1430 circa, maiolica decorata con zaffera a rilievo. Museo Internazionale delle Ceramiche in Faenza, inv. 21894.

Josef Horschik si dilunga abbastanza riguardo all'etimologia di *zaffera*, chiamando in causa il termine indiano *saphir*, l'altopersiano *al-safra* e il mediopersiano *zaffara* e citando come fonti *Ein Buch von alten Farben* di Emil Ernst Ploss (Wernersreuth bei Asch 1925 - Ortler 1972)⁸ e l'*Universal-Lexikon* di Johann Heinrich Zedler (Breslau 1706 - Wolishain 1763)⁹. Bisogna però usare molto cautamente i risultati di tali ricerche a causa della grande libertà con cui Horschik si destreggia nelle fonti: per esempio il rimando al testo di Ploss non ha alcuna attinenza all'argomento¹⁰ mentre Horschik, riferendosi all'*Universal-Lexikon* di Zedler, enumera ben otto varianti del termine nella lingua cinese (*zaffa, zaffera, zaffloer, zafflor, zaffloor, zaphara, saffera, saphera*!)¹¹ quando invece nell'*Universal-Lexikon* l'unico riferimento alla Cina, non si sa se a proposito del termine o del materiale designato, si trova alla voce *ZAFFA*: "è un minerale, con cui si fa in Cina il colore azzurro per la porcellana"¹². A parte estrapolazioni troppo libere, la confusione deriva dall'assenza di distinzioni tra *zaffera* e *zaffiro* (per quest'ultimo è infatti vera la derivazione dal termine indiano, da cui nell'antichità classica provengono gli analoghi lemmi in greco e latino).

Riguardo alla lingua italiana, secondo Luigi Zecchin (Murano 1905 - 1984)¹³ la prima volta che viene attestata la parola *zaffera* è nei documenti di Orvieto relativi ai mosaici della facciata del duomo, in un pagamento effettuato il 31 ottobre 1360¹⁴.

In ogni caso, a partire dalla seconda metà del XIV secolo in tutte le lingue romanze sono attestati numerosi esempi. Uno di questi concerne l'acquisto di *zaffre* per la realizzazione di un pavimento nel palazzo di giustizia di Poitiers nel 1384¹⁵. Un'altra testimonianza la troviamo

⁸ PLOSS 1967.

⁹ ZEDLER 1749, voce *ZAFLOER*, coll. 1129-1132.

¹⁰ PLOSS 1967, nota 74 a p. 120.

¹¹ HORSCHIK 1979, p. 128.

¹² "Ist ein mineralischer Stein, womit dem Porcellan in Cina die blaue Farbe gegeben wird". ZEDLER 1749, voce *ZAFFA*, col. 1128.

¹³ ZECCHIN 1961.

¹⁴ *Documenti relativi all'esecuzione dei mosaici della facciata nel secolo XIV; Tavola cronologica dei documenti: secoli XIII e XVI*; doc. LXXIII ("M. Andree magistro vitri pro coloribus ad colorandum vetrum, quod emit ad Plagarium et vocatur zaffara - lib. quatuor et sol. quatuor den"). FUMI 1891, p. 126.

¹⁵ Quest'opera è considerata uno dei primi, se non il primo esempio francese di maiolica lustrata (con decorazione dorata ottenuta dalla riduzione di sali di argento, apposta al di sopra di una decorazione policroma stesa su una base bianca costituita da uno smalto bianco stannifero).

in un carme catalano di argomento alchemico scritto fra il 1370 ed il 1378 da Guillaume Sedacer (alchimista catalano morto nel 1382); tra le ricette per colorare i vetri, quelle riferite agli azzurri (*Pro saphiro*) prevedono l'impiego della *safra vitrariorum* o *safre*; l'importanza attribuita a quest'ingrediente è tale che esso compare criptato, trascritto in forma retrograda (*arfaf muroirairtiv* o *erfas*)¹⁶. Un'ulteriore attestazione trecentesca è contenuta in quella che Albert Way (Bath 1805 - Cannes 1874) ritiene la più antica ricetta per la fattura di smalti da apporre ai metalli, dell'inizio del XIV secolo, riportata nel ms. Sloane 1754 (c. 231r) della British Library: "pro indico, azorium bonum vel saffre, unde vitrearii faciunt vitrum indicum"¹⁷.

I termini *zaffera/saffre*, ecc. avranno grande fortuna e, a parte alcune varianti quali per esempio *zafferina*, *zaffara* o *zafra*, su di essi si attesterà definitivamente il denominativo dei minerali di cobalto usati come coloranti del vetro. Sotto questo punto di vista è interessante lo sdoppiamento operato da Sedacer tra *saphiro* (il colore azzurro o il vetro colorato in azzurro) e *safre* (il colorante). In italiano il passaggio che dal *saphirum* porta alla *zaffera* (di genere femminile) ha un ulteriore significato: nel momento in cui si vengono a separare semanticamente due aree, al maschile si riferisce l'oggetto (in questo caso la pietra preziosa di colore azzurro) mentre al femminile si riferisce il minerale con cui ottenerlo o con cui imitarne il colore.

Vanoccio Biringuccio (Siena 1480 - Roma 1538/9) pone la zaffera tra i "mezzi minerali", "li quali per non esser questi dala natura prodotti ne tutti pietre, ne tutti metalli".

LA ZAFFERA similmente è un altro mezzo minerale ponderoso come metallo per se solo non fonde, et in compagnia di cose vetrificate fa come acqua, & tegne in azzuro, talche chi vuol tegner vetri o dipegner vasi di terra vitriati di color azzuro adopera questa, & avoglia de lartefice serve nele sopradette operationi, anchor per negro caricandele di più quantità di questa, che per azzuro non comporta¹⁸.

Allo scadere del XVI secolo Ferrante Imperato (Napoli 1550 circa - 1631 circa) mantiene la stessa classificazione, inserendo la zaffera tra le "pietre metalligne", ossia quelle "pietre c'hanno la lor sustanza partecipe di natura metallica, per quanto la loro effigie, peso, & operazione dimostrano: quantunque non si estragga dalla lor sustanza parte di metallo alcuna".

Simile à gli detti [il manganese e la calamita] è la Zaffara, così nella sustanza, come nel peso, e nella fusione tarda, e vitrea; inchina al colore azurro, e si adopra nella tintura de vetri, e dell'impetene¹⁹ à tinger di azurro²⁰.

Sempre nel XVI secolo, Giulio Cesare Scaligero (Riva del Garda 1484 - Agen 1558) e Girolamo Cardano (Pavia 1501 - Roma 1576) mantengono l'associazione col manganese: "Sydereia, quam Manganensem Itali vocant, terra est repurgando vitro aptissima, illud tingens

Per la sua realizzazione fu ingaggiata manodopera specializzata fatta appositamente venire dalla Spagna (Jehan de Valence, indicato nei documenti come il *Sarasen*); il fornitore della zaffera, anch'esso registrato nei documenti, è un certo Perrot Méhé. SOLON 1907. Nello stesso periodo la presenza di maestranze spagnole nei cantieri di produzione di ceramiche per pavimenti, tra cui anche colorate in azzurro, è documentata a Digione, dove "Maître Jehan de Gironne" [Gerona], indicato anche come "maître tullier" (verosimilmente da identificarsi nello stesso Jehan de Valence/Valencia), sovrintende tra il 1383 ed il 1388 la manifattura dei pavimenti per la certosa di Champmol. QUARRÉ 1955, p. 240. Si sottolinea inoltre che nella provincia di Gerona, in Spagna, sono reperibili minerali di cobalto. ANDREWS 1962, pp. 130-132.

¹⁶ Purtroppo il carme di Guillaume Sedacer ci è giunto solo in versioni o traduzioni posteriori; nel testo abbiamo riportato la versione latina ricostruita sulla base del manoscritto della Biblioteca Palatina di Parma (ms. 143) datato al 1428-29. Altre dizioni per l'ingrediente nelle redazioni manoscritte del poema sono: *zafre*, *zaphire*, *zafreni* ed i retrogradi *zefas*, *erfaz*, *erfal* e *orfaf*. BARTHÉLEMY 2002, pp. 161, 169 e 173.

¹⁷ WAY 1846, p. 172. È interessante sottolineare l'equivalenza, per chi ha trascritto la prescrizione, tra *azorium bonum* e *saffre*.

¹⁸ BIRINGUCCIO 1977, p. 36v.

¹⁹ Invetriatura sulle ceramiche. SECCARONI 2005, pp. 51-52.

²⁰ IMPERATO 1599, Libro XXVI, cap. VIII, *Delle pietre metalligne*, p. 704.

caeruleo colore. Est alia etiam quae sic vitrum tingit caerulei coloris, quam Zapharam quidam appellant”²¹.

In un trattato manoscritto spagnolo della seconda metà del XVII secolo relativo alla fabbricazione del vetro, in merito ai minerali che impartiscono una colorazione azzurra sono citati, come equivalenti, termini collegati a zaffiro (*cafir* [*çafir*]) e zafferano (*cafre* [*çafre*]):

Cafir ò Cafre, es otro medio mineral que juzgo que viene ultramar, esto gastan los alfares para la color azul, esta misma da al vidro, si es buena teñiran dos libras de ello una morterada, pero si se quiere muy cubierto necesita demas, y si menos de menos, hechase en polvos mezclandolo muy bien con el vidro, y dejase hasta que alise, que ebiga mucho, el tiempo que necesita no se puede regular; lo que se es que esta color mientras mas esta en el horno se pone mejor; dase tambien color azul en el vidro con esmalte, que son aquello polvos azules con que se aderezan las balonas, pero este azul no es como el del Cafir que nunca llega a ser azul morisco, y quita mucho de la transparencia al vidro²².

Voce simile a *cafir* è *safri*, impiegata nel primo quarto del XVI secolo dal monaco svedese, poi vescovo di Vesterås, Peder Månssons [Petrus Magnus] (? prima del 1462 - Vesterås 1534) per designare la zafferano con cui colorare in azzurro il vetro per smalti²³.

1.4 Zafferano

L'impiego del termine *zafferano* al posto di *zafferano*, anche se non particolarmente frequente, è comunque attestato con una certa continuità, per esempio lo si ritrova in un manoscritto del XV secolo nella Biblioteca Comunale Ariostea di Ferrara, un tempo attribuito a Michele Savonarola (Padova 1384 - Ferrara 1468)²⁴, in due del XV-XVI secolo nella Biblioteca Nazionale di Firenze²⁵ e nella Biblioteca Casanatense di Roma²⁶ e in uno del XVIII secolo nella Biblioteca Angelica di Roma²⁷.

Per Andreas Libavius (Andreas Libau, Halle 1540 - Coburgo 1616) i termini *zafferano* e *zafferano* sono dipendenti, ipotizzando che il primo derivi il nome dal secondo perché ricavata dai residui gialli prodotti dalla liquisazione del bismuto dai suoi minerali: “Recrementa in lignis & fovea subsistunt, croceoque colore placentia tinctoribus pictoribusque inserviunt, alicubi

²¹ CARDANO 2004, p. 505. Il passo ritorna pressoché alla lettera nell'opera di Giulio Cesare Scaligero. SCALIGERO 1557, p. 166r.

²² NIETO ALCAIDE 1967, p. 293.

²³ JOHANNSEN 1941, pp. 161 e 162. Peder Månssons è stato a Roma tra il 1512 ed il 1524, dove ha probabilmente redatto alcuni manoscritti, compresi quelli sulle tecniche metallurgiche e di argomento chimico-alchemico. Il brano citato è contenuto nel *Liber lapidum* (*Steinschneidekunst, l'Arte di tagliare le pietre*).

²⁴ Ms. Cl. II. 147, c. 145v: “Azuro simile allo oltramario. Recipe cogulum christallium once 3, vitrum optimum bene tritum, misce simul, deinde recipe zafranum once 5, ...”. TORRESI 1992, pp. 145-146.

²⁵ Ms. Pal. 1021, c. 106r: “*Smalto cilestro*. R. Lb. 1^a fricta, zaffarano L. 1^a, incorpora insemi et como saranno ben sottile, metti nella padella a raffinare per hore 4, et di poi leva via et sarrà facto”. POMARO 1991, p. 173. Il fatto che in un'altra ricetta nella stessa carta (*Smalto negro*) si faccia riferimento alla “zafra”, potrebbe essere dovuto a una svista o alla natura compilativa dello scritto, che raccoglie informazioni provenienti da differenti fonti.

²⁶ Ms. 2265, c. 86r: “*A fare smalto celestro*. toli frita libre j zafrano libre j incorpora in seme et quando sono bene sottile metti in padella a reafinare per hore 4 poi levalo et è facto. *A fare smalto negro*. toli zafrano Crocum ferri ana libre 2 feretto di Spagna libre 5 frita chrySTALLINA libre 9 incorpora insemi et metti in padella a reafinare per 4 di et non mancho et questo è secreto”. Come è possibile verificare, queste due ricette sono analoghe a quelle del manoscritto palatino della nota precedente, salvo che nel manoscritto casanatense è indicato in entrambe *zafrano*.

²⁷ Ms. 2031, c. 48v: “*Azzurro smaltino*. Piglia zafferano polverizzato, incorpora con cenere, poi mettila a calcinare nella fornace e sarà fatto”.

etiam reverberii furno exercitata in Lazurium figulorum, vitrariorumque & similium transmuntantur, titulo Zapharæ (fors ex Germanorum safran, quo crocum indigetant) prostans”²⁸. A sostegno del legame dei termini *zaffera* e *zafferano* e di loro sinonimi e varianti, legame che secondo Libavius nella lingua tedesca arriva sino all'equivalenza²⁹, vengono addotti degli esempi, reinterpretando pesantemente autori classici quali, per esempio, Vitruvio (I sec. a.C.). Subito dopo il passo citato, infatti, Libavius afferma: “Et ne mireris, croceum mutari in cœruleum, disce ex Vitruvio Ochram in purpureum abire ustione, sicut ex ære tam viror colligitur, quam rubedo & ianthinum”³⁰. Il riferimento è all'ultimo paragrafo del capitolo XI del libro VII del *De architectura*; nel testo di Vitruvio è tuttavia presente solo il passo concernente l'ematite ottenuta per arrostitimento dell'ocra gialla, attraverso l'eliminazione dell'acqua d'idratazione³¹, mentre non è affatto indicata la possibilità di ottenere dal rame colori diversi dall'azzurro (sempre nel cap. XI) e dal verde (cap. XII).

Nel *Syntagma* Libavius torna sull'argomento a favore dell'equivalenza *zaffera/zafferano*³² e per sottolinearlo ulteriormente evidenzia il paragrafo all'interno di un inciso posto tra parentesi, cui pone il titolo in corsivo a margine: *Zaphyrum et Zaphera color*.

Zaphyrum gemmam primus dicitur Rex Ægypti tinxisse. Puri cœli colorem habet, quamquam Plinius aureis punctis collucentem lapidem Lazuli et Sapphyrum appellet. Albertus [Magnus] ait esse flavum, instar cœli sereni, cœruleum intelligens, qui optimus fit, cum in colore perspicuus est cum nubibus obscuris ad rubedinem declinantibus, & anthracas fuget. Ex nomine colorem zapharam, de qua ante, volunt appellatum. Est enim magnesiam plumbi cinerei, seu bismuthi, de qua [Lazarus] Erkerus scribit, grana seu reliquias excocti bismuthi præbere colorem blavium seu cœruleum in magna copia, qui fit Zephera ad vitra Lazurea facienda, seu ultramarina. Germanorum figuli appellant *Zepherfarb*. Cæsalphinus notat à vulgo sapphyrum vocari zaffirum, unde nomen colori cyaneo. Alias Germani crocum Zafaran, vel Sapharan nuncupant Arabica appellatione, ut Scaliger ex Avicenna annotavit, ubi digiti crocei Afaba [sic] alzahaphara zafarano nonnulli limaturam ferri in ferreo vase reverberatum, id est, crocum martis vocant. Eadem itaque vox modo croceum significat, modo cœruleum³³.

Un'ulteriore testimonianza in merito al frequente scambio tra zaffera e zafferano la si riscontra nella credenza dell'invenzione del risotto alla milanese, secondo la quale il piatto sarebbe stato creato dagli operai che lavoravano nei cantieri del duomo di Milano, in quanto facevano uso dello zafferano per la colorazione delle vetrate³⁴. È probabile che i

²⁸ Capitolo XVII (*De plumbo cinereo, seu Bismutho & marcasitha argentea vel stannea*), del libro I della prima parte dei *Commentariorum alchymiaë*. LIBAVIUS 1606, pp. 126-127. Anche Georgius Agricola sottolinea il colore giallo delle scorie di bismuto: “Recrementa ... croceo colore in eis”. AGRICOLA 1556, p. 349.

²⁹ Nel paragrafo 1.8 saranno presi in considerazione alcuni esempi dalla trattatistica a stampa del XVI e XVII secolo. Numerosi altri sono reperibili anche nelle fonti manoscritte. Tra i ricettari si segnala l'esempio particolarmente significativo relativo al cosiddetto *Kunstabuch II* (*Von manigerlai Handwerckskünsten*; Monaco di Baviera, Bayerische Staatsbibliothek, ms. Cgm 4117) redatto nel sesto decennio del XVI secolo dal monaco benedettino Wolfgang Seidl (o Seydel, lat. Sedelius; Mauerkirchen 1491 - Monaco 1562), dove il “Saffran Farb” è citato più volte come ingrediente per colorare vetri e invetriature per ceramica (ad esempio alla c. 161r troviamo “Nimb Saffran Farb, vund mal damit auf weis, so wirds flachs farb” [“prendi il colore della zaffera, e dipingi sul bianco, così otterrai il colore dei fiori di lino”]).

³⁰ LIBAVIUS 1606, p. 127.

³¹ “Glaeba silis boni coquitur, ut sit in igni candens; ea autem aceto extinguitur et efficitur purpureo colore” (“si fa cuocere del giallo ocra di buona qualità finché diviene incandescente, lo si spegne con l'aceto e se ne ottiene una tinta purpurea”). VITRUVIO 1990, pp. 344 e 345.

³² Lib. VII, cap. 21 (*De smalthis seu amausicis vitris*). LIBAVIUS 1611, pp. 314-317.

³³ Idem, p. 315.

³⁴ Secondo quelli che sembrano delinearci come i contorni di una vera e propria leggenda metropolitana, l'invenzione della pietanza sarebbe avvenuta alla fine del XV secolo o nel 1574; tra i personaggi compare un certo Valerio di Fiandra, maestro vetraio della fabbrica del duomo. Per alcuni l'aggiunta dello zafferano al riso sarebbe stato un esperimento suggerito dalla

documenti alla base di questo equivoco menzionino zafferano e non zaffera, ma il colorante ottenuto dagli stimmi del croco non è di alcuna utilità sui vetri, neanche nelle decorazioni a freddo, in quanto poco stabile alla luce, come del resto è impossibile l'uso della zaffera in una pietanza, a causa della consistenza terrosa o vetrosa e del contenuto residuo di arsenico. Tale confusione è comunque frequente anche negli scritti di autorevoli studiosi che hanno trattato del cobalto, che affermano che la zaffera è citata nei documenti relativi al Fondaco dei Tedeschi³⁵ pubblicati da Henry Simonsfeld (Messico 1852 - Monaco 1913) in cui, come vedremo nel paragrafo 11.2.2, la menzione di *çafaranum*, *cafaranum*, *zafaranum*, *zafarani*, *zaffarani* non si riferisce mai a contesti riconducibili alla produzione vetraria.

1.5 Lazur-lazurum (azur-azurum)

Nel VII secolo inizia a comparire in Occidente il termine di derivazione araba *lazur*³⁶. Di nuovo, ci troviamo in presenza di un lemma che ricopre un'area semantica molto vasta, in quanto è stato verificato che anch'esso e le sue varianti fonetiche e scritturali potevano indicare il colore, il minerale e le pietre preziose o semipreziose di colore azzurro intenso come gli zaffiri o, soprattutto, il lapislazzuli³⁷. In ogni caso, nell'Occidente e nell'Oriente medievali il colore sembra rappresentare l'aspetto preponderante, al punto che non esistevano differenziazioni lessicali per distinguere i vari materiali con cui poteva essere ottenuto (lapislazzuli, minerali di cobalto, azzurrite, ma anche vetri azzurri e ceramiche invetriate in azzurro).

A complicare ulteriormente la situazione sta il fatto che il lapislazzuli macinato poteva, in effetti, essere impiegato come colorante per vetri, ceramiche e smalti. L'utilizzo del lapislazzuli a caldo sul vetro e sulla ceramica pone comunque restrizioni tecniche in quanto la lazurite, il minerale costitutivo cui si deve il colore, tende ad alterarsi, con conseguente sbiancamento, se portata sopra a 1000-1100 °C.

La presenza di lapislazzuli è stata segnalata sia su manufatti ceramici rinvenuti in scavi in Italia meridionale, in particolare su protomaioliche medievali pugliesi prodotte tra la seconda metà del XIII e la prima metà del XIV secolo³⁸, che su manufatti islamici, per esempio sotto l'invetriatura azzurra colorata col cobalto in una piccola brocca iraniana del XIII secolo in collezione privata, la cui tipologia è nota, proprio a motivo del colore azzurro intenso

curiosità di assaggiare un materiale che il vetraio usava per colorare i vetri, mentre in gran parte delle altre versioni l'occasione sarebbe stata offerta da un pranzo di nozze. In questo caso lo zafferano sarebbe stato aggiunto al riso da un vetraio improvvisato cuoco, per colorarlo, o da un vetraio rivale dello sposo, per rovinare la festa. Lo stesso *topos* è riproposto in una leggenda secondo la quale la colorazione del vetro in azzurro col cobalto sarebbe avvenuta perché Christoph Schürer, un vetraio o un minatore, aveva gettato del cobalto nella fornace del suo padrone, per rovinarne il prodotto. TSCHEUSCHNER 1885, p. 521, ripreso da NEUMANN 1932, pp. 479-480.

³⁵ RIEDERER 1968, p. 388.

³⁶ Il termine deriva dall'arabo *lāzaward* (persiano *lājvard*). In Spagna e Portogallo il termine giunge mediante il contatto diretto con la cultura araba, mentre nel resto dell'Europa esso giunge per tramite del mondo bizantino, come sembrano indicare alcune fonti latine in cui il *lazur* è definito "colore greco". KRISTOL 1978, p. 239. Per quanto concerne l'etimologia e le prime attestazioni del termine o di sue varianti in testi occidentali si veda inoltre GARZYA ROMANO 1996, nota 64 a p. XXVII e la bibliografia in essa citata. Per una disanima sull'origine del termine persiano, per tramite del corrispondente termine sodgiano, che lo potrebbe aver diffuso, in quanto lingua franca parlata da commercianti e viaggiatori lungo la via della seta cfr. PLAHTER 2010, pp. 68-69.

³⁷ Tale confusione è attestata anche nelle lingue araba e persiana, da cui deriva il termine.

³⁸ CLARK 1997; CATALANO 2007.



Fig. 1.4 - Vaso con coperchio, Irān (Kāshān), epoca ilkhānide, seconda metà del XIII-inizio XIV secolo, impasto siliceo, decorazioni dipinte e a foglia d'oro su smalto blu, a imitazione del lapislazzuli (questa tipologia di decorazione è nota come *lajvardina*). New York, The Metropolitan Museum of Art, Henry G. Leberthon Collection, Gift of Mr. and Mrs. A. Wallace Chauncey, 1957, Accession Number: 57.61.12a,b [da www.metmuseum.org].

del fondo, come *lajvardina* (fig. 1.4)³⁹. La presenza di lapislazzuli come colorante azzurro è stata inoltre riscontrata negli smalti che decorano nove vetri islamici del XIII e XIV secolo appartenenti al British Museum⁴⁰, sul cosiddetto *Vaso Cavour* del Victoria and Albert Museum, manufatto prodotto in Egitto tra la fine del XIV e la metà del XV secolo⁴¹, e su quattro vetri islamici medievali delle cui analisi si rende conto nel catalogo della mostra *Glass of the sultans*⁴².

Riguardo a testimonianze scritte relative all'impiego di lapislazzuli per colorare il vetro si può citare il quattrocentesco *Tractatus de coloribus* contenuto nel ms. 444 della Bayerische Staatsbibliothek di Monaco, dove il lapislazzuli è indicato come *azurium transmarinum*⁴³ e l'identificazione non può essere posta in dubbio, poiché è purificato col metodo della pastiglia resinosa, specifico solo di questo pigmento⁴⁴. Più tardi troviamo una menzione dell'utilizzo del lapislazzuli per colorare gli smalti nel trattato *Cause of the changes of colours in opaque and coloured bodies* di Edward Hussey Delaval (Seaton Delaval [Northumberland] 1729 - Westminster 1814), membro della Royal Society, il quale specifica che il prodotto così ottenuto è meno bello rispetto a

quello ottenuto col cobalto⁴⁵. Per colorare in azzurro gli smalti poteva comunque essere utilizzato lapislazzuli di minor qualità, per esempio la cosiddetta cenere di oltremare ottenuta dai residui di estrazione del pigmento, come attestato da una ricetta riportata da Robert Dossie (Sheffield 1717 - Londra 1777), chimico inglese anche lui membro della Royal Society. Dossie rimarca infatti che l'impiego di cenere d'oltremare è più semplice rispetto a quello della zaffera, probabilmente perché, a causa del maggiore potere colorante di quest'ultima, il suo dosaggio diviene difficile per ottenere tonalità pallide di azzurro, soprattutto se la quantità di smalto da produrre è contenuta⁴⁶.

³⁹ COLOMBAN 2003 e 2005.

⁴⁰ FREESTONE 1998, pp. 123-124.

⁴¹ NEWBY 1998, p. 36.

⁴² BRILL 2001, pp. 35-36 e 45.

⁴³ "De suffusione cristalli et eius triplici tinctura. ... quod si ipsum aliquo colore colorare volueris hoc modo facere poteris[:] quod si in colore persico impone azarum [sic] transmarinum afniatum [sic] postquam fuerit fusus", c. 214v, col. 1, rr. 9 e 17-20. EDGERTON 1963, p. 180. THOMPSON 1935-36, p. 384.

⁴⁴ "Notandum quod azurium est duplex. videlicet naturale et artificiale. Naturale duplex. scilicet. transmarinum et citramarinum. et ipsum duplex est affinatio. scilicet. per pastellum et capitellum[:] per pastellum transmarinum affinat hoc modo", c. 215r, col. 2, rr. 33-38. EDGERTON 1963, p. 184. THOMPSON 1935-36, p. 387.

⁴⁵ "But the preparation of Cobalt exceed, in use and beauty, those of Lapis Lazuli, in Works which undergo a considerable degree of Fire". DELAVAL 1777, p. LVIII.

⁴⁶ "*Composition of a lighter blue* N° 7 "Take of the fluxes N° 3. or 4. five parts, of ultramarine-ashes one part. Mix them for painting." This is used by those, who do not know the proper manner of

Come abbiamo visto, il termine *lazur/lazurum*, recepito precocemente nella cultura occidentale, può essere spesso posto in relazione con i minerali di cobalto, anche all'interno di testi dove in passi distinti si designa correttamente il lapislazzuli o il pigmento da esso derivato, come avviene per esempio nel *De coloribus et de artibus romanorum* di Eraclio. Sotto questo autore ci è pervenuto un trattato in tre libri dei quali i primi due in versi redatti nell'VIII secolo nel nord-est dell'Italia e il terzo in prosa redatto nel XII-XIII secolo nell'Europa nord-occidentale⁴⁷ (per comodità indicheremo l'autore di quest'ultimo libro come pseudo-Eraclio). Per quanto concerne i primi due libri l'unico riferimento al cobalto è contenuto nella penultima ricetta del secondo libro (II, 6, v. 197): "Qui terra capitur, cum gummo contere lazur"⁴⁸. Il titolo della ricetta *De vitro nigro ad vasa fictilia depingenda* indica in maniera esplicita la realizzazione di un'invetriatura nera per le ceramiche. Il termine *lazur*, come osservato nell'introduzione all'edizione critica del testo dei primi due libri in versi⁴⁹, è un arabismo, così come anche il tipo di tecnica descritto nella ricetta è associabile a pezzi orientali. Nella ricetta si specifica espressamente l'origine minerale del *lazur* ("Qui terra capitur/che si coglie in terra"); più avanti, quando si passa dal materiale al colore da esso prodotto in una fase intermedia della lavorazione, si ricorre all'aggettivo *ceruleam* o, a seconda dei manoscritti, *ceruleum*. Il contesto del passo citato non offre pertanto possibilità alcuna di fraintendimento tra minerali di cobalto e lapislazzuli. In altri testi invece ci potrà essere confusione e caso per caso dovranno essere vagliate entrambe le possibilità di interpretazione. Ciò avverrà anche per il corrispettivo occidentale del termine: *azzurro*, visto che, come abbiamo osservato, alcune volte il lapislazzuli è stato impiegato nella pittura su vetro per ottenere decorazioni azzurre.

Nel terzo libro del *De coloribus et de artibus romanorum* al posto di *lazur* (termine usato nel II libro che, come si è visto, attesta che nell'VIII secolo, probabilmente nell'Italia nord-orientale, erano filtrate conoscenze tecnologiche dai paesi di cultura islamica) ritorna il termine *saphirum*, allineandosi così alla tradizione discendente dai testi dell'Occidente classico e, soprattutto, ai trattatisti e teologi del XII e XIII secolo. In questo caso l'ambiente di riferimento per la genesi del libro è probabilmente francese, come indicato dall'unità di misura⁵⁰; lo pseudo-Eraclio attesta l'impiego del *saphirum*, in miscela con ossido di ferro e polvere di vetro piombico, per comporre la grisaglia con cui dipingere sui vetri⁵¹.

1.6 Azzurro

Dal termine orientale *lazur-lazurum* deriva per apocope l'occidentale *azzurro*. Per quanto concerne la lingua italiana Andres Max Kristol, sulla base dell'assenza di *azzurro* nei dialetti italiani, lo ritiene un termine appartenente unicamente al codice scritto dell'italiano antico. "Azzurro est probablement l'exemple plus caractéristique de l'écart qui peut exister entre le

using zaffer; but as the pure ultramarine-ashes have a strong tinge of the red, and are never of the first degree of brightness, the same effect, or indeed a superior one, may be produced by the compositions below given. If the ultramarine-ashes are adulterated with copper, as is most frequently the case, a green and not a blue will be produced". DOSSIE 1758, p. 289.

⁴⁷ GARZYA ROMANO 1996.

⁴⁸ "Macina con gomma dell'azzurro che si coglie in terra". Idem, pp. 13 e 40.

⁴⁹ Idem, p. XXVII.

⁵⁰ Il *grossino*. GARZYA ROMANO 1996, nota 4 a p. 91, rimanda a MERRIFIELD 1849, p. 175.

⁵¹ Purtroppo del terzo libro non esiste un'edizione critica e le lezioni pervenute presentano vistose differenze; una di queste risiede nel capitolo e nella forma in cui sono riportate le informazioni sulla composizione della grisaglia per dipingere sul vetro, in alcuni casi divise su due capitoli non contigui: il capitolo 8 (*Quomodo efficitur vitrum de plumbo, et quomodo coloratur* "... De isto vitro plumbeo, poteris, si vis, cum grossino saphireo miscere ad pingendum in vitro, apposita tertia parte de scoria ferri. Et haec pictura in marmore ferreo est terenda") ed il capitolo 49 (*Quomodo pingitur in vitro* "Dicendum quomodo pingere debes in vitro. Accipe grossinum de saphiro, et palleam, quae excutitur de calido ferro super incudem fabri, cum grossino tertiam partem pones, et plumbeum vitrum, Judeum scilicet, misces, et super marmorem ferreum fortiter teres, sicque pingere potes"). GARZYA ROMANO 1996, pp. 18 e 26.

code écrit et la langue parlée que nous pouvons rencontrer dans le domaine des couleurs: pendant des siècles, azzurro s'est maintenu en l[italien] grâce au prestige du modèle littéraire classique, et si le mot, dans la langue moderne, a acquis quand-même une place qui ne lui revenait pas au niveau dialectal, s'il a été introduit dans la langue parlée moderne, c'est grâce aux données socioculturelles italiennes qui ont permis à l'ancien standard littéraire d'être largement accepté comme langue nationale"⁵².

Attualmente assegniamo ad *azzurro* una connotazione esclusivamente cromatica⁵³. Anche in questo caso, analogamente a quanto osservato in precedenza, bisogna tenere presente che nei testi tecnici medievali *azzurro* era preferibilmente indicativo di un materiale e raramente di un colore recepito come percezione ottica, a parte il caso emblematico dell'araldica, dove i colori sono intesi in senso astratto, prescindendo dai materiali con cui sono rappresentati.

Mentre il termine *saphirum* è comune sino al XII-XIII secolo, con l'affermazione dei volgari delle diverse lingue romanze la situazione diviene, ovviamente, molto più articolata e alle sue derivazioni si sostituiscono o si sovrappongono *lazur-azurum* in un fitto intreccio difficilmente dipanabile.

L'attestazione più autorevole in merito all'uso del termine *azzurro* per indicare i minerali di cobalto con cui colorare ceramiche o vetri è contenuta nei *Tre libri dell'arte del vasaio* di Cipriano Piccolpasso (Casteldurante [Urbania] 1524 - 1570), ove si legge: "la zaffara, da noi detto azurro", equivalenza ribadita in una nota a margine sulla medesima carta ("zaffara: in molti luoghi detta azurro")⁵⁴.

In chiusura del paragrafo si ricorda l'etimologia di *azulejo*: "par évolution phonétique le terme AZUL s'est atrophié en ZUL, qui a donné lui-même la forme verbale ZULEJ signifiant poli, lisse et brillant. Par altération des voyelles cette forme s'est transformée en ZELIJ en Afrique du Nord - aujourd'hui le zellige marocain. En Andalousie la substantivation de ZELIJ a donné AZZELIJ qui devient AZULEJO au XIII^e siècle. Ce terme se fixe dans la péninsule ibérique au XIV^e siècle; il va désigner les céramiques émaillées hispano-mauresques ou *mudéjars*"⁵⁵.

1.7 Cobalto

Il termine cobalto è quanto mai problematico. Come accennato, l'elemento è stato isolato solo nel 1742 dal chimico e mineralogista svedese Georg Brandt (Riddarhyttan [Västmanland] 1694 - Stoccolma 1768)⁵⁶. Inizialmente *Kobold* o *Kobalt* designavano gli spiriti abitatori delle miniere (folletti o coboldi), ritenuti responsabili dell'improvvisa estinzione di un filone di argento o della presenza di esalazioni venefiche nelle miniere. Fino al XVIII secolo i minatori chiamavano *Kobalt* ogni minerale velenoso e in alcune zone minerarie, ancora alla fine del XIX secolo e all'inizio di quello successivo, nelle chiese venivano recitate delle preghiere

⁵² KRISTOL 1978, pp. 240-241.

⁵³ La connotazione di materiale si ha solo specificando ulteriormente, per esempio *azzurro di cobalto*.

⁵⁴ c. 26r, PICCOLPASSO 1976, p. 109. Per un'altra attestazione cinquecentesca dell'impiego comune del termine *azzurro* per indicare i coloranti a base di cobalto nell'ambiente ceramistico in Toscana alcuni lustri prima del Piccolpasso si veda WHARTON 2010, p. 273.

⁵⁵ TEROL 2002, p. 19.

⁵⁶ BRANDT 1748 (fig. 1.5). Pierre Eugène Marcellin Berthelot e Charles-Emile Ruelle ipotizzano che il cobalto metallico fosse già noto agli alchimisti a causa del seguente passo del *Lexicon alchimiaë*, pubblicato a Francoforte nel 1612 dal medico e alchimista tedesco, seguace di Paracelso, Martin Rulandus il Vecchio (Freising 1532 - Praga 1602): "Koboltum vel kobaltum vel colletum est metallica materia plumbo nigrior & ferro, interdum cineritium, colore carens metallico, funditur tamen & laminaretur: propterea fixum non est, sed meliora metalla secum per furnum abducit: Estque; cadmia lapis, e quo æs fit medicinae utilis, lapis ærosus, climia, cathimia, lapis calaminaris: *Cobalt ist ein schwartz, etwan ein wenig Aschfarb Ertz, dass sich hämmern unnd giessen lässt, hat aber kein metallischen Glantz, ist ein raubendt Schwebel der im Rauch das Gut Ertz wegführt*". RULANDUS 1612, p. 271; BERTHELOT 1888, vol. I, p. 246.

per salvaguardare i minatori e il loro lavoro dall'influenza maligna dei *Kobolden* (figg. 1.6 e 1.7)⁵⁷.

Vicende analoghe a quelle relative al termine *cobalto* caratterizzano anche *nichel*. Anch'esso, infatti, è associato a demoni e folletti (per molti autori *Nickel* e *Kobold* sono sinonimi nel designare i folletti maligni delle miniere e in alcune regioni *Nick* indica il diavolo)⁵⁸: "ce sont ces gnomes, nous apprend Simonin⁵⁹, qui remplissent ou vident le filon, qui reproduisent le minerais à mesure qu'on l'exploite. Ils soufflent sur les lampes pour les éteindre, et tirent par le nez ou les cheveux l'ouvrier qu'ils rencontrent seul. Quand il les a trop mécontents, ils jettent des sorts sur lui, le précipitent à bas des échelles, ou l'écrasent d'un débris de la roche. Aussi que ne fait-on pas pour se les rendre favorables. Saints Nickel et Kobolt, préservez-nous des coups de mine, des éboulements, des inondations, des chutes dans le puits. Intercédez Dieu ou Belzébuth pour nous!"⁶⁰. I minatori tedeschi denominavano infine *Kupfernichel* un minerale apparentemente di rame, ma che al saggio dimostra la totale assenza di questo metallo, il che lascia ipotizzare che in tedesco *nix* (niente) e *nickel* derivino dalla stessa radice⁶¹.

COBALTI NOVA SPECIES EXAMINATA ET DESCRIPTA

A
GEORGIO BRANDT.

ASSESSORE REG. COLLEG. METALL. REG. SOC. UPSAL.
SOCIO.



Quamvis omnes huc usque cognitæ COBALTI Species pro mineris habeantur venenosæ, vel arsenico scatentibus, tamen inter alias, quæ ex fodinis mineræ cupri in Paræciâ Sættu Statteberg, Provinciâ Westmanniæ effodiuntur, inveni Speciem, ex qua Smaltum confici potest æque bonum ac ex alio cobalto, vel cadmiæ cærulei (fâtq = Cobolt); quæ vero Species nihil arsenici continet.

Plures quidem ante annos, pyrites arsenicales, nec non cadmiæ cærulei passim ibi fuere reperti; sed tribus ab hinc circiter annis, peculiaris quadam cadmiæ cærulei quoque inventa fuit, mineræ cupri parum insperfa. Facies ejus, pyritæ fere arsenicali similis est, nec vero sine prægresso examine doctissimo cadmiam esse cærulei censeretur: cum enim in fodina mihi primum visa fuit, dubitavi an esset cadmiæ cærulei, vel pyritæ arsenicalis, aut aliud quid; siquidem non memini antea vidisse mineram huic omni ex parte similem.

Cupiditate sciendi rem novam incitatus, non potui differre examen ejus ad reditum Holmiam versus, quippe qui adhuc per tempus aliquod ruri commora-

E 3

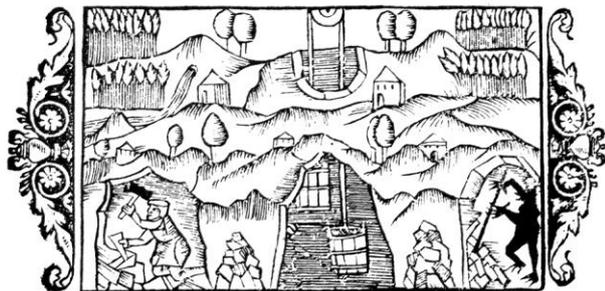


Fig. 1.5 - Prima pagina del saggio in cui il chimico svedese Georg Brandt ha comunicato la scoperta di un nuovo elemento chimico cui diede il nome di *cobalto*; BRANDT 1748.

Fig. 1.6 - Demone/coboldo che avvelena i filoni metalliferi; dall' *Historia de gentibus septentrionalibus* di Olaus Magnus (Olaf Stor; Linköping [Östergötland] 1490 - Roma 1557); STOR 1555, p. 210.

Fig. 1.7 - Demone/coboldo che avvelena i filoni metalliferi; dalla *Cosmographie* di Sebastian Münster; MÜNSTER 1588, p. 981.

⁵⁷ PARTINGTON 1961, p. 708; MELLOR 1952, pp. 867-868.

⁵⁸ GRIMM 1889, col. 733.

⁵⁹ Louis Laurent Simonin (Marsiglia 1830 - Parigi 1886), famoso ingegnere e geologo, autore di numerose opere.

⁶⁰ PERRAULT 1946, p. V.

⁶¹ Ibidem.

Col termine *Kobelt* Agricola (Georg Bauer, latinizzato in Georgius Agricola; Glauchau [Sassonia] 1494 - Chemnitz 1555) indica lo zinco⁶²; mentre per altri autori esso poteva designare qualsiasi genere di residuo metallico⁶³. Secondo la *Mellor's modern inorganic chemistry* il termine veniva impiegato per designare i *falsi minerali*, ossia quelli da cui non era possibile ricavare dei metalli quando venivano trattati con i metodi allora usati, e i metalli che avevano un odore sgradevole⁶⁴. L'associazione ai coboldi che avvelenavano i filoni metalliferi e i poveri minatori faceva sì che il termine fosse ricondotto a minerali contenenti arsenico, tra cui i principali minerali di cobalto, costituiti da solfoarseniuri, arseniuri e arseniati.

Nel *De mineralibus* di Paracelso (Einsiedeln 1493 - Salisburgo 1541) il termine designa un metallo, sebbene non vi sia attinenza alcuna col cobalto come attualmente inteso⁶⁵.

È già stata osservata la derivazione del termine dalle lingue germaniche, con riferimento ai folletti, o coboldi, delle miniere. In una serie di sermoni pubblicati per la prima volta nel 1562 il parroco Johannes Mathesius (Rochlitz [Meissen] 1504 - Joachimsthal 1565), riferendosi al cap. 9 del primo *Libro dei re* nella Bibbia, suggerisce la possibile origine della parola dalla città di Cabul⁶⁶. Pierre Eugène Marcellin Berthelot (Parigi 1827 - 1907) e Charles-Emile Ruelle (Parigi 1833 - 1912) ipotizzano a loro volta che il termine *kobolt* derivi direttamente dal greco; alla base di tale ipotesi vi è un'affermazione riportata nel *Lexicon alchimiae* di Martin Ruland, detto Rulandus (Freising 1532 - Praga 1602)⁶⁷, che si ricollega a un passo attribuito a Ermete Trimegisto, riportato da Olimpiodoro di Tebe (IV-V secolo d.C.), in cui è citata la "fumée des cobathia" (καπνός τῶν κωβαθίων)⁶⁸. Il fumo della *cobathia* è interpretato dagli autori francesi come "vapeurs de l'arsenic (sulfuré)"; il fatto poi che la *cobathia* citata dalla fonte greca sia di colore rosso li porta a identificarla nel realgar ("arsenic sulfuré"). Il collegamento del passo di Ruland alla fonte ermetica greca, che può aver influito nell'etimologia del termine cobalto, cortocircuitandolo e contaminandolo con un termine distinto di origine celtica o germanica, potrebbe anche comportare, invece che al realgar, un riferimento diretto all'eritrite, minerale costituito da un arseniato idrato di cobalto che deve il nome proprio al suo colore rosso (dal greco ἐρυθρός, rosso); si deve comunque osservare che sia il realgar che l'eritrite hanno una colorazione molto accesa tendente all'arancio, mentre la fonte greca sembrerebbe invece indicare un colore purpureo, poiché è usato l'aggettivo φοῖνιξ/ fenicio, generalmente riferito alla porpora, a meno che non si riferisca invece alla provenienza della *cobathia*.

Per Johann Christoph Adelung (Spantekow [Anklam] 1732 - Dresda 1806) il termine tedesco *Kobalt* deriva dall'aggettivo boemo *kowalty* (contenente minerali), a sua volta derivato da *Kow* (minerale)⁶⁹; la medesima etimologia è ipotizzata anche da Johann Beckmann (Hoya a.d. Weser 1739 - Gottinga 1811), il quale fa riferimento, senza però citare un'opera in particolare, a Johann Leonhard Frisch (Sulzbach [Norimberga] 1666 - Berlino 1743), pioniere nel campo della linguistica comparata⁷⁰. Secondo il dizionario ceco-tedesco di Hugo Siebenscheina (Strážnice 1889 - Praga 1971), le accezioni di *Kow* sono, nell'ordine, metallo (*Metall*) e minerale (*Erz*)⁷¹.

⁶² PARTINGTON 1961, p. 49. Partington rimanda ad AGRICOLA 1546, p. 476, dove, nell'*Interpretatio* che pone in corrispondenza i termini latini con quelli tedeschi, la *Cadmia metallica* corrisponde al *Kobelt*.

⁶³ HOMMEL 1912, p. 918.

⁶⁴ MELLOR 1952, p. 868.

⁶⁵ *De Koboletis*, PARACELSO 1582, pp. 426-427.

⁶⁶ X sermone (*Von Schlacken, Kiss und Kobelt, auss dem Spruch Davids, Psalmo 119*, pp. 151v-163v). MATHESIUS 1562, p. 154v.

⁶⁷ "Cobatorum fumus, ist Kobolt". RULANDUS 1612, p. 158.

⁶⁸ BERTHELOT 1888 (vol. I, pp. 245-246; vol. II, p. 85; vol. III, p. 91).

⁶⁹ ADELUNG 1788, p. 211.

⁷⁰ BECKMANN 1792, p. 214.

⁷¹ SIEBENSCHINA 1968, p. 290.

1.8 Bismuto

Nel XVI e nel XVII secolo la zaffera era strettamente legata al bismuto. Le conoscenze tecnologiche relative al bismuto e al suo impiego esulano dalle finalità di questa ricerca, tuttavia si sottolinea che esse si svilupparono essenzialmente nel tardo medioevo (in pratica dal XIV secolo) e in area germanica⁷².

Sulla base di caratteristiche analoghe, nella trattatistica scientifica rinascimentale stagno, bismuto e piombo sono considerati metalli simili, a tal punto da essere accomunati anche nel nome: *plumbum album* (o *candidum*) lo stagno, *plumbum cinereum* il bismuto e *plumbum nigrum* il piombo.

Il primo a riferire della manifattura di un colore azzurro dal bismuto è stato nel 1551 il teologo evangelico Encelius (Christoph Entzelt, Saalfeld [Turingia] 1517 - Osterburg 1583), nel capitolo XXX (*De plumbo cinereo*) del libro I del *De re metallica*. Encelius, dopo aver menzionato l'impiego di questo metallo per realizzare bicchieri e vasi metallici e "una sorta di azzurro", ricorda che il bismuto era sconosciuto agli arabi e agli alchimisti: "unde fiunt et nunc conflantur res variae, veluti ex argento, ut pocula, vasa, et alia. Conficitur etiam hinc genus coerulei. Hoc metallicum omnino nescivere Arabes, nescivere chimistae, aliàs plura fecissent corpora metallica"⁷³. Tale frase è ripresa alla lettera poco più di mezzo secolo dopo nel *Lexicon alchimiae* di Martin Rulandus⁷⁴, il quale, trattando sempre del *plumbum cinereum*, alcune pagine dopo torna sull'argomento affermando che i minerali di bismuto bruciati servono per fare la zaffera (*Saffranfarb* = *Safflorfarbe*), con la quale i vasai ottengono un'invetriatura di colore azzurro: "Vena plumbi cinerei usta ad usum figularum, *Saffranfarb*, damit die Töpffer blaw gläsen"⁷⁵.

Il primo a fornirci un'indicazione più dettagliata, subito dopo Encelius, è Georgius Agricola, il quale nel libro IX del *De natura fossilium* afferma che le scorie del bismuto, mescolate con altre sostanze metallifere, quando vengono fuse formano una sorta di vetro che tinge in azzurro i vasi di terracotta: "at plumbi cinerei recrementum cum rebus metallicis, quæ liquatæ vitri speciem gerunt, permistum vasa & fictilia cæruleo colore tingit"⁷⁶. Alla fine del *De re metallica* Agricola si dilunga sui vari modi per estrarre il bismuto, illustrati in

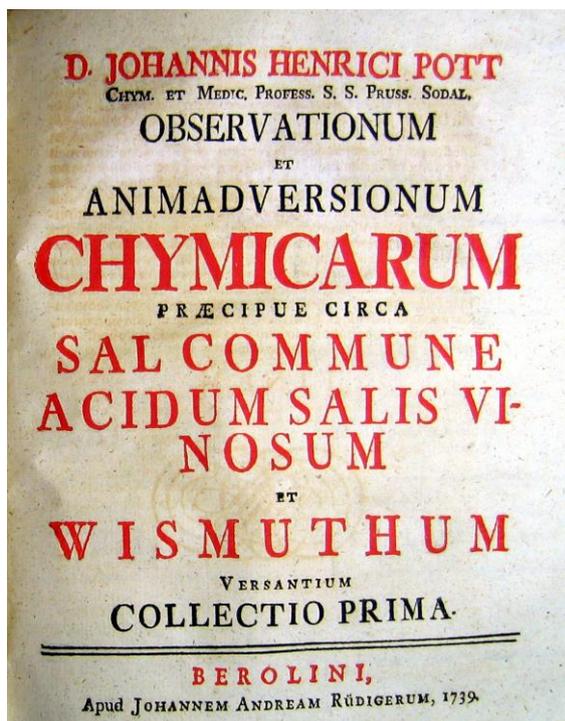


Fig. 1.8 - Frontespizio del saggio sul bismuto di Johann Heinrich Pott. POTT 1739.

⁷² Per una trattazione specifica e approfondita si rimanda a pubblicazioni monografiche sull'argomento, tra cui LIPPMANN 1930 e SCHIFFNER 1994. Il nome *Wismuth* è collegato a *Wismath*, temine utilizzato nel XV secolo dai minatori sullo Schneeberg, probabilmente derivato da "weisse Masse" (massa/materia bianca). KRAMARCZYK 2005, p. 121.

⁷³ ENCELIUS 1551, p. 61.

⁷⁴ RULANDUS 1612, p. 364.

⁷⁵ Idem, p. 370. Questo brano è preso alla lettera dal *De omni rerum fossilium genere, gemmis lapidibus, metallis, et huiusmodi* del naturalista ed umanista svizzero Conrad Gessner [Gesner] (Zurigo 1516 - 1565). GESSNER 1565, pp. 88r-v.

⁷⁶ Tale frase non è presente nell'edizione del 1546 del trattato, ma costituisce un'interpolazione aggiunta nell'edizione del 1558. AGRICOLA 1558, p. 348 (cfr. AGRICOLA 1546, p. 350).

quattro tavole (figg. 1.9 e 1.11-1.13), sottolineando che le scorie di colore giallo che rimangono in superficie si vendono⁷⁷.

Dopo Agricola, a diffondersi sul vetro azzurro derivato dal bismuto fu il suo amico Johannes Mathesius, che teneva i suoi sermoni per lo più a capodanno e carnevale in costume da minatore. Mathesius trae il titolo per i suoi sermoni (*Sarepta*) dalla città fenicia Sarepta o Zarephath/Zarpath (quindici chilometri a sud di Sidone), nel Libano, più volte citata nella Bibbia, il cui nome in ebraico è divenuto sinonimo di fucina od officina dove si fondono o lavorano i metalli. Il contatto diretto con i minatori tenuto da Mathesius per tutta la vita giustifica la correttezza e la precisione delle informazioni tecniche da lui riportate, rendendo i *Sarepta* uno dei testi minerari antichi più utili, secondo alcuni autori superiore anche agli scritti di Agricola⁷⁸. Riferendosi al materiale derivato dal bismuto da impiegarsi per la manifattura di un colore azzurro utilizzato dai vasai Mathesius usa l'espressione *Wismuthgraupen* (scorie di bismuto)⁷⁹: “[il bismuto] si utilizza spesso per i colori con cui si dipingono piccole scatole e altri oggetti di legno. Dalle scorie di bismuto, arrostandole alla fornace, si ottiene inoltre un bel colore azzurro di grande valore, che i vasai chiamano zaffera, in maniera analoga a come da altri metalli si ottengono differenti colori”⁸⁰. In realtà le informazioni fornite da Mathesius si riferiscono anche a un altro impiego del bismuto nell'artigianato, la cosiddetta *Wismuthmalerei* su piccole scatole e altri oggetti di legno (“püchlein und hülzerne geschirr”)⁸¹. Il colore azzurro di grande valore, che i vasai chiamano zaffera (“saffran farb”), si ottiene invece alla fornace in modo analogo, secondo quanto afferma Mathesius, a quello in cui si ottengono i colori da altri metalli; l'autore si riferisce, verosimilmente, alla calce di stagno, alla calce di piombo e stagno (nonché il giallo di piombo e stagno), al litargirio e al minio, agli ossidi rameoso e rameico e, forse, all'antimoniato di piombo, tutti composti ottenuti dalla calcinazione dei metalli e di largo impiego per colorare ceramiche e vetri⁸². Pochissimi anni dopo Mathesius, nel 1574, Lazarus Ercker von Schreckenfels (Annaberg 1530 - Praga 1594), *Oberbergmeister* (sovrintendente alle miniere) del regno di Boemia, concluderà il capitolo dedicato al bismuto (fig. 1.10) nella *Beschreibung aller fürnemisten mineralischen Ertzt unnd berckwercks Arten* (*Descrizione di tutti i più notevoli minerali e miniere*) con la seguente osservazione: “dalle scorie che rimangono alla fine (sia fondendolo al vento, che rifondendolo) si usa fare il colore di zaffera (*zepherfarb = Safflorfarbe*) in grande quantità, che è blu e che si utilizza anche per tingere il vetro in azzurro, e talvolta viene venduto ed esportato”⁸³.

Un ultimo autore cinquecentesco che cita la manifattura di un azzurro dalla zaffera (*Saffranfarbe = Safflorfarbe*) ottenuta dalle scorie del bismuto è Petrus Albinus (Peter Weiss;

⁷⁷ “Recrementa verò, sive lapides, croceo colore in eis, ut etiam in lignis latis foveæ superpositis, remanent, qui ipsi quoque dividentur”. AGRICOLA 1556, pp. 349-350.

⁷⁸ WEINREICH 1932.

⁷⁹ Su *Wismuthgraupen* si tornerà a trattare più volte nei capitoli successivi, in particolare nei paragrafi 5.2.2 e 8.2.1.

⁸⁰ “Am meisten aber braucht man es zu farben, darmit man die püchlein unnd hülzerne geschirr ferbet. Denn man brennet ein schöne blawe farbe auss wismut graupen, die etwan vil geldes gegolten, solche nennen die Töpffer, saffran farb, wie auch auss andern metallan allerley farb gebrennet werden”. IX sermone (*Vom Zyn, Bley, Glet, Wismut und Spiessglass, und den Sprüchen, so in der heyligen schrift hievon lauten*, pp. 134r-151r). MATHESIUS 1562, p. 142r.

⁸¹ Si tratta di una tecnica usata nei paesi germanici a partire dal XIV secolo, che prevede l'impiego di polvere di bismuto metallico per realizzare i fondi su cui dipingere. DEGGELLER 1963; SUTTER 1963; MAYR 1984.

⁸² In un documento redatto a Norimberga nel 1514 (Bayerisches Staatsarchiv Nürnberg, Reichsstadt Nürnberg Stadtrechnungsbelege n. I/1182) sono citati i *Farbprennern*, ossia i fabbricanti di pigmenti che facevano uso delle fornaci. BURMESTER 1998, p. 66 e fig. IV.32 a p. 84.

⁸³ “Was von graupen zu letzt bleibe (beide vom schmelzen am Wind und disem schmelzen) davon pflegt man zepherfarb in grosser mening zu machen, die ist blaw, und wirt zu dem glass dasselb blaw zu ferben gebraucht, und hin und wider gekaufft und verfür”. ERCKER 1574, p. 127.

Schneeberg 1548 - Dresda 1598): “un tempo anche a Schneeberg si è fuso, insieme a molte aggiunte, un bell’azzurro di colore intenso (alto) o tenue (basso) dalla zafferera, come è chiamata, che prima è preparata dalle scorie del bismuto”⁸⁴. La testimonianza di Albinus, nato a Schneeberg, è particolarmente importante perché pone in relazione la confezione di un colorante a base di cobalto ottenuto dalle scorie del bismuto con questa città⁸⁵.

L’impiego delle scorie (il *recrementum* citato da Agricola) del bismuto per ottenere un vetro azzurro sarà una costante ribadita dagli studiosi successivi; oltre a quelli già menzionati, valgono fra i molti gli esempi di Johann Rudolph Glauber (Karlstadt a. Main 1604 - Amsterdam 1668), Johann Heinrich Pott (Halberstadt 1692 - Berlino 1777), Caspar Neumann (Züllichau [Slesia] 1683 - Berlino 1737) e Tobern Olaf Bergman (Katrinerberg 1735 - Bad Medevitz 1784).

Johann Rudolph Glauber afferma che “lo smalto azzurro è abitualmente preparato fondendo sabbia e potassa, con l’aggiunta di cobalto o scorie (*Graupen*) del minerale di bismuto, ma se si prende il salgemma (*fixes Erdsalz*) al posto della potassa lo smalto da solo non fonde, ma è più puro a causa dell’*Erdsalz*, perché questo è più puro della potassa”⁸⁶.

Il saggio di Johann Heinrich Pott sul bismuto (fig. 1.8) fornisce la summa delle conoscenze chimiche su quest’elemento nella prima metà del XVIII secolo, tra le quali troviamo la notizia di una zafferera, dal colore molto scuro, ottenuta calcinando i minerali di bismuto: “Minera autem Wismuthi calcinata constituit recrementa Bismuti, seu nigricantem Zafferam, (quod nomen Libavius a *Saffran* sive croco deducit) quæ ulteriori igne liquata vel per se, vel cum Borace, vel cum Sale alcalino et Terra vitrescibili producit vitrum cæruleum seu Smaltum, qualis simili ratione ex Minera Cobalti prodit; quod si quoque minera nostra cum Sale fusibili Microcosmi portione anatica calcinetur, et cum Terra Aluminis vitrificetur, fistit colorem pulchrum violaceum, in quo genere variæ additiones et variationes a curiosis facili negotio institui possunt”⁸⁷. Altra notizia interessante, la frequente associazione in natura del bismuto al cobalto, all’argento e, soprattutto, all’arsenico⁸⁸.

A proposito delle scorie del bismuto Caspar Neumann osserva che “The matter remaining after the eliquation of Bismuth, called *Wissmuthgraupen*, Bismuth-earth, or Caput Mortuum of Bismuth is employed for making a blue glass, in the same manner as calcined Cobalt”, chiosandolo con la seguente annotazione.

Bismuth ore – blue glass. The ores of Bismuth frequently accompany Cobalt, and always does participate of its colouring matter, as Cobalt almost always does of Bismuth. Probably, as Cramer observes, the two ores differ from one another only in this, that one contains more Bismuth than the other. - The residuum of Bismuth ore is said to afford a glass of a finer colour than that of Cobalt; and hence Bismuth has been held a mark of goodness of Cobalt, and supposed to contribute to the beauty of the colour. This conclusion, however, appears to be too hastily drawn; for most Cobalts seem to contain more Bismuth, than Bismuth ores do after eliquation. If the observation itself is well founded, it tends rather to prove that Bismuth is injurious to the colour; more especially as this semi-metal is itself easily convertible into a yellow glass, which should seem more likely to debase than to improve the blue colour of the Cobalt glass. The author of *Henckelius redivivus* mentions a Cobalt mine in Joachimsthal, abounding with Bismuth, but yielding a glass of no value⁸⁹.

⁸⁴ “Auff in Schneberg ist ein zeitlang schöne Lasur hoch und nidriger Farben, aus der Saffranfarbe, wie man sie nennet, so zuvorn aus Wissmuthgraupen *praeparirt*, mit etlichen zusetzen geschmeltzet worden”. ALBINUS 1590, p. 186.

⁸⁵ Cfr. paragrafo 8.2.1.

⁸⁶ “Die blaue Schmalte wird sonst bereitet von flüssiger Sand-Pott-Asche, und zuthun Kobolt oder Kraupen von Wissmut-Erz, wann man aber an statt der Pott-Aschen *fixes Erdsalz* nimmt, wird die Schmalte nicht allein flüssig, sondern auch reiner, wegen dess *Erdsalzes*, so reiner ist als di Pott-Aschen”. GLAUBER 1658, pp. 187-188.

⁸⁷ POTT 1739, pp. 173-174.

⁸⁸ *Idem*, p. 136.

⁸⁹ NEUMANN 1773, p. 170.



Fig. 1.9 - Arrostimento dei minerali di bismuto, dal *De re metallica* di Georgius Agricola. AGRICOLA 1556 e 1561, p. 350.



Fig. 1.10 - Raccolta dei minerali di bismuto e loro arrostimento, dalla *Beschreibung aller fürnemisten mineralischen Ertzt vund Berckwercks arten* di Lazarus Ercker. ERCKER 1574, p. 126v.



Fig. 1.11 - Arrostimento dei minerali di bismuto (nel forno vengono arrostiti i minerali senza Kobolt/Cadmia), dal *De re metallica* di Georgius Agricola. AGRICOLA 1556 e 1561, p. 351.



Fig. 1.12 - Arrostimento dei minerali di bismuto, dal *De re metallica* di Georgius Agricola. AGRICOLA 1556 e 1561, p. 352.



Fig. 1.13 - Arrostimento dei minerali di bismuto, dal *De re metallica* di Georgius Agricola. AGRICOLA 1556 e 1561, p. 353.

Tra gli autori citati Tobern Olaf Bergman è il più tardo e, pertanto, ci saremmo aspettati maggiori dettagli in merito alle modalità d'impiego delle scorie del bismuto per ottenere lo smalto; a compensare questa carenza di informazioni tecniche vi è invece una dovizia di notizie storiche sugli artefici che hanno impiantato le prime fabbriche di smalto in Boemia e in Sassonia e su quelli che hanno realizzato accorgimenti per recuperare l'arsenico durante la lavorazione dei minerali di cobalto in Boemia e a Meissen: "MINERAE cobalti, quae, una cum argento, vismuthum continent, scoriis caeruleis usum fuggerere debuerunt, diu tamen inter rejectanea minerarum latuerunt, usque dum SEB[astian] PREUSSLER in Bohemia anno 1571 et in Saxonia JOH[annes/Hans] JENITZ et JO[hannes/Hans] HARREN [Harrer] anno 1575 primi officinas pro vitro cobaltino estruerent. Pro arsenico ex iisdem colligendo dudum in Bohemia paraverat DAVID HEIDLER, et in Misnia HIER[onimus] ZURCH anno 1564"⁹⁰.

Al corredo iconografico del *De re metallica* di Agricola dobbiamo le prime incisioni in cui sono rappresentati operazioni e strumenti relativi alla metallurgia del bismuto; quella concernente l'estrazione del metallo mediante l'arrostimento dei minerali (liquazione del bismuto nativo)⁹¹ potrebbe avere come didascalìa il seguente brano dal *Bericht von denen Blau-Farben-Wercken und Zugutmachung der Kobolde und Wissmuth-Graupen* nella terza parte della *Ober-Sächsische Berg-Academie* di Carl Friedrich Zimmermann (Dresda 1713 - Dresda? 1747), intendente alle miniere sassoni e allievo di Johann Friedrich Henckel (Merseburg 1679 - Freiberg 1744)⁹².

ZIMMERMANN 1746, pp. 251-252

ZIMMERMANN 1752, pp. 590-592

Weiln die Kobolde gemeinlich Wissmuth mit sich führen, so werden dergleichen Stufen alleine gestürztet, und folgender Gestalt insgemein beschickt: Auf denen Berg-Halten oder nicht weit davon, wo ein feiner fester Rassen oder Boden anzutreffen ist, oder auch in Ermangelung dessen, wo nur die Gelegenheit ist, auf einen Platz eine festen Sohle von Lehm, gleich einem Tanne in der

Comme les mines de cobalt contiennent ordinairement du bismuth; l'on ne fait usage que du mineral qui est dans ce cas; voici comment on les travaille. Près des endroits où l'on a rassemblé ce qui a été tiré des mines, on choisit un emplacement ou terrain ferme et dur; ou si l'on n'en trouve point, on forme avec de l'argille une aire semblable à celles des

⁹⁰ BERGMAN 1787, p. 113. Quest'ultime informazioni sono state tratte da RÖSSLER 1700, p. 159.

⁹¹ AGRICOLA 1556 p. 267 e 1561, p. 350.

⁹² ZIMMERMANN 1746. Il trattato è stato tradotto pochi anni dopo in francese da d'Holbach col titolo di *Mémoire sur la manière dont le Saffre ou la Couleur Bleue tirée du Cobalt se fait en Saxe* e posto in appendice alla sua traduzione in francese dell'*Ars vitraria experimentalis* di Johann Kunckel. ZIMMERMANN 1752.

Scheune von 9 bis 12 Eilen ins Gevierde zu schlagen, daselbst und darauf werden zwey Stangen 1½ Grepel ohngefähr starck gelegt, das Holz wird zu Spreisseln gespalten, so lang als die Stangen sind, oder nachdem viel oder wenig zu schmelzen ist; diese Spreisseln, so ins Gevierde 1½ Zoll ohngefähr dicke, und solange als ein Scheid Holz sind, werden einer an der andern gelegt, die Wissmuth-Ertzte darauf gestürtzet, dass sie nur an einander zu liegen kommen, und alsdenn wird der Heerd mit Bränden und Kertzen-Spreisseln angezündet. Dieses geschieht, wenn es ziemlich starcken Wind hat, damit solcher das Feuer durchtreiben kann, da denn immer von Kertzen-Spreisseln, um bessere Hitze zu machen, zugeworfen werden. Ehe noch der Heerd gantz hinausgebrannt, kann man schon, wo er zuerst angefeuret worden, die ausgebrannten Stufen wiederum ausklauben, und so fort fahren, bis das Stufwerck alles wieder zusammen weg ist. Alsdenn nimmt der Bergmann einen Bergtrog und schwenget gegen den Wind, und säubert auf folgende Art die Asche und Kohlen vollends weg, dass die Wissmuth-Körner allein liegen blieben, ausser was etwan das Feuer von Stufen abgehoben hat; Alles dieses wird zusammen genommen aufbehalten, bis es auf einer Zeche kan geschmeltzet, an einem frischen Wasser reichlich ausgewaschen, und denn in eisern Pfannen geläutert und in Scheiben gegossen werden.

granges; cette aire a neuf ou dix aunes * [l'aune d'Allemagne est de deux piés, un pouce, cinq lignes et demie; Voyez le Dictionnaire du Commerce; nota del traduttore (d'Holbach)] en quarré, on y met deux perches qui ont une certaine épaisseur, on fend du bois en petits morceaux pour en mettre en travers tout le long des perches à proportion de la quantité de minéral que l'on veut faire fondre; ces morceaux de bois fendus qui sont environ d'un demi pouce de diametre de la longueur d'une bûche ordinaire se mettent les uns à côté des autres; on répand pardessus ce bois ainsi arrangé les mines de Bismuth, et pour lors on allume le feu. On fait ce travail lorsqu'il fait du vent afin qu'il puisse pousser le feu, que l'on entretient en y remettant continuellement de nouveaux morceaux de bois. Quand tout le bois est consumé on enlève la mine, un ouvrier la met dans un panier & le tourne au vent afin d'en faire partir toutes les cendres et les saletés qu'elle peut avoir contracté dans le feu; de cette maniere les grains de bismuth demeurent tout seuls à l'exception des parties que le feu peut en avoir détachées. On rassemble ces matieres et on les garde jusqu'à ce qu'on en puisse faire le lavage dans l'eau, on les raffine dans des poelles de fer, enfin on les fait fondre et on leur donne la forme de pains ou de gâteaux.

Il brano citato è anche riassunto all'interno della voce *SAFRE, SAFFRE, ZAFFRE ou SMALTE*⁹³ dell'*Encyclopédie* di Denis Diderot (Langres [Haute-Marne] 1713 - Parigi 1784) e Jean Le Rond d'Alembert (Parigi 1717 - 1783), il cui estensore è, come si evince dalla sigla apposta al termine del saggio (-), Paul Heinrich Thiry (Dietrich) barone d'Holbach (Edesheim [Palatinato] 1723 - Parigi 1789), cui si devono numerose voci scientifiche dell'*Encyclopédie*, nonché la traduzione francese del testo di Zimmermann da cui è stato tratto il brano sopra riportato. D'Holbach apporta alcune integrazioni in relazione alla zaffera non presenti in altri testi, che ne motivano la trascrizione.

Comme les mines de cobalt qui se trouvent en Misnie sont accompagnées d'une très-grande quantité de bismuth, on est obligé d'en séparer ce demi-métal, qui donnoit une mauvaise couleur au *safré*. Pour cet effet, on forme une aire, on y place deux longs morceaux de bois, le long desquels on arrange des petits morceaux de bois minces fort proches les uns des autres. On jette la mine par-dessus, on allume le bois lorsqu'il fait du vent, et le bismuth qui est aisé à fondre se sépare de la mine⁹⁴.

Più avanti nel saggio, d'Holbach riferisce anche della necessità e della maniera di recuperare altro bismuto metallico dalla successiva lavorazione della zaffera stessa.

Au fond des creusets [dove è la zaffera], dans lesquels on a fait la fonte, il s'amasse du bismuth, vu que ce demi-métal accompagne presque toujours les mines de cobalt que l'on

⁹³ DIDEROT 1765, pp. 490-493.

⁹⁴ Idem, p. 491.

trouve en Misnie, et il n'a pu en être totalement séparé par le grillage. Au-dessus de ce bismuth se trouve une matiere réguline, qui les Allemands nomment *speiss*; cette matiere a été peu connue jusqu'à présent. M. Gellert, dans le tems qu'il a publié sa *chymie métallurgique*, regardoit le *speiss* comme une vrai régule de cobalt pur; il dit qu'en faisant calciner cette matiere, un quintal de cette substance suffit pour colorer en bleu 30 ou 40 quintaux de verre, au-lieu que la mine de cobalt grillée de la maniere ordinaire ne peut colorer en bleu que huit à quinze fois soin poids de verre. Voyez la traduction françoise de la *chymie métallurgique* de M. Gellert, t. I, p. 45. Mais on a appris depuis que M. Gellert s'est retracté sur cet article: et aujourd'hui, avec tous les Métallurgistes saxons, il regarde le *speiss* comme une combinaison de fer, de cuivre et d'arsenic, et non comme un régule de cobalt⁹⁵.

D'Holbach fa riferimento in questo passo a un'opera, le *Anfangsgründe zur metallurgischen Chymie*⁹⁶ di Christlieb Ehregott Gellert (Haynichen [vicino Freiberg] 1713 - Freiberg 1795), professore di chimica metallurgica alla Bergakademie di Freiberg dalla sua fondazione (1765), che conosceva molto bene, in quanto l'aveva tradotta in francese⁹⁷. Anche noi, con d'Holbach, rimpiangiamo il fatto che Gellert si sia ricreduto, in quanto il regolo da lui isolato era probabilmente il cobalto metallico e non una combinazione di ferro, rame e arsenico; d'altra parte ciò non avrebbe costituito un primato nella scoperta ufficiale del cobalto, in quanto le ricerche di Georg Brandt sono di alcuni anni precedenti. A parte questa considerazione di poco conto, quello che più colpisce è la stima del potere colorante del cobalto, dalla quale si desume che il regolo isolato da Gellert non era poi così puro. La quantità di regolo da lui ritenuta necessaria per ottenere una colorazione azzurra intensa è pari a circa 2,5-3,3%, mentre per "la mine de cobalt grillée de la manière ordinaire" c'è bisogno di una quantità da due a cinque volte superiore, quando invece basterebbe lo 0,5% di ossido di cobalto. Il forte eccesso in peso nelle dosi stimate da Gellert ci dice pertanto quanto impura e quanto ricca di altri elementi era effettivamente la zaffera, oppure che era difficile trasformare tutto il cobalto metallico così ottenuto in ossido, giacché allo stato metallico non partecipa alla colorazione del vetro.

Un'ulteriore concisa descrizione dell'ottenimento delle "*Bismuth-Graupen*" si trova in un saggio inviato alla Royal Society di Londra dall'apotecario Johann Heinrich Link (Linck o Lincke; Lipsia 1674 - 1734) nel maggio 1726: "Minera Bismuthi (de qua quidem hoc loco specialissimus sermo non est, tamen cœruleo maximè inserviens, non prætereunda) igne aperto facilè effluere finit substantiam semimetallicam, quæ Bismuthum appellatur, et ad alios usus venditur; et relinquit lapidem seu terram itidem griseam, fixam, dictam *Bismuth-graupen*"⁹⁸.

In epoca più recente, al metodo di separazione del cobalto dal bismuto sopra descritto se ne sostituirà uno più sicuro ed efficace, che evita inoltre la dispersione di fumi nocivi, del quale se ne propone una descrizione tratta da un manuale tecnico italiano del XIX secolo.

A Schneeberg si ricava il bismuto da una miniera di cobalto, e vi si procede collocando i frantumi di questo minerale acciaccato in certi tubi di ferro, che avendo il diametro d'un decimetro sono lunghi circa quattordici decimetri; si dispongono così fatti tubi trasversalmente, ma un poco inclinati sopra un fornello, avvertendo che quella loro estremità per cui deve poi colare il bismuto sia semplicemente turata coll'argilla, mentre l'altra estremità debb'esser chiusa con un coperchio di ferro. Quando il minerale è convenientemente riscaldato, il bismuto separatosi scola dal tubo inclinato in una sottoposta capsula, vaschetta o recipiente in ferro; avvertasi però sempre di non dar troppo fuoco, atteso che il bismuto è molto facilmente ossidabile, e l'ossido di bismuto è volatile. Separato così il bismuto, ciò che rimane ne' tubi contiene il cobalto, e conviene trattarlo come si dirà⁹⁹.

⁹⁵ Idem, p. 492.

⁹⁶ GELLERT 1751.

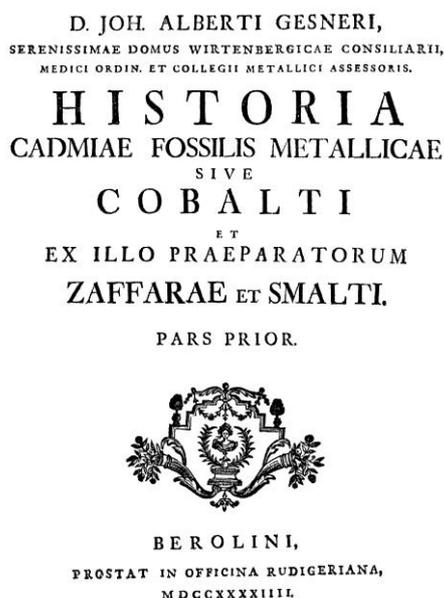
⁹⁷ GELLERT 1758.

⁹⁸ LINK 1728, p. 199.

⁹⁹ MALACARNE 1851, p. 136.

1.9 Cadmia-Galmey

Uno dei termini associati al cobalto è *cadmia*, impiegato soprattutto nei trattati scritti in latino concernenti l'alchimia, la metallurgia e l'arte mineraria. Il nome *cadmia* deriva dal mitico re di Tebe Cadmo, che insegnò agli uomini l'arte della metallurgia. Una disamina articolata sulla *cadmia* è contenuta nella voce *KOBALT* dell'*Ökonomisch-technologische Encyclopädie* di Johann Georg Krünitz (Berlino 1728 - 1796)¹⁰⁰ e, per venire a tempi più recenti, nelle note di Herbert Clark Hoover (Iowa 1874 - New York 1964), trentunesimo presidente degli Stati Uniti nonché ingegnere minerario, e di sua moglie Lou Henry Hoover (Waterloo [Iowa] 1874 - New York 1944) nella traduzione in inglese del *De re metallica* di Agricola¹⁰¹ e negli scritti di Pierre Eugène Marcellin Berthelot¹⁰². Ai passi cinquecenteschi citati da questi autori ne aggiungiamo solo uno tratto dalle *Taxa* di Berlino del 1574 che menziona la "Cadmia metallica, vulgo Cobaltum - Hüttenrauch [fumo di fornace]"¹⁰³. Negli autori tedeschi del XVIII secolo è comunque chiara l'associazione alla materia con cui colorare in azzurro i vetri, al punto da improntare il titolo di alcune opere dedicate all'argomento; a tale proposito si citano la *Historia cadmiae fossilis metallicae, sive cobalti, et ex illo preparatorum zaffarae et smalti* di Johann Albrecht Gessner (Roth [Ansbach] 1694 - Stoccarda 1760; fig. 1-14)¹⁰⁴ e la *Cadmologia, oder Geschichte des Farbenkobolds* di Johann Gottlob Lehmann (Langenhennersdorf 1719 - San Pietroburgo 1767; fig. 1-15)¹⁰⁵.



Figg. 1.14-1.15 - Frontespizi della prima parte dell'*Historia cadmiae fossilis metallicae, sive cobalti, et ex illo preparatorum zaffarae et smalti* di Johann Albrecht Gessner (Berlino, 1744) e della prima parte della *Cadmologia, oder Geschichte des Farben-Kobolds* di Johann Gottlob Lehmann (Königsberg, 1761). Il riferimento alla *cadmia* nel titolo di queste due opere testimonia come ancora nel XVIII secolo negli ambienti scientifici germanici questo termine fosse strettamente legato ai minerali a base di cobalto.

¹⁰⁰ KRÜNITZ 1788, pp. 5-6.

¹⁰¹ AGRICOLA 1912, pp. 112-114 e 214.

¹⁰² BERTHELOT 1938, pp. 239-240.

¹⁰³ FLACCO 1574, pagina non numerata.

¹⁰⁴ GESSNER 1744.

¹⁰⁵ LEHMANN 1761 e 1766.

Nella presente trattazione si getta uno sguardo ai soli autori cinquecenteschi. Secondo Johann Beckmann, Agricola è stato il primo a utilizzare il termine latino *cadmia* per designare il cobalto¹⁰⁶. Dal confronto delle edizioni latina e tedesca del *De re metallica* deduciamo la totale equivalenza dei termini *Kobelt* e *cadmia* (in particolare la *cadmia metallica*). I termini sono riferiti da Agricola a un minerale contenente arsenico, senza però indicarne la possibilità di estrarre da essi il colorante azzurro corrispondente alla zaffera, attribuita da quest'autore, come abbiamo visto nel paragrafo 1.8, unicamente al bismuto, metallo che può essere associato al *Kobelt*. In ogni caso, tutti i commentatori moderni e gli storici della scienza sono unanimi nel riconoscere in *Kobelt* e *cadmia* citati da Agricola i vari minerali costituiti da arseniuri, solfoarseniuri e arseniati di cobalto (con l'eventuale presenza accessoria di nichel), che si trovano in grande quantità nelle miniere sassoni.

Cardano pone la *cadmia* tra i semimetalli¹⁰⁷, ma non fa alcun riferimento a legami col cobalto (inserito anch'esso tra i semimetalli), o alla possibilità di trarre da essa sostanze con cui colorare in azzurro vetro o ceramica che invece, come abbiamo visto a proposito della zaffera, chiama *sydereia* o *zaphera*¹⁰⁸.

L'equivalenza tra il tedesco *Kobelt* e il latino *cadmia metallica fossilis* è ancora sottolineata, quasi allo scadere del secolo, da Petrus Albinus, distinguendola però dalla *cadmia fossilis*, che riferisce a un minerale calaminare (contenente zinco), corrispondente al tedesco *Galmey*: “fra i metalli che non possono essere fusi, come attestano Agricola e altri, c'è anche il *Kobelt*, che i latini chiamano *Cadmiam metallicam fossilis*, e che differenziano dalla *Cadmia fossilis*, che i tedeschi chiamano *Galmey* e altri *lapidem calaminarem* e altri ancora *fumi di fornace (Hüttenrauch)* ... Ma si tratta di *Cobelt*, un metallo velenoso e duro che ha bisogno di un calore grandissimo [per essere fuso], da cui l'argento non si estrae facilmente”¹⁰⁹. Comunque, l'identificazione di *Galmey* con i minerali di cobalto è successivamente testimoniata da Krünitz¹¹⁰ e dai fratelli Grimm¹¹¹.

1.10 Smalto

La parola smalto deriva dal latino medievale *smaltum*, attestato già nel IX secolo, che a sua volta deriva dalla medesima radice indoeuropea da cui discende l'altotedesco *smelzan*, donde il termine tedesco *schmelzen* (fondere)¹¹². Per quanto concerne i pigmenti impiegati nella pittura murale e da cavalletto il termine *smalto*, a partire probabilmente dal XIV secolo, viene a designare un pigmento azzurro ottenuto dalla macinazione di un prodotto vetroso

¹⁰⁶ “Ich vermuthe, dass Agricola zuerst diesen lateinischen Namen für Kobolt gebraucht hat”. BECKMANN 1792, nota 3 a p. 205.

¹⁰⁷ CARDANO 2004, pp. 499 e 521.

¹⁰⁸ Idem, p. 505.

¹⁰⁹ “Unter den ungeschmeltzten Metallen wie Agricola und andere davon reden, ist auch der Kobelt, welchen die Latini *Cadmiam metallicam fossilis* nennen, damit sie einen unterschied machen von den *Cadmia fossilis* welche wir zu Deutsch Galmey, und sonst *lapidem calaminarem* nennen, und von der *Cadmia fornacum*, das sind mitlere und obere Ofenbrüche, und allerley Hüttenrauch ... Es ist aber Cobelt, ein zehes und heisgretiges wildes und giftiges Metall, gibt die Silber ungerne von sich”. ALBINUS 1590, p. 139.

¹¹⁰ “Il *Galmey* è in alcuni paesi, soprattutto nella Germania superiore, conosciuto sotto il nome di cobalto” (“Der Galmey ist in einigen, besonders oberdeutschen, Gegenden unter dem Nahmen des Kobaltes bekannt”). KRÜNITZ 1788, p. 2.

¹¹¹ GRIMM 1878, col. 1537; GRIMM 1873, col. 1201.

¹¹² GAUTHIER 1972, p. 17. Già nel XVII secolo Johann Scheffer (Strasburgo 1621 - Uppsala 1679), trattando dei pigmenti azzurri, aveva sottolineato tale derivazione, ipotizzando che il pigmento fosse sconosciuto agli antichi e che la materia colorante fosse rinvenibile anche nei metalli (“*Smaltum, Smalte, vel Smeltze, veteribus non existimo fuisse notum, reperitur ipsum quoque in metallis*”), ipotesi entrambe che ci appaiono molto in anticipo su gran parte degli scrittori a lui contemporanei o successivi. SCHEFFER 1669, p. 169.

colorato con cobalto, a causa della prevalenza che il colore azzurro ha negli smalti usati in oreficeria.

La fortuna dell'azzurro di smalto in pittura è dovuta ai costi sensibilmente minori rispetto a lapislazzuli e azzurrite; il prezzo relativamente basso non l'ha comunque messo al riparo da adulterazioni o tagli con materiale più scadente o inerte, come testimoniato in un trattato inglese sulla miniatura stampato per la prima volta nel 1573¹¹³: “*To temper smalt or florrey [guado]. Smalt or florrey being tempered in a shell with gum water makes a blue, but not too perfect a color as azure or bice both make. The Apothecaries do put to it often times fine sand or chalk to multiply it to their profit. Therefore in choosing of it, take that which is bright of color, and not harsh, but soft between the fingers*”¹¹⁴. Nello specifico della pittura murale lo smalto presenta inoltre indubbi vantaggi rispetto agli altri pigmenti azzurri, grazie all'elevata stabilità che, a differenza dell'azzurrite e del lapislazzuli, ne consente la stesura ad affresco¹¹⁵.

Attualmente si tende a indicare il pigmento col termine *smaltino*, ma in origine il diminutivo attestava semplicemente un pigmento di tonalità più chiara, analogamente a *giallolino* o *giallorino*; la denominazione più appropriata sarebbe *azzurro di smalto*, potendo lo smalto assumere colorazioni differenti dall'azzurro ed essendo inoltre documentato l'impiego di pigmenti ottenuti da prodotti vetrosi di colore differente dall'azzurro (ad esempio verde) sia dalle fonti scritte¹¹⁶ che da analisi direttamente eseguite sulle opere¹¹⁷.

È stato sottolineato che nei dipinti su supporto mobile del XV secolo lo smalto non è mai usato da solo, ma è invece associato a lapislazzuli o azzurrite¹¹⁸, il che potrebbe implicare la volontà, da parte del pittore stesso o del suo approvvigionatore, di tagliare un pigmento azzurro relativamente costoso con un altro più economico.

Dallo smalto deriva il nome della smaltite o smaltina, minerale costituito da arseniuro di cobalto¹¹⁹.

¹¹³ *A very proper treatise, wherein is briefly sett forth the arte of Limming*, tradizionalmente attribuito al suo stampatore, Richard Tottill, o Tottel (? 1525/30 - Londra? 1594). TOTTILL 1573.

¹¹⁴ Il testo (“transcribed into modern English”) è stato preso dall'edizione del trattato disponibile in rete all'indirizzo www.oocities.org/collegedpark/library/2036/LIM1.HTM.

¹¹⁵ Per una disamina riguardo a tale pigmento, di uso comune soprattutto nella pittura murale a partire dalla terza decade del XV secolo, ma individuato anche su alcune opere del XIV secolo, si rimanda a RICHTER 2004; STEGE 2004; BORGIA 2005. In ambito occidentale si ha la segnalazione di un pigmento a base di cobalto (lo smalto?) in un contesto databile addirittura al XIII secolo (la policromia del portale nord [di san Giovanni] della cattedrale di Rouen), ma l'analisi pubblicata nel 1852, non ha trovato conferme successive. CAILHOL 1960.

¹¹⁶ “Anchora di quello verdo che si fa di vetro como si usa etiam de ogni colori: questa e cosa notissima che fu appellato smalto”. CESARIANO 1521, p. 120v. “Non lascerò già di dire, che [Cennino] non fa menzione, e forse non dovevano essere in uso, d'alcuni colori di cave, come, terre rosse scure, il cinabrese, e certi verdi in vetro; si sono similmente ritrovate poi, la Terra d'ombra, che e di cava, il giallo Santo, gli smalti a fresco, et in olio, et alcuni verdi, e gialli in vetro, de' quali mancarono i pittori di quell'età”. VASARI 1568, vol. I, p. 198.

¹¹⁷ BERRIE 2005.

¹¹⁸ STEGE 2004.

¹¹⁹ A titolo di curiosità si segnala in un articolo tecnico sulla zaffera e il cobalto un'antistorica inversione nell'etimologia dello smalto: “Le smalte, (smalta, smolte, schmolte, sinolte...) la racine ou l'origine de ce mot provient certainement de la «smaltine» qui est un arsénium de cobalt”. HARTWIG 2001, p. 42.

Capitolo 2

L'impiego di cobalto nell'antichità

L'origine dell'utilizzo del cobalto nelle varie aree geografiche in Europa e nel vicino Oriente da parte di differenti culture storiche o protostoriche non si è manifestata in maniera sincronica, anzi essa si dispone su tempi dilatati. Solo recentemente gli studiosi hanno cercato di affrontare l'argomento in maniera sistematica e organica, all'interno di studi sulle singole civiltà, utilizzando dati ottenuti da scavi scientificamente documentati, campagne di misure su gruppi di manufatti rappresentativi per numero e per provenienza certa, prospezioni e ricerche minerarie e ricostruzioni di archeologia sperimentale. A tutto ciò si aggiunge che spesso gli studiosi hanno cercato di spiegare i risultati analitici o colmare le lacune nelle conoscenze in merito ai possibili siti di provenienza utilizzando informazioni desunte da epoche molto più tarde (il basso medioevo o gli esordi dell'età moderna), chiamando in causa i siti europei nell'Erzgebirge (in particolare Schneeberg) o nell'altopiano iranico (Kāshān), poiché a essi si ricollegano le poche testimonianze dirette attestate nelle fonti scritte del XIV e XV secolo d.C..

Nel presente capitolo si cercherà di esporre quanto sinora dibattuto sull'argomento fornendo, in alcuni casi, un quadro evolutivo delle teorie e delle ipotesi formulate.

2.1 Egitto e Mesopotamia

Il cobalto è stato impiegato nell'antichità sia dalle culture che si svilupparono nell'area mesopotamica che da quella egiziana. Il reperto contenente cobalto più antico finora identificato è un frammento di vetro blu databile al 2050 a.C. circa (III dinastia di Ur) e proveniente dall'antica Eridu (Abu Sharain, Iraq; fig. 2.1)¹, "perhaps the most famous single piece of raw glass from Mesopotamia"². Il manufatto è conservato al British Museum (inv. 115474); sulla base della sua datazione così alta Harry Mason Garner (Wymeswold [Loughborough, Leicestershire] 1891 - Camberley [Surrey] 1977) ipotizza che l'arte vetraria, così come la tecnologia di colorazione in azzurro del vetro, sia stata introdotta dalla Mesopotamia in Egitto.



Fig. 2.1 - Blocco di vetro (3.8x3.4x3.3 cm) rinvenuto a Eridu (Abu Sharain, Iraq) e databile attorno al 2050 a.C.. Londra, British Museum, inv. 115474, [The Trustees of the British Museum].

¹ GARNER 1956a, dove è anche riportata la composizione.

² MOOREY 1994, p. 191. Per una rassegna sui vetri azzurri colorati col cobalto nel II millennio a.C. si rimanda a PULAK 2001, p. 26 e alla bibliografia ivi citata.

In merito a testimonianze epigrafiche riconducibili all'impiego del cobalto per colorare i vetri, nelle tavolette mesopotamiche contenenti ricette vetrarie studiate da Adolf Leo Oppenheim (Vienna 1904 - Berkeley 1974), Robert Howard Brill (Newark [New Jersey] 1929), Dan Barag (Londra 1935 - Gerusalemme 2009) e Axel von Saldern (Postdam 1923 - Söcking 2012)³ esiste un'unica attestazione che gli autori riconducono a minerali di cobalto. Si tratta della parola "kalgūgu-earth", a causa del grande potere colorante del materiale a essa associato, come desunto dal contesto stesso della ricetta⁴. Deve però essere sottolineato che in area mesopotamica la presenza di cobalto è rara in reperti databili al II millennio a.C., mentre è relativamente frequente in quelli del I millennio a.C.⁵. Riguardo all'occorrenza di minerali di cobalto nei vicini altopiani anatolico e iranico si rimanda al capitolo 6; si tratta comunque di siti dove è a volte documentata per le epoche preistorica e protostorica un'attività mineraria e metallurgica riferita al rame⁶.

Per quanto concerne l'antico Egitto è sicuro che il cobalto è stato impiegato in maniera intenzionale durante il nuovo regno (XVIII-XX dinastia, 1550-1070 a.C., in particolare dalla XVIII dinastia, 1550-1292 a.C.)⁷, durante il periodo tardo (XXVI-XXXI dinastia, 664-332 a.C.) e quello tolemaico (332 a.C.-30 d.C.). Sulla base della composizione dei reperti è stata ipotizzata una diversa origine dei minerali di cobalto tra il primo e gli altri due periodi storici sopra indicati; inoltre, si è ormai concordi nel ritenere che nel primo caso, ossia durante il nuovo regno, la fonte di cobalto derivasse dall'allume reperibile nelle grandi oasi a ovest del Nilo (Kharga e Dhakla)⁸. Tale ipotesi, formulata per la prima volta alla fine degli anni '30 del XX secolo⁹, è stata successivamente ripresa nel 1980¹⁰ e, infine, nel 1983¹¹, prendendo definitivamente piede tra gli studiosi. Le ipotesi sulla provenienza dei minerali di cobalto impiegati durante il periodo tardo e quello tolemaico (664 a.C.-30 d.C.) non hanno invece portato a un'attendibile e definitiva localizzazione dei giacimenti dei minerali¹².

Secondo Bernard Gratuze non esisterebbe un grosso iato tra il primo e il secondo periodo; nel lasso di tempo che separa questi due periodi (1069-664 a.C.) gli egiziani avrebbero continuato a estrarre coloranti a base di cobalto dagli allumi delle oasi occidentali di Kharga e Dhakla, seppur con modalità leggermente differenti. L'affermazione di Gratuze si basa

³ Le ricerche condotte da questi studiosi sulle ricette riportate su tavolette mesopotamiche sono state precedute da quelle di Reginald Campbell Thompson (Londra 1876 - 1941). CAMPBELL THOMPSON 1925.

⁴ OPPENHEIM 1970, p. 52.

⁵ SHORTLAND 2006a, p. 163.

⁶ BAZIN 1969, pp. 65-67; GILES 1974; YENER 1991, p. 546; PIGOTT 1999, pp. 78-79.

⁷ I reperti più antichi in cui è stato riscontrato l'uso intenzionale di coloranti a base di cobalto risalgono al regno di Tuthmosis III (1479-1425 a.C.). LILYQUIST 1993. Analisi molto precedenti segnalano addirittura reperti risalenti alla V dinastia (2680-2530 a.C.). TOCH 1918; BERG 1944, p. 210. Tali risultati sono stati in seguito confutati. LUCAS 1948, p. 293.

⁸ A giudicare dal forte incremento della produzione di vetri blu colorati col cobalto è stato ipotizzato che lo sfruttamento sistematico e intensivo delle oasi occidentali sia avvenuto solo a partire dal regno di Tuthmosis IV (1400-1390 a.C.). Infine, il rinvenimento di questo genere di manufatti nelle tombe dei faraoni ha fatto ipotizzare che essi fossero di appannaggio reale, mentre la perifericità di queste oasi ha portato a supporre la necessità di vere e proprie spedizioni militari per l'approvvigionamento, che solo il faraone era in grado di sostenere. NICHOLSON 2007, pp. 7 e 158. Per l'origine del cobalto impiegato sui manufatti realizzati durante i regni di Amenofi III (o Amenhotep III; regno 1387 a.C. (± 30 anni)-1348 a.C. (± 30 anni) e Akhenaton (o Ekhnaton, precedentemente noto come Amenofi IV o Amenhotep IV; regno 1350 (± 30 anni)-1330 a.C.) Lorna Lee e Stephen Quirke ritengono possibile, in alternativa alla derivazione dalle oasi occidentali, una provenienza dai balcani. LEE 1999, p. 111.

⁹ FARNSWORTH 1938, p. 159; COTTEVIEILLE-GIRAUDET 1930.

¹⁰ BACHMANN 1980.

¹¹ KACZMARCZYK 1983, p. 151; KACZMARCZYK 1986.

¹² Una delle ipotesi formulate riguarda l'Iran o il Caucaso. KACZMARCZYK 1983, p. 53.

Fig. 2.2 - Lingotti di vetro azzurro colorati col cobalto rinvenuto su un relitto miceneo nei pressi di Ulu Burun, otto chilometri a sudest di Kaş, naufragato attorno al 1325 a.C.. The Bodrum Museum of Underwater Archaeology.



però sull'analisi di manufatti non rinvenuti in Egitto, ma di perle azzurre scoperte in siti francesi databili tra la fine dell'età del bronzo e l'inizio dell'età del ferro¹³.

In merito al cobalto estratto dagli allumi delle oasi occidentali sono state effettuate ricerche di archeologia sperimentale, ottenendo vetri azzurri da campioni di allume estratti da queste oasi; ciò ha consentito di verificare definitivamente la congruenza delle ipotesi sulla base delle concentrazioni di tutti gli altri elementi determinati¹⁴. I dati composizionali hanno così indicato che semilavorati o prodotti finiti colorati col cobalto derivato dall'allume egiziano sono stati esportati nel Mediterraneo orientale (XIV sec. a.C.)¹⁵, in Gallia (in reperti databili dal IX al VII secolo a.C., nel periodo di transizione tra l'età del bronzo e quella del ferro¹⁶ o su relitti naufragati in epoca più recente¹⁷) e in area mesopotamica (sino al VII secolo a.C.)¹⁸. L'estensione dell'impiego degli allumi cobaltiferi delle oasi occidentali fino al VII secolo a.C. e il suo riscontro su manufatti prodotti molto lontano dal luogo di estrazione di tali allumi aprono alcuni interrogativi; l'ipotesi che durante il periodo tardo gli antichi egizi abbiano fat-

¹³ GRATUZE 2005, p. 275.

¹⁴ SHORTLAND 2006a. Riguardo agli elementi associati al cobalto si rileva che "the compositions of the cobalt blue pigment layers are characterized by high aluminium, magnesium, nickel, zinc, iron and manganese contents". SHORTLAND 2006b, p. 95. In una successiva pubblicazione è stata verificata una leggera variabilità di composizione in funzione dell'impiego: "The new quantitative analyses of the cobalt blue painted pottery have confirmed that the cobalt pigment was almost certainly produced using cobaltiferous alums from the Dakhla and Kharga Oases in the Western Desert of Egypt. However, it appears that the alums used for the pigments were somewhat different in composition from those used in the production of cobalt blue frits and glasses, this may be due to a different alum source being used for different materials, or may instead suggest a sorting of alum from one source into grades, each, in the mind of the worker, more suitable for one use than another. There were also differences in composition between alums used at Malkata and Amarna, but these latter differences are significantly less than those between cobalt blue paint and the glass and frit, and when the different states of preservation of the pigment layers are taken into account, may not be significant". SHORTLAND 2006b, pp. 97-98.

¹⁵ Esempio è il rinvenimento di lingotti di vetro blu in un relitto miceneo nei pressi di Ulu Burun, otto chilometri a sudest di Kaş, naufragato attorno al 1325 a.C.. HENDERSON 1985, p. 281. PARKER 1992, scheda 1193, pp. 439-440. Si ritiene ormai pressoché concordemente che i vetri azzurri rinvenuti a Ulu Burun sono stati prodotti in Egitto; per una sintesi delle ricerche sui vetri di questo carico si rimanda a PULAK 2001, pp. 25-30. In precedenza DAYTON aveva espresso la certezza che per il carico di Ulu Burun "the cobalt glass ingots could only come from the Erzgebirge". DAYTON 1993, p. 31.

¹⁶ GRATUZE 2005, p. 275.

¹⁷ Circa una tonnellata di blocchi di vetro grezzo blu da un relitto (*Sanguinaire A*) naufragato nel Golfo di Ajaccio nel III secolo a.C.. FOY 2001b, p. 102. Blocchi vetro grezzo blu da un relitto (*Lequin 2*) naufragato a Pointe du Lequin, nell'isola di Porquerolles, a sud di Tolone, nel III secolo a.C.. FOY 2001b, p. 102. "Blue glass ingots" da un'imbarcazione inabissatasi attorno al 100-25 a.C. presso la Jaumegarde, nell'isola di Porquerolles. PARKER 1992, scheda 530, p. 221.

¹⁸ READE 2005, pp. 25-26.

to uso di coloranti a base di cobalto differenti da quelli ricavati dagli allumi delle oasi occidentali utilizzati precedentemente (nel nuovo regno), a fronte invece del commercio di questi allumi su lunghe distanze (nel bacino del Mediterraneo e in area mesopotamica) lascia infatti alquanto perplessi. Ovviamente non sono le lunghe distanze che preoccupano, visto che già per il XIV secolo a.C. sono state riscontrate evidenze archeologiche in merito al commercio via mare di lingotti e rottami di vetro blu colorato col cobalto, che le analisi hanno dimostrato essere stato prodotto in Egitto¹⁹, bensì l'assenza di riscontri concernenti l'utilizzo del materiale, nella stessa epoca, in prossimità dei siti di estrazione. Se effettivamente il cobalto importato dagli egizi nel periodo tardo veniva dall'Iran, perché non era utilizzato in area mesopotamica, visto che questo commercio la attraversava? Perché poi importarlo in Egitto, visto che gli allumi delle oasi occidentali potevano essere utilizzati per coprire la domanda interna e venivano invece estratti per essere esportati?

A questi interrogativi è difficile rispondere, comunque solo in maniera poco convincente. Si potrebbe infatti ipotizzare che la resa degli allumi non fosse soddisfacente per gli artefici egiziani, in termini di tonalità o saturazione del colore, oppure che le fonti di approvvigionamento dei minerali di cobalto che hanno sostituito gli allumi di Kharga e Dhakla fossero più vicine o più economiche oppure, ancora, che esistessero ulteriori fonti di allumi cobaltiferi esterne all'Egitto, non ancora individuate dai ricercatori moderni.

Si deve inoltre segnalare che la sovrapposizione cronologica per i manufatti rinvenuti al di fuori dell'Egitto per i quali è stato ipotizzato l'impiego degli allumi cobaltiferi e di quelli egiziani per i quali invece tali minerali non sono stati più utilizzati come coloranti azzurri non è perfetta. Gli estremi indicati per i vetri rinvenuti in siti protostorici francesi colorati in azzurro con gli allumi vanno in genere dal IX al VII secolo a.C., quelli dei vetri assiri aventi la medesima caratteristica giungono sino al VII secolo a.C., quindi in entrambi i casi non è detto che il VII secolo a.C. sia coperto interamente, mentre per quanto concerne l'Egitto gli estremi indicati si riferiscono ai periodi dinastici, ma anche in questo caso non è detto che la XXVI dinastia (664-525 a.C.), che segna l'inizio dell'impiego del nuovo minerale, debba essere compresa per intero. A questo punto i dati a disposizione potrebbero non essere in contraddizione, bensì attestare che il cambio tecnologico, ossia il passaggio dagli allumi cobaltiferi a minerali di cobalto di differente natura (o l'affiancamento di una soluzione alternativa), sia avvenuto nel corso del VII secolo a.C. e che tale scoperta abbia incentivato in Egitto l'impiego di coloranti azzurri su ceramiche e vetri, altrimenti non rilevante, forse perché legato a una resa non soddisfacente o perché l'esportazione del cobalto derivato dagli allumi era ritenuta più lucrosa. In entrambi i casi al posto degli azzurri ottenuti col cobalto si erano sino a quel momento preferite colorazioni azzurre intense più agevoli ed economiche ottenute con la cuprorivaite, un silicato artificiale di calcio e rame, che proprio per la frequenza con cui è stato impiegato in Egitto è noto agli studiosi come *blu egizio* (fig. 1.1)²⁰. Il quadro attuale della situazione concernente l'impiego di cobalto attorno al VII secolo a.C., o in un'epoca di poco precedente, non è ancora sufficientemente definito e si resta in attesa di ulteriori ricerche e determinazioni su manufatti provenienti da altri siti del Mediterraneo e del Vicino Oriente, nonché su manufatti egizi del nuovo regno, al fine di creare una base statistica attendibile per le conferme alle teorie sinora proposte.

Tornando ai testi cuneiformi studiati da Oppenheim, Brill, Barag e Saldern, la menzione di un allume rosso di *varietà maschile* ("male" red alum) come ingrediente nella manifattura di un vetro che ha il colore del lapislazzuli in una tavoletta proveniente dalla biblioteca di Assurbanipal (668-627 a.C.) a Ninive²¹ sembrerebbe costituire una testimonianza in merito all'estrazione del cobalto dagli allumi, proprio in un periodo coincidente con la datazione dei vetri assiri da Nimrud, per la cui colorazione azzurra è stato ipotizzato l'uso di allume cobaltifero proveniente dalle oasi occidentali del Nilo²². La colorazione rossa dell'allume ci-

¹⁹ NICHOLSON 1997; MATOÏAN 2000, p. 40.

²⁰ Per quanto concerne il pigmento e la tecnologia di produzione si rimanda a RIEDERER 1997 e ai contributi specifici a essa dedicati pubblicati in BUSZ 1999.

²¹ OPPENHEIM 1970, p. 41.

²² READE 2005, p. 24.

tato nel testo cuneiforme sembrerebbe inoltre confermare la presenza di cobalto nella composizione del minerale ²³. A questo punto, il riferimento a un allume cobaltifero in un testo assiro, piuttosto che l'importazione dall'Egitto di un semilavorato vetroso, implica l'importazione diretta dell'allume o, in alternativa, l'approvvigionamento di questo allume da una fonte locale mesopotamica ancora sconosciuta. A questa ipotesi sembrerebbero pure condurre i dati composizionali di manufatti mesopotamici molto più antichi. Su asce cerimoniali in vetro azzurro a imitazione del lapislazzuli provenienti da Nippur e databili al XIV e al XIII secolo a.C. il confronto con i coevi vetri egizi, a fronte di una comune correlazione del cobalto con l'alluminio, mostra infatti vistose differenze: la correlazione del cobalto col ferro e, forse, con minimi quantitativi di arsenico nelle asce da Nippur mentre nei coevi vetri egizi il cobalto è correlato con magnesio, nichel e zinco ²⁴.

2.2 Europa protostorica

Rispetto alla situazione determinata sui manufatti egizi del nuovo regno, ampiamente documentata nella letteratura scientifica concernente vetri e ceramiche, il confronto con i risultati conseguiti da Gratuze sui vetri azzurri protostorici rinvenuti in siti francesi di alcuni secoli posteriori mostra differenze significative. Per prima cosa si rileva una presenza di cobalto inferiore di almeno cinque volte in questi vetri, il che potrebbe rendere conto della parsimonia con cui è stato impiegato un materiale importato da lontano. A fronte della similitudine dei rapporti delle concentrazioni di alcuni elementi chiave con quelle di cobalto (in particolare nichel e zinco), che attesta la provenienza dei minerali dal medesimo sito, nei vetri protostorici rinvenuti in siti francesi sono stati determinati tenori di magnesio e potassio fortemente minori e di alluminio fortemente maggiori. Mentre le differenze riguardo al magnesio e, soprattutto, al potassio sono state imputate alla composizione del vetro, in particolare all'impiego di differenti fondenti, le variazioni nei tenori di alluminio possono solo in minima parte essere spiegate in relazione a differenze di composizione negli ingredienti utilizzati per ottenere la massa vetroso, in particolare la sabbia. Ciò ha portato Gratuze a ipotizzare che per i manufatti prodotti nell'epoca di transizione tra l'età del bronzo e quella del ferro sia subentrato rispetto all'Egitto del nuovo regno un cambiamento sostanziale nella tecnologia associata all'impiego degli allumi cobaltiferi: "ces proportions importantes d'aluminium et de magnésium rencontrées pour les verres de l'Âge du Fer pourraient indiquer qu'à cette époque on utilise directement l'alun comme base colorante, sans concentration préalable du cobalt, comme cela semble être le cas durant la 18^e dynastie égyptienne" ²⁵.

Anche Gratuze, come quasi tutti quelli che hanno vagliato l'ipotesi relativa all'impiego di coloranti a base di cobalto estratti dagli allumi delle oasi a ovest del Nilo, ha direttamente analizzato campioni di allume prelevati *in situ* (a Kharga e Dhakla). Secondo lo studioso francese essi sono classificabili in tre categorie principali: allumino-magnesiaci, sodio-magnesiaci e ferruginosi. Il cobalto è presente solo nella prima e nella terza categoria; mentre la prima è stata sicuramente utilizzata per estrarre il colorante per i vetri azzurri, sulla base dei dati di composizione determinati su perle vitree nere rinvenute in scavi a Courtesoult e Mons (elevati tenori di ferro, cobalto in tracce e presenza di zinco e nichel) lo studioso ipotizza l'impiego della terza categoria per ottenere paste vitree nere ²⁶. Ciò amplia notevolmente il quadro delle conoscenze tecnologiche che abbiamo per tale epoca e presuppone un'intenzionalità che si spera sia presto verificata con lo studio di altro materiale, non solo rinvenuto in siti protostorici francesi, ma anche in siti egiziani o mediorientali, a conferma dell'effettiva provenienza anche di questo colorante dagli allumi delle oasi occidentali.

²³ La presenza di cobalto negli allumi di Kharga era stata infatti ipotizzata per la prima volta da Hugh John Llewellyn Beadnell (? 1874 - Londra 1944), proprio a causa della colorazione rosa dei minerali. BEADNELL 1909.

²⁴ WALTON 2012.

²⁵ GRATUZE 2005, p. 274.

²⁶ Idem, p. 270.

I dati concernenti l'Europa celtica mostrano comunque un panorama articolato. Gratuze, infatti, segnala un'altra fonte di approvvigionamento di cobalto per i vetri dell'età del bronzo finale, facendo riferimento a reperti rinvenuti a Lenarda, sito etrusco dell'Italia settentrionale, nei quali al cobalto sono associati nichel e forti tenori di arsenico, mentre sono praticamente assenti zinco, alluminio e magnesio, elementi normalmente associati agli allumi cobaltiferi²⁷.

Uno studioso che ha investigato e speculato molto riguardo all'utilizzo e all'origine del cobalto in epoca protostorica è John E. Dayton, acceso sostenitore della provenienza da Schneeberg, nell'Erzgebirge, per i minerali di cobalto utilizzati dai micenei e dagli egiziani, sulla base della determinazione di arsenico, nichel e bismuto²⁸ (elemento quest'ultimo assente negli allumi), associazione che però caratterizza anche i minerali di cobalto reperibili in Iran²⁹. Si deve peraltro osservare che gran parte dei lavori di Dayton sull'argomento precedono quelli di Alex [Alexander] Kaczmarczyk (Polonia 1932 - Parigi 2009) sulla derivazione del cobalto utilizzato nell'antico Egitto dagli allumi delle oasi occidentali. Dayton è stato comunque tra i primi a mettere a fuoco il ruolo essenziale che ha avuto la metallurgia dell'argento nelle scoperte inerenti l'impiego di coloranti a base di cobalto; dal punto di vista analitico questo studioso ha utilizzato l'analisi di fluorescenza x e l'analisi isotopica del piombo. Grazie a quest'ultime ricerche è stato in grado di escludere per l'antichità la provenienza del cobalto da siti importanti in epoche successive, quali quelli in Marocco, Persia e Cornovaglia, e di proporre che "the cobalt blue glass of the Hallstatt Period is coming from Schemnitz [Banská Štiavnica] in Hungary [attualmente nella Repubblica Slovacca], a classic silver containing area, where cobalt, a rare mineral, is found"³⁰.

Altri autori, invece, hanno ipotizzato che il cobalto utilizzato dai Celti, in particolare per i bellissimi braccialetti di vetro blu del periodo di La Tène (fig. 2.3), provenisse da siti minerari come Sulzburg nella Foresta Nera, Sainte-Marie-aux-Mines in Alsazia o ancora la Valle d'Anniviers in Svizzera³¹, ipotesi che al vaglio degli studi recenti appaiono azzardate o superate.



Discutendo le analisi condotte su un nutrito gruppo di vetri blu di origine celtica rinvenuti nell'*oppidum* di Manching in Baviera (III. sec. a.C. - 40 d.C.), Rupert Gebhard (Monaco 1961) ha messo in dubbio le ipotesi di Dayton in merito alla provenienza geografica da Schneeberg dei minerali di cobalto utilizzati dai Celti. Gebhard sottolinea infine l'esistenza nei vetri azzurri da lui studiati di una correlazione tra cobalto e rame³².

Fig. 2.3 - Braccialetto, cultura celtica, fine III-II secolo a.C., vetro colorato col cobalto. New York, The Metropolitan Museum of Art, Gift of J. Pierpont Morgan, 1917, Accession Number: 17.194.334 [immagine scaricata da www.metmuseum.org].

²⁷ Idem, pp. 269-270.

²⁸ DAYTON 1978, 1980a, 1980b, 1981 e 1993 (in particolare p. 11). L'associazione di questi tre elementi al cobalto è però assai frequente e contraddistingue anche altri giacimenti, non solo europei.

²⁹ SCHÜRENBERG 1963, p. 213.

³⁰ DAYTON 1981, p. 129. Tale affermazione si basa sull'analisi isotopica del piombo presente nel vetro. A Schemnitz e dintorni l'argento è stato estratto non prima dell'VIII secolo d.C. e il rame dal XII secolo, mentre i primi e sporadici riferimenti a minerali di cobalto risalgono alla metà del XVIII secolo. Cfr. paragrafo 5.3.3.

³¹ HAEVERNICK 1960, p. 13.

³² GEBHARD 1989, pp. 160 e 161. Precedentemente, nei vetri celtici di Manching era stata individuata una correlazione tra ferro e cobalto. HAHN-WEINHEIMER 1956, p. 7.

Julian Henderson, in un articolo monografico sui materiali impiegati nella produzione vetraria dell'antichità, afferma che su perle vitree dell'età del ferro rinvenute a Wetwang Slack (North Humberside, West Yorkshire) i dati composizionali "indicate that three separate cobalt-containing colorants have been used. A fourth chemical grouping of cobalt blue glass from Wetwang, although made up of the analysis of beads of the same type, overlaps two of the other grouping of glass compositions. When examined more closely this fourth grouping was found to be made up of three sub-groupings. The composition within this fourth group include both low- and high-manganese glasses and illustrate a far more complex situation in the use of cobalt-containing colorants than has been recognised to date. It is of significance that this fourth chemical group was made up of the analysis of the commonest type of bead from the site which in contrast were undecorated. This implies that fewer constraints were imposed on the selection of a colorant than for the chemically more closely-defined decorated beads (assuming a single source). Alternatively the beads might have been collected from a variety of sources, which explains the variation in chemical composition. Whatever the correct explanation, the point still remains that the decorated beads from coherent chemical groupings, implying a tight control over the colorant raw materials used in the glass"³³.

Differenze di composizione legate ai coloranti a base di cobalto impiegati³⁴ sono anche state notate, in un'epoca pionieristica per la messa a fuoco di tali caratteristiche, da Edward Vale Sayre (Des Moines [Iowa] 1919 - Washington 2007) e concernono la differenziazione tra i vetri azzurri romani e quelli mesopotamici e dell'Iran sudoccidentale³⁵. Alla luce delle acquisizioni più recenti e della scoperta degli allumi cobaltiferi queste ipotesi di lavoro passano probabilmente in secondo piano, sebbene siano state originate da osservazioni concrete e le potenziali conseguenze non siano state esplorate.

2.3 Bacino del Mediterraneo

È ormai un dato acquisito che in ambito mediterraneo, e non solo, nell'antichità la produzione del vetro avveniva prevalentemente in area siro-palestinese³⁶ e, meno frequentemente e in epoca tarda (a partire dal I sec. d.C.), in area egiziana³⁷, in prossimità delle fonti di estrazione del *natron* (Wadi Natrun). A sostegno di tale ipotesi vi è la forte omogeneità di composizione³⁸, indipendentemente dall'area geografica di rinvenimento dei reperti, il ritrovamento di relitti con carichi di lingotti, blocchi o rottami di vetro particolarmente ingenti e la scoperta in area siro-palestinese di officine per la produzione primaria di vetro con carichi di diverse tonnellate di materiale in ciascuna fornace³⁹. Il vetro così prodotto veniva diffuso commercialmente in tutto il Mediterraneo, in Gallia, al nord delle Alpi fino all'Europa Centrale, per essere poi lavorato, nel dettaglio, in piccole officine vetrarie locali. Questo meccani-

³³ HENDERSON 1985, pp. 280-281, in cui si rimanda a una successiva pubblicazione, che ci è risultata impossibile da reperire (J. Henderson: *Archaeological, technical and analytical discussion of the glass beads from Wetwang Slack, North Humberside*, in John Strickland Dent, *Wetwang Slack excavations*). Tale pubblicazione, così come il sito di Wetwang Slack, non sono comunque citati nella monografia sul vetro antico pubblicata successivamente dall'autore (HENDERSON 2013), dal che sembrerebbe desumersi che le ipotesi interpretative di tali dati sono mutate.

³⁴ Tali differenze, in particolare, sono riferite ai contenuti di manganese, ferro, nichel, rame, stagno e piombo.

³⁵ SAYRE 1964, pp. 7-8.

³⁶ Si rimanda alla bibliografia citata alla nota 1 in GRATUZE 2003.

³⁷ NENNA 2000 e 2008, p. 62.

³⁸ Dal punto di vista composizionale sono particolarmente importanti la permanenza/costanza dei tenori di alluminio e il fatto che tutti i vetri sono stati ottenuti con un fondente sodico (il *natron*), il che costituisce un ulteriore indicatore per la produzione del vetro nel Vicino Oriente.

³⁹ AMREIN 2007. Heidi Amrein riferisce di diciassette fornaci vicino a Bet Eli'ezer (Hadera) rimaste in funzione sino all'VIII secolo d.C.. AMREIN 2007, p. 7.

simo produttivo è tipico del mondo celtico, romano e gallo-romano, e sembra protrarsi per tutto l'alto medioevo, sino all'VIII-IX secolo ⁴⁰.

Un dato di particolare interesse desunto dalle ricerche degli ultimi decenni è che questo sdoppiamento tra produzione primaria concentrata in un unico luogo e lavorazione delocalizzata in piccole utenze sparse su tutto il territorio, anche a distanze di diverse migliaia di chilometri, sembra interessare non solo il vetro incolore, ma anche quello azzurro colorato col cobalto. Ciò, per esempio, è stato verificato per l'*oppidum* celta di Manching, dove in botteghe vetrarie operanti attorno al 260/50 a.C. sono stati rinvenuti blocchi e residui di vetro di colori differenti, in particolare azzurri fatti col cobalto ⁴¹. Situazioni analoghe sono state registrate anche per altre botteghe simili, nella valle del Rodano, al nord delle Alpi e in Europa Centrale ⁴². Ne sono testimonianza i numerosi ritrovamenti di provenienza orientale di vetro non lavorato e/o di vetro blu colorato col cobalto non o semilavorato, spesso in blocchi ⁴³ ("blocs de fritte"), su navi affondate nel Mediterraneo (tra il III secolo a.C. e il V secolo d.C.) ⁴⁴ o in luoghi di transito commerciale, fino a Hengistbury Head in Inghilterra ⁴⁵.

Il riscontro che anche i vetri celti, in particolare i braccialetti, sono stati ottenuti con un vetro sodico ⁴⁶ ha dunque fatto ipotizzare che il vetro semilavorato, incluso quello col cobalto, avesse un'origine siro-palestinese ⁴⁷. Danièle Foy e Marie-Pierre Jézégou, che hanno esaminato il vetro blu ritrovato nei relitti indicati come Sanguinaire A (III secolo a.C.) ⁴⁸ e Ouest Embiez 1 (II secolo d.C.), condividono questa ipotesi e osservano inoltre che per i blocchi di vetro blu "on peut se demander si ce n'était pas tant la matière de verre qui était transportée mais plutôt le cuivre (dit bleu égyptien) ou le cobalt, minerais rare et coûteux, indispensables pour colorer en bleu" ⁴⁹.

In relazione al mondo romano, infine, è particolarmente interessante la differenziazione dei coloranti a base di cobalto impiegati sul *Vaso Portland*, tra il corpo del vaso e il fondo ⁵⁰, quest'ultimo ottenuto dal riuso di un frammento di una piastra di vetro cammeo analogo. In tal caso, pertanto, siamo in presenza di una differenziazione riferita a reperti omogenei per epoca e area di produzione: dunque, la colorazione del vetro in azzurro col cobalto, all'inizio della nostra era (I sec. a.C.-I sec. d.C.) non dipendeva da materiali provenienti da un'unica fonte oppure non era sufficientemente standardizzata e ripetibile da fornire prodotti sufficientemente omogenei.

⁴⁰ FOY 2003, pp. 141 e 142.

⁴¹ ELUÈRE 2004, p. 563.

⁴² ELUÈRE 2004, p. 563; AMREIN 2007, p. 9.

⁴³ Oltre ai blocchi, c'era spesso anche vetro di recupero (rottami), il che rinforza la tesi di un commercio di materiale vetroso nel Mediterraneo destinato a essere rilavorato in botteghe locali nelle province nordoccidentali dell'Europa.

⁴⁴ FOY 1998, p. 123. Le analisi di molti vetri, in particolare azzurri, rinvenuti su una decina di relitti scoperti nel Mediterraneo, tra cui i due citati, sono state pubblicate in GRATUZE 2003. Per un'accurata disamina dei relitti che trasportavano vetro rinvenuti nel Mediterraneo e delle loro rotte si rimanda al catalogo dell'esposizione *Tout feu, tout sable*. FOY 2001b, pp. 100-111.

⁴⁵ ELUÈRE 2004, p. 562. È inoltre documentato nel I e nel II secolo d.C. il commercio di blocchi di vetro blu sulle vie carovaniere che dall'Egitto portavano al Mar Rosso e da qui verso i porti arabi e indiani (Ceylon). BRUN 2003, p. 148.

⁴⁶ ELUÈRE 2004, p. 562.

⁴⁷ AMREIN 2007, pp. 6 e 7. Christiane Eluère afferma che "le verre celtique est à base de sodium-calcium; sa recette ne diffère pas sensiblement de celle des verres antiques contemporains. Avec sa composante principale, la silice, il contient de 7 à 15 % de sodium, moins de 1 % de potassium, 5 à 5,5 % de calcium, 1,4 % d'aluminium et des traces de magnésium". ELUÈRE 2004, p. 562.

⁴⁸ Le analisi condotte sui blocchi di vetro blu hanno consentito di verificare la provenienza di tali reperti dalle officine siro-palestinesi. FOY 2001b, p. 102.

⁴⁹ FOY 1998, pp. 121-123.

⁵⁰ FREESTONE 1990, p. 106.

2.4 Probabili testimonianze altomedievali in merito all'impiego di allumi cobaltiferi

In chiusura di capitolo vogliamo portare all'attenzione una ricetta vetraria altomedievale tra i cui ingredienti è specificato anche l'*allume egiziano*; si tratta di una prescrizione per colorare in verde (*prasinus*) riportata nelle *Compositiones ad tingenda musiva...* conservate presso la Biblioteca Capitolare di Lucca (ms. 490), la cui redazione è probabilmente avvenuta nel primo decennio del IX secolo: "Alia Tinctio. Teres bitrum bene. Mitte per lib. heramen ÷ I, alumem [Muratori: halumbi] Hegiptium ÷ I et quoques per dies III"⁵¹. Solitamente l'*alumen/halumbi Hegiptii* citato in questa prescrizione veniva interpretato come fondente (il carbonato di sodio o *nitrum/natron*)⁵², del quale però non sembrerebbe esserci bisogno visto che si parte da vetro macinato e non da sabbia o ciottoli quarzosi calcinati; d'altra parte l'assenza di fondenti caratterizza anche le altre ricette vetrarie appartenenti allo stesso nucleo del trattato⁵³. Il colore *prasinus*, oltre che verde porro può essere interpretato come verde smeraldo, il che giustifica appieno l'impiego di un colorante a base di cobalto in aggiunta alla limatura di rame, che da sola colorerebbe comunque in verde. È stata più volte ipotizzata un'origine ellenistico-bizantina per il contenuto del manoscritto, che a questo punto, come una sorta di fossile reca l'informazione tecnologica dell'utilizzo di *allume egiziano* come colorante vetrario, forse ormai non più comprensibile nel contesto in cui è stata copiata nell'alto medioevo. Si deve comunque sottolineare che l'*allume egiziano* compare anche in altri punti delle *Compositiones*, dove è in genere usato per fissare coloranti organici⁵⁴, funzione effettivamente svolta dall'allume.

⁵¹ HEDFORS 1932, p. 3; MURATORI 1739, col. 369. La stessa prescrizione è riportata anche nella *Mappae clavicula* (IX-XII sec.): "Alia [tinctio vitri prassina]. clv. Vitro bene trito ad libram ejus adiciantur eris limature z. ij. aluminis Egyptii z. j. et decoques per dies iij". PHILLIPPS 1847, p. 218.

⁵² HENDRIE 1847, p. 164. Anche il *nitro Egiptium* è menzionato nelle *Compositiones*. HEDFORS 1932, p. 56; MURATORI 1739, col. 385.

⁵³ HEDFORS 1932, pp. 3-6; MURATORI 1739, coll. 369-370. Lo stesso vale per le corrispondenti ricette nella *Mappae clavicula* (cliiij-clxj). PHILLIPPS 1847, p. 218.

⁵⁴ HEDFORS 1932, pp. 31, 36, 37 e 58; MURATORI 1739, coll. 376, 378 e 386.

Capitolo 3

Esempi significativi ricavati dalle fonti

3.1 La *Schedula diversarum artium* di Teofilo

Lo studio delle tecniche artistiche medievali non può prescindere dall'esame del *De diversis artibus* o *Schedula diversarum artium* di Teofilo, redatto in ambiente germanico nei secoli XI-XII. Nel secondo libro, concernente il vetro e la pittura su vetro, è citato più volte sia l'aggettivo *saphireus* che il sostantivo *saphirum*. Alcuni dei manoscritti della *Schedula* presentano un indice che riporta capitoli i cui testi non sono pervenuti. Nel secondo libro ne mancano cinque, originariamente inseriti tra quelli che nell'edizione critica curata da Charles Reginald Dodwell (Cheltenham 1922 - Taunton 1994)¹ sono l'undicesimo e il dodicesimo². Il terzo di questi capitoli mancanti, *De vitro saphireo*, avrebbe pertanto dovuto contenere le indicazioni tecniche per ottenere un vetro di colore azzurro intenso, mentre i capitoli pervenuti, quando fanno menzione al *saphirum* non dicono come ottenerlo, ma come o in che contesti utilizzarlo (ad esempio nella pittura su vetro o nelle vetrate)³.

Nonostante questa perdita la *Schedula* è ancora ricca di informazioni. Nel secondo libro è contenuto un capitolo chiave, il XII (*De diversis vitri coloribus non translucidis*), che attesta l'uso nel medioevo di materiale di riciclo proveniente da scavi⁴. Teofilo è esplicito e, cosa che più ci interessa, in questa indicazione di reimpiego di vetri romani cita proprio il vetro azzurro: "Inveniuntur etiam vascula diversa eorundem colorum, quae colligunt Franci in hoc opere peritissimi, et saphireum quidem fundunt in furnis suis, addentes ei modicum vitri clari et albi, et faciunt inde tabulas saphiri pretiosas ac satis utiles in fenestris"⁵. L'ultima parte del testo citato consente di ricollegare le "tabulas saphiri pretiosas" alle lastre di vetro azzurro impiegate per le vetrate. Visto il titolo del capitolo, *De diversis vitri coloribus non translucidis*, l'indicazione "Franci in hoc opere peritissimi" avrebbe potuto costituire, piuttosto che alle vetrate, un'allusione diretta agli smalti (in particolare quelli limousini e della Mossella), in cui l'azzurro è, tra l'altro, il colore dominante.

Nei capitoli XIII e XIX del secondo libro Teofilo pone in relazione il *saphirum* con i greci. Nel capitolo XIII (*De vitreis cyphis, quos graeci auro et argento decorant*) è chiaro che l'indicazione non si collega all'antichità classica, ma ai bizantini, in quanto l'incipit del capitolo fa riferimento al presente: "Graeci vero faciunt ex eisdem saphireis lapidibus pretiosos cyphos ad potandum, decorantes eos auro hoc modo"⁶. La possibilità che non ci si riferisca al vetro, come sembrerebbe desumibile dal quel fuorviante "saphireis lapidibus", è esclusa dal titolo che categoricamente indica tali manufatti come "vitreis cyphis".

Anche nel capitolo XIX (*De colore cum quo vitrum pingitur*) Teofilo sembra alludere ai bizantini e non all'antichità classica, sebbene in questo caso sia meno evidente. Si indica infatti l'impiego di *saphirum graecum* per dipingere sul vetro⁷ in una tecnica simile alla grisaglia, insieme a ossido di rame e polvere di vetro verde; in questo caso l'uso di vetro azzurro

¹ DODWELL 1961.

² JOHNSON 1938, p. 90.

³ Si ricorda ancora che in Teofilo il termine *saphirum* può indicare, a seconda dei contesti, il colore, il colorante e il vetro colorato.

⁴ Il riuso di rottami di vetro, che consentiva di abbassare il punto di fusione della miscela vetrificabile, è già documentato nel mondo romano da Marziale (Bilbilis [Spagna terragonese] 40 circa - 104 d.C. circa) (*Epigrammata* I, XLI, 3-5) e Giovenale (Aquino, 60 circa - Roma 140 d.C. circa) (*Satirae* V, 481).

⁵ DODWELL 1961, pp. 44-45.

⁶ Idem, p. 45.

⁷ "Accipe particulas viridi vitri et saphiri graeci". Idem, p. 49.

o di tessere di mosaico sarebbe stato meno adeguato allo scopo, in quanto avrebbe diluito e schiarito il colore della grisaglia. Quanto appena osservato sembrerebbe pertanto documentare, per i secoli XI e XII, il commercio del colorante da Bisanzio all'Europa occidentale.

3.2 Suger e la saphirorum materia

Nel secondo quarto del XII secolo l'abate Suger (fig. 3.1) fa due volte riferimento allo zaffiro nel *De administratione* (cfr. paragrafo 1.2). L'autore afferma una prima volta di aver fornito abbondante "materiem saphirorum" agli operai delle vetrate, avendo amministrato gli acquisti per quasi settecento libbre o più ancora⁸, da intendersi come unità monetaria e non indicazione ponderale della "saphirorum materia". Dopo alcuni capitoli di nuovo sottolinea che nella manifattura delle vetrate erano coinvolti molti maestri provenienti da differenti nazioni⁹ e più avanti, nel medesimo capitolo, afferma che il valore di queste vetrate risiede nell'opera degli artefici e nell'abbondante profusione di vetro decorato e "saphirorum materia"¹⁰.

Su quei due *saphirorum materia* ci si è a lungo interrogati, proponendo a volte interpretazioni fantasiose, come quando nel XIX secolo Alexandre Lenoir (Parigi 1761 - 1839) ha avanzato l'ipotesi che Suger fosse stato ingannato dagli operai, in quanto aveva dato loro veri zaffiri per fare il vetro azzurro¹¹. Le interpretazioni più attendibili sono comunque due; la prima propone di leggere la citazione come un riferimento diretto al vetro azzurro, la seconda chiave di lettura, apparentemente più aderente alla lettera, identifica la *saphirorum materia* come il minerale per colorare il vetro in azzurro. Scegliere una o l'altra interpretazione non è cosa di poco conto poiché comporta una visione molto differente del cantiere. La prima ipotesi implica infatti l'assenza di officine vetrarie nei pressi del cantiere, o comunque l'assenza di officine vetrarie in grado di produrre il vetro azzurro. La seconda ipotesi implica invece la presenza di tali officine, visto che l'abate si premurò di fornire una delle materie prime per realizzare i vetri azzurri.

Le analisi effettuate su alcuni frammenti di vetrate provenienti da Saint-Denis sono risultate particolarmente significative, proprio negli azzurri, in quanto hanno mostrato due tipi di vetro differenti; un tipo impiegato in un pannello (la *Fuga in Egitto* del Glan Cairn Museum, Bryn Athyn, Pennsylvania) e un secondo tipo nei bordi provenienti dalla vetrata con l'*Infanzia di Cristo* (New York, Metropolitan Museum, fig. 1.2)¹². Nel primo caso si tratta di un vetro sodico-calcico con aggiunte intenzionali di antimonio, mentre nel secondo caso il vetro è del tipo potassico-sodico, come tutti gli altri vetri analizzati sui frammenti di vetrate in esame; la totale estraneità del primo tipo rispetto a quello corrispondente ai vetri degli altri colori potrebbe essere interpretata come conferma dell'ipotesi di una differente provenienza. Secondo tale ipotesi, pertanto, tutti i vetri, a eccezione di una parte di quelli azzurri, sarebbero stati prodotti all'interno del cantiere o nelle sue vicinanze, mentre i vetri azzurri di alcune scene sarebbero stati importati da siti di produzione più distanti, o come lascia supporre Suger, remoti. Gli autori sottolineano infine che in altre vetrate del XII secolo è stato riscontrato un vetro sodico in quelli di colore azzurro scuro, mentre negli altri colori è presente il più comune vetro potassico, citando gli esempi di York, Mont Saint-Michel e Chartres. Questa differenziazione potrebbe comportare che l'importazione di semilavorati (pani) di vetro

⁸ *De administratione*, cap. 29 [ff. 191-192] "Qui enim inter alia majora etiam admirandarum vitrearum operarios, materiem saphirorum locupletem, promptissimos sumptus fere septingentarum librarum aut eo amplius administraverit, peragendorum supplementis liberalissimus Dominus deficere non substinebit". SCHLOSSER 1896, p. 273; PANOFISKY 1946, p. 52.

⁹ *De administratione*, cap. 34 [f. 204] "Vitrearum etiam novarum praeclaram varietatem ... magistrorum multorum de diversis nationibus manu exquisita depingi fecimus". SCHLOSSER 1896, p. 280; PANOFISKY 1946, pp. 72-74. Pierre Le Vieil (Parigi 1708 - 1772) ha ipotizzato la presenza di artefici inglesi nei cantieri delle vetrate di Saint-Denis. LE VIEIL 1774, p. 24.

¹⁰ *De administratione*, cap. 34 [f. 206] "magni constant mirifico opere sumptuque profuso vitri vestiti et saphirorum materia". SCHLOSSER 1896, p. 281; PANOFISKY 1946, p. 76.

¹¹ LENOIR 1856, pp. 65-66, citato in GRODECKI 1976, nota 34 a p. 28.

¹² *Some chemical notes*, in CROSBY 1981, p. 81; BRILL 1999, vol. II, p. 279.

azzurro non costituisse un'eccezione per l'epoca e il motivo di orgoglio manifestato da Suger risiederebbe solo nell'elevata somma pagata, quindi nel dispiego di mezzi impiegati e nell'abbondanza di quello che probabilmente era il vetro più costoso per l'epoca¹³. L'ipotesi dell'importazione di semilavorati, quindi non di vetro in lastre, è dettata dal buon senso, che fa ritenere assai poco probabile il commercio su lunga distanza di un materiale così fragile, e sembra trovare una conferma nelle stesse parole di Suger, in quale usa il termine *materia*, quindi qualcosa che deve essere lavorato.

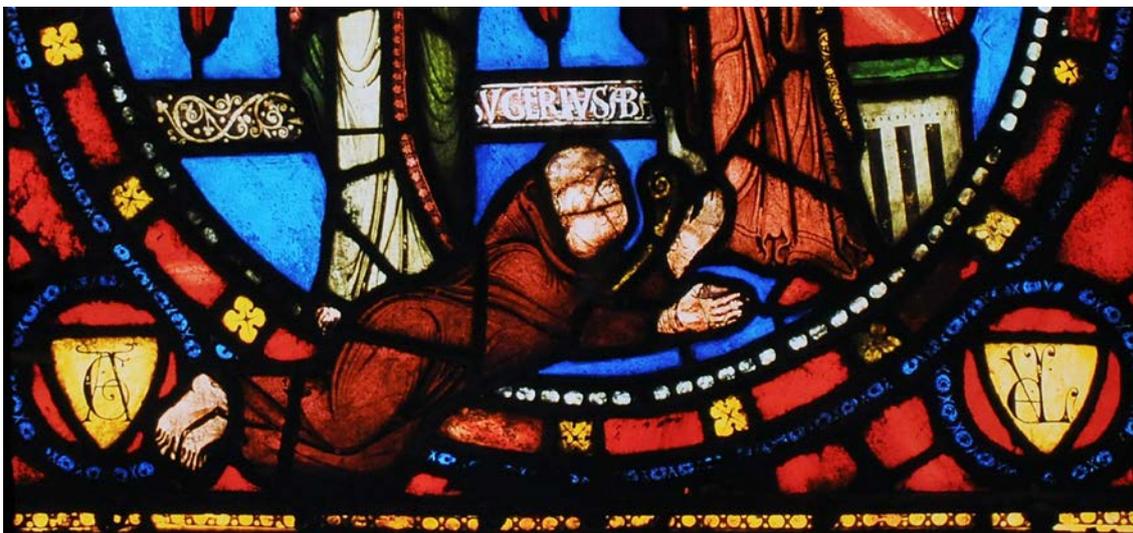


Fig. 3.1 - L'abate Suger prostrato ai piedi della Vergine, tondo con l'Annunciazione nella vetrata con l'Infanzia di Cristo (1140-44), Saint-Denis, cappella della Vergine [foto Acoma, da Wikimedia Commons].

La presenza di due diverse tipologie di vetri azzurri potrebbe essere ricollegata anche a maestranze differenti operanti nei cantieri delle vetrate di Saint-Denis, già supposta su basi stilistiche da Louis Grodecki (Varsavia 1910 - Parigi 1982)¹⁴, a differenti fasi esecutive nella decorazione della basilica o all'utilizzo di vetri romani riciclati come coloranti azzurri per il pannello con la *Fuga in Egitto*.

Differenze sostanziali tra i vetri azzurri del XII e del XIII secolo sono state rilevate, all'osservazione, anche nelle vetrate di Chartres¹⁵. Jean-Marie Bettembourg (m. 1997) sottolinea che i vetri azzurri del XIII secolo mostrano una composizione e uno stato di conservazione molto differenti rispetto a quelli di altro colore (il campione azzurro del XIII secolo analizzato è costituito da un vetro a elevato tenore di calcio e silicio). Per gli agenti coloranti è stato inoltre notato che a Chartres i vetri azzurri del XII secolo hanno tenori di rame maggiori rispetto a quelli del XIII secolo; piuttosto che una differente tecnologia di produzione del vetro, ossia l'aggiunta intenzionale di piccoli quantitativi di composti di rame, ciò potrebbe testimoniare una differente origine dei minerali di cobalto¹⁶.

Il cambiamento di tecnologia e/o di origine avvenuto nella produzione dei coloranti azzurri a base di cobalto tra il XII e il XIII secolo non coinvolge solo le vetrate, ma pure gli smalti. Anche in questo caso, comunque, il cambiamento sembra interessare non solo il colorante, ma anche la composizione di base del vetro e subentra all'incirca a partire dal secondo quarto del XIII secolo¹⁷. Nel caso degli azzurri la differenza consiste nella comparsa di deboli tracce di zinco negli smalti di Limoges più tardi, dato che cronologicamente potrebbe essere ricon-

¹³ GAGE 1993, p. 72.

¹⁴ GRODECKI 1976.

¹⁵ BOUCHON 1979, pp. 17-18.

¹⁶ BETTEMBOURG 1977, pp. 8-9.

¹⁷ BIRON 1996.

dotto alla disponibilità del cobalto proveniente da Freiberg (vedi paragrafo 4.4)¹⁸. È comunque importante sottolineare che il cambiamento di vetro usato per gli smalti limousini sembra coincidere con una differente fonte di approvvigionamento di cobalto.

Marie-Madeleine Gauthier (Langon [Gironde] 1920 - 1998), osservando le differenze di aspetto negli smalti intervenute agli inizi del XIII secolo, ipotizza un'interruzione del commercio dei minerali di cobalto per gli azzurri a causa di motivi storici e politici affermando, sulla base della tradizione e non su prove documentarie o analitiche dirette, che precedentemente la localizzazione delle estrazioni di tali minerali fosse in Persia.

La matière première, en moins de deux décennies de 1210 à 1230, perd sa qualité minérale. Le bleu de cobalt profond, aux reflets de saphir ou de lapis-lazuli disparaît; un outremer opaque, un lavande grisâtre en tiennent lieu; il est possible que les parcours des caravanes qui apportaient le saphre d'Iran vers les ports d'Asie mineure et vers Venise aient été interrompus par les opérations militaires des Turcs contre Byzance, puis des Mongols, jusqu'à la terrifiante incursion européenne du Grand Khan Batū en 1239-1242, avant qu'ils ne reprennent à leur compte le trafic transasiatique¹⁹.

Tornando alle analisi effettuate sulle vetrate di Saint-Denis, anche Robert H. Brill e Lynus Barnes, sulla base dell'esame isotopico del piombo presente nei vetri, ipotizzano che il cobalto possa venire dalla Persia (da Qāmsār o Meskanī), mentre analisi analoghe su altri vetri di colore azzurro scuro del XII secolo sembravano suggerire che il cobalto potesse giungere dal sud della Spagna o dal Marocco²⁰. Alcuni decenni prima, non si sa in base a quali informazioni, Marcel Aubert (Parigi 1884 - 1962) aveva invece ipotizzato che il cobalto impiegato a Saint-Denis provenisse dallo Harz²¹. Non è stato invece mai rilevato che all'epoca dell'abate Suger l'abbazia di Saint-Denis aveva tra i suoi possedimenti anche il monastero di Lièpvre (o Leberau) presso il quale sorgerà Sainte-Marie-aux-Mines, in seguito famosa per l'argento e il cobalto, e che la frequentazione mineraria di questa zona sembrerebbe essere stata avviata proprio tra i secoli XI e XIII²².

3.3 La pietra giudaica di Jean d'Outremeuse

Un passo di particolare interesse in relazione ai coloranti a base di cobalto per vetri è riferito in un'opera enciclopedica del XIV secolo, il *Trésorier de philosophie naturelle des pierres précieuses* del fiammingo Jean d'Outremeuse (o Jean des Preis [Prez]; Liegi 1338 - 1400), nel quale si disquisisce su origine, natura e qualità delle pietre, nonché sul modo di contraffarle. "Johans dis d'Oultre-Mouse" ha scritto il *Trésorier* dopo aver studiato trentadue anni ("l'espace XXXII ans et plus avons estudié ... la science des pierres précieuses"), il che porterebbe a datare la redazione del testo attorno al 1390²³.

¹⁸ Le analisi a disposizione sugli smalti, generalmente effettuate al microscopio elettronico, non consentono l'identificazione dell'indio in tenori così bassi, per cui è impossibile stabilire con certezza l'origine del cobalto da Freiberg, suggerita da considerazioni storiche e dalla presenza dello zinco.

¹⁹ GAUTHIER 1972, p. 187.

²⁰ CROSBY 1981, p. 81.

²¹ "«Saphirorum materia» qu'il faut traduire par «minerai précieux», c'est en effet un minerai provenant sans doute du Harz que Suger avait fait venir à grand frais et qui a donné ces bleus admirables du XII^e siècle, ce que des saphirs, même en quantité considérable n'auraient pu produire". AUBERT 1950, nota 88 a p. 155.

²² BUROSE 1971, p. 4. Cfr. paragrafo 5.1.1.

²³ Riguardo all'autore e, in particolare, al *Trésorier* si rimanda a CANNELLA 2006. Il manoscritto olografo della fine del XIV secolo è perso e il testo ci è pervenuto attraverso due copie: una, della seconda metà del XV secolo, conservata presso la Bibliothèque Nationale di Parigi (ms. fr. 12.326), l'altra, trascritta nel 1522, nella Bibliothèque Royale di Bruxelles (ms. II 2761). Esiste una terza copia, di cui si sono perse le tracce dal 1939.

Il quarto libro del *Trésorier* è costituito da un ricettario per fabbricare le pietre false; tra le varie prescrizioni registrate nel *Chappitre iiii (De la sophistication des saphirs de cristal ou de voire)* ve ne è una in cui il colorante è indicato con un termine che costituisce un *hapax*: “Item quy veult faire saphir ou amandine ou aultre pierre flaue quy ne soit nyent de si unie couleur que l’oriental. Si prendent la pierre Judaich dont nous avons parlé deseure quy nayst en Allemaigne de laquelle on tint les voires en bleu et soit faicte pouldre et mise en ung pot de terre et en la fornache dessusdite jusques a tant qu’elle seroit chaude et puis la mettés petit et petit avecques la pouldre du cristal dessusdicte quy soit en la fornache jusques a tant qu’il soit bien cuyt”²⁴. Il colorante azzurro, in questo caso, è indicato come *pietra giudaica*, con un’accezione differente rispetto a quanto riferiscono gli altri lapidari medievali a proposito di tale minerale, che si è soliti riconoscere in una concrezione calcarea, forse di origine fossile, stando almeno alle dimensioni, alla forma e altri segni caratteristici. Come espressamente indicato, Jean d’Outremeuse aveva già descritto la *pietra giudaica* nel lapidario che costituisce il secondo libro del *Trésorier*: “Judaicus est une pierre de trois colleurs asscavoir blanc bleu et cendrine et si est la forme de luy de la façon d’ung glans de chene bien polit si comme elle feust taillie au cysel. Le bleu ... a telle colleur que le bleu jachinte mais il n’a mye colleur si clere que saphir”²⁵. Rispetto agli altri lapidari quello di Jean d’Outremeuse ci dice in più che la *pietra giudaica* può essere blu e che viene dalla Germania e non dalla Giudea, come affermato da Avicenna (Abū ‘Alī al-Ḥusayn ibn ‘Abd Allāh ibn Sīnā; Balkh 980 - Hamadan 1037); quest’affermazione ricorda quanto dichiarato riguardo al *chafarone*, sempre nel XIV secolo, nel trattato di Antonio da Pisa (documentato a Firenze nel 1395)²⁶.

Resta per ora difficile da comprendere perché Jean d’Outremeuse abbia associato il colorante a base di cobalto alla *pietra giudaica*. L’associazione potrebbe infatti essere derivata da una forma analoga (globulare), da un’origine geografica (dalla Giudea) o dal fatto che in qualche modo era reperibile presso mercanti o artigiani ebrei²⁷. La prima ipotesi comporterebbe la commercializzazione del materiale in forma di sferette, come i paternostri per colorare i vetri ampiamente utilizzati nel medioevo o come le sferule di blu egizio prodotto nell’antichità. La seconda ipotesi, tutta da verificare, potrebbe comportare un collegamento alla Siria, da dove è stato ipotizzato che giungesse il cobalto in Occidente durante il medioevo²⁸; se così fosse è comunque strano il riferimento agli ebrei e non ai mussulmani, visto che i lapidari medievali fanno anche menzione di una *pietra siriana* e una *pietra arabica*²⁹, ovviamente con caratteristiche del tutto differenti. La terza ipotesi terrebbe invece conto del fatto che alcune maestranze specializzate, per esempio orefici o vetrai, all’epoca potevano avere origine ebraica³⁰ e che mercanti ebrei erano in contatto con centri lontani, sia nella penisola iberica che nell’Oriente mussulmano.

²⁴ CANNELLA 2006, pp. 399-400.

²⁵ CANNELLA 2006, p. 161.

²⁶ Assisi, Biblioteca del Sacro Convento di San Francesco, ms. 692, c. 6v. AA.VV. 1991, p. 62.

²⁷ Non va dimenticato che già nell’antichità artigiani ebrei producevano il vetro, indicato come vetro *judaicum* in un editto di Diocleziano del 301 d.C. FOY 2001b, p. 37. Sulla localizzazione della produzione primaria di vetro in area siro-palestinese si veda il paragrafo 2.3.

²⁸ WYPYSKI 1997, p. 53. Julian Henderson, riferendosi a FREESTONE 1991, pensa invece a una provenienza mediorientale in senso lato (HENDERSON 1998, p. 118), per poi focalizzarsi sull’area anatolica in particolare (HENDERSON 2006, p. 130).

²⁹ Nelle *Origines* di Isidoro di Siviglia (Cartagena 560 circa - Siviglia 636) sono anche menzionati un *Syrius lapis* e un *Arabicus lapis*, immediatamente prima del *Judaicus lapis*. Lib. XVI, IV-10 e 11. ISIDORO 2004, vol. II, p. 316.

³⁰ A tale proposito si ricorda che nel terzo libro del *De coloribus et de artibus romanorum*, la cui redazione è probabilmente avvenuta nell’Europa nordoccidentale durante il XII-XIII secolo, il vetro piombico è indicato come [vitrum] *Judeum*: “plumbeum vitrum, Judeum scilicet”. GARZYA ROMANO 1996, p. 26.

3.4 Azzurro, zaffera e smalto nei ricettari e nei trattati manoscritti

3.4.1 Il Manoscritto di Montpellier

Col titolo di *Manoscritto di Montpellier* si è soliti riferirsi a un codice conservato presso la Biblioteca della Scuola di Medicina di Montpellier (ms. H. 486) e, in maniera più specifica, a un ricettario vetrario di origine muranese ricopiato nel 1536 che occupa solo i primi trenta fogli del manoscritto³¹. Il codice contiene tuttavia altri ricettari, riconducibili all'Italia meridionale, in cui sono frequenti prescrizioni di ambito ceramistico; in queste ricette il riferimento ai coloranti a base di cobalto non è di particolare interesse, perché generico, tranne che in caso, a c. 59v, in cui il termine impiegato è una chiara traslitterazione dall'arabo (*lāzaward*), come anche molti altri termini contenuti nei ricettari presenti nella seconda parte del manoscritto: "Et lazuard vel azuro fa il suo proprio colore simile ad ipso et si pone con l'oro sempre".

Nel presente paragrafo prenderemo pertanto in considerazione solo il ricettario vetrario di origine muranese che occupa la prima parte del manoscritto. L'analisi delle ricette in esso contenute consente infatti di verificare quanta variabilità sussisteva ancora poco prima della metà del XVI secolo a proposito della denominazione dei materiali di cobalto. Alcune attestano in maniera esplicita l'equivalenza tra *azzurro* e *zaffera*: "azuro cioè gafaro" (ricetta 99)³². Le due denominazioni ritornano anche nelle ricette 87 e 126³³, e l'equivalenza è sottolineata ancora nel 1548 da Cipriano Piccolpasso, che in margine al trattato annota: "Zaffara: in molti luoghi detta azurro"³⁴. In testi precedenti, come nel primo dei tre ricettari quattrocenteschi sul mosaico pubblicati da Gaetano Milanese (Siena 1813 - Firenze 1895), sono già presenti termini riferibili alle due dizioni, quali per esempio "azzurro da vetro" e "cofaro", ma essi non compaiono mai nella stessa ricetta, il che rende conto della provenienza da differenti fonti delle ricette, mentre la maggiore occorrenza del termine *azzurro* (ricette XVII, XXVII e XLIX) rispetto a *cofaro* (ricetta XXV) attesta un impiego non ancora completamente affermato di quest'ultimo termine.

Tornando al primo ricettario del *Manoscritto di Montpellier*, vi troviamo anche attestato più semplicemente *azuro* (ricette 16, 45, 59, 62, 70, 72, 112, 122, 124, 147, in aggiunta alle già ricordate ricette 87, 99 e 126)³⁵ o *azura* (ricette 8 e 108)³⁶, oltre a *gafaro* (ricette 127 e 148, in aggiunta alle già ricordate ricette 87, 99 e 126)³⁷ e *zafaro* (ricetta 31)³⁸. Questi ultimi due termini costituiscono comunque delle semplici varianti ortografiche, in quanto nel manoscritto la z iniziale è altre volte sostituita dalla g (vedi, per esempio, *ganulim*, per *zanulim*, lezione prontamente ripristinata dallo scriba che ha approntato l'indice delle ricette all'inizio del codice). Nella ricetta 72, per fare vetri di colore turchese, è inoltre attestata la dizione "azuro oltra marin", ingrediente apparentemente distinto dall'"azuro calcinado", anch'esso citato in questa prescrizione³⁹. L'assenza di indicazioni specifiche sulle dosi rende però impossibile stabilire se il riferimento deve essere posto in relazione a un minerale di cobalto oppure, seguendo il testo alla lettera, al lapislazzuli. Non migliora la comprensione della ricetta l'indicazione di aggiungere al tutto "un poco di azuro calcinado" che, al limite, potreb-

³¹ Questo ricettario è stato pubblicato da Luigi Zecchin, tra il 1962 e il 1967, sul *Bollettino della Stazione Sperimentale del Vetro di Murano* e successivamente in ZECCHIN 1987, pp. 247-276.

³² c. 19v, ZECCHIN 1987, p. 263.

³³ cc. 17r e 24v, ZECCHIN 1987, pp. 261 e 268.

³⁴ c. 26r, PICCOLPASSO 1976, p. 109.

³⁵ cc. 4v, 10v, 12r, 12v, 14r, 14v, 22r, 23v, 24r, 29v ZECCHIN 1987, pp. 255, 257, 258, 259, 265, 267, 268 e 274; per le ricette 87, 99 e 126 cfr. note 32 e 33.

³⁶ cc. 3v e 21r, ZECCHIN 1987, pp. 254 e 264.

³⁷ cc. 25r e 29v, ZECCHIN 1987, pp. 269 e 275; per le ricette 87, 99 e 126 cfr. note 32 e 33. Ritroviamo "gafaro bruzado", ancora in contesto di derivazione lagunare, in una ricetta "Ex manuscripto vitrari" ricopiato nel XVII secolo in un codice appartenuto a Theodore Turquet de Mayerne (Ginevra 1573 - Chelsea 1655) conservato presso la British Library di Londra (ms. Sloane 1990, c. 61v).

³⁸ c. 8r, ZECCHIN 1987, p. 256.

³⁹ c. 14v, ZECCHIN 1987, p. 259.

be riferirsi a coloranti a base di cobalto, il che comporta l'impiego di due distinti coloranti azzurri. Sicuramente la varietà di nomi attestata nel manoscritto deve essere ricondotta alla natura del testo, una raccolta di ricette derivate o ricopiate da fonti differenti.

3.4.2 I tre ricettari vetrari dell'Archivio di Stato di Firenze (ms. 797)

Nel secondo dei tre ricettari quattrocenteschi pubblicati dal Milanese - e da quest'ultimo ascritto a Benedetto Ubriachi (Firenze? fine del XIV secolo - prima metà del XV secolo) - è attestato solo il termine *azzurro*, ma in una forma che genera confusione con altri minerali, in questo caso di rame. Il termine usato nel secondo ricettario è infatti *azzurro della Magna*, termine con cui generalmente nei testi medievali e rinascimentali è identificata l'azzurrite, un carbonato basico di rame [2CuCO₃·Cu(OH)₂]. Sicuramente l'intento del compilatore è volto a indicare un minerale di cobalto, in quanto per maggior chiarezza, subito dopo l'indicazione del minerale, specifica "di quello che tinge el vetro" (ricette XIII e XXXIV) o "del quale si tigne el vetro" (ricetta IV)⁴⁰. Probabilmente lo specificativo "della Magna", analogamente all'asserzione di Antonio da Pisa ("se fa d'una pietra che se porta de la Mangna")⁴¹, sottolinea in maniera generica la regione di provenienza del minerale, la Germania, in cui erano pure localizzati alcuni dei più importanti giacimenti in cui veniva estratta l'azzurrite.

Nel terzo dei tre ricettari quattrocenteschi - quello ritenuto più tardo, datato al 1443 - alla *zaffera* (ricette LXVIII e LXIX) si alterna il termine *azzurro*, una volta specificato come "azzurro fino" (ricetta IV) e un'altra come "polvere d'azzurro" (ricetta LXXXII). A conclusione della disamina dei riferimenti ai minerali di cobalto nei tre ricettari si sottolinea che, sulla scia dello Zecchin, si è in genere data maggior rilevanza alla menzione di *cofaro* e *zaffera*, in quanto precoci attestazioni di tali termini, mentre si è tralasciato di rilevare che non rappresentano i soli termini con cui in questi ricettari viene indicato il medesimo ingrediente e che tale pluralità di denominazioni attesta una situazione di passaggio aperta a sollecitazioni provenienti da più fonti orali o scritte e da diversi contesti geografici e di impiego.

3.4.3 Il Manoscritto bolognese

La letteratura scientifica tedesca⁴² ha messo in relazione col cobalto il seguente brano del cosiddetto *Manoscritto bolognese* (Biblioteca Universitaria di Bologna, ms. 2861), un ricettario redatto nella prima metà del XV secolo: 2 - "*Ad cognoscendum azzurum almanum sive teothonicum ab alio et aliquam notitiam ipsius lapidis ex quo fit predictum azurum almanum*. Sappi che lo azurro de lamagna e de piu mainerj secondo che ello e manifesto a chi de esso ha alcuna notitia e sperentia imperho che sole havere in se la preta che che se ne fa el dicto azurro parte de vena camillina e parte terra e de che collore croceo e sono frangibilj a romperle cum lognia e quellj sono piu nobilj azzurri de lamagna che se trovino e soglino esse piu penetrabilj e trasparentj a chi tiene ben gliochi fissi in questo la experentia da molto piu dotrina che altra cosa ..." ⁴³. Sebbene sembrino esserci alcuni punti di tangenza con la descrizione dei minerali di cobalto (in particolare la presenza di terra associata al minerale, il

⁴⁰ Un'attestazione simile la si ritrova in un manoscritto del XV-XVI secolo nella Biblioteca Casanatense di Roma (ms. 2265), alla c. 90v: "*A preparare lo azuro de lamagna per opera de smalti*. Pigla azuro de lamagna de quello se tinge li vetri ...".

⁴¹ AA.VV. 1991, p. 62.

⁴² GANZENMÜLLER 1939, p. 135; GMELIN 1961, p. 16.

⁴³ c. 4r-v. Il testo di questa e delle altre prescrizioni è stato verificato direttamente sul manoscritto, il che giustifica le differenze rispetto a quello pubblicato dalla Merrifield; in assenza di una numerazione delle ricette sull'originale, per comodità si mantiene quella dell'edizione della studiosa inglese. Visti gli aggiustamenti non sempre condivisibili apportati nella trascrizione delle ricette nella recente edizione curata da Francesca Muzio, si è preferito riportare il testo del manoscritto non rinunciando, comunque, a inserire in nota il rimando alle pagine di quest'ultima edizione. MERRIFIELD 1849, p. 343; MUZIO 2012, p. 4.

colore grigio [camillino] o giallo dei minerali [probabilmente visto come motivo della derivazione della parola *zaffera*, che però non compare nel brano citato] e la provenienza dalla Germania) il passo allude all'azzurrite. All'interno del *Manoscritto bolognese* i riferimenti al cobalto sono generalmente indicati con *çaffiro* (o *çaffirro*) e *açurro*, salvo rare eccezioni in cui è indicato lo *smalto*. In genere *çaffiro* è utilizzato nelle ricette vetrarie, mentre *açurro* lo è in quelle per ceramica; visto che i nuclei concernenti queste due tipologie di ricette sono consecutivi, tale caratteristica sottolinea ancor più la loro derivazione da fonti distinte.

Una prima menzione di *çaffiro* la troviamo nelle ricette 265 (*Ad fatiendum çaffirrum et ipsum affinando et colorando*)⁴⁴ e 267 (*A porificare el çaffiro*)⁴⁵, all'interno di un nucleo di prescrizioni sui vetri (ricette 265-273, cc. 175r-179v). *Çaffiro* torna a essere citato nel nucleo di ricette successivo, per vetri per mosaico (ricette 274-281, cc. 179v-182v), dove costituisce l'unico riferimento a coloranti azzurri, se si esclude la menzione di "açurri ultramarini" nella ricetta 280 (*Ad fatiendum musaicum açurrum*)⁴⁶. In quest'ultimo caso, però, sembrerebbe trattarsi di polvere di lapislazzuli per colorare il vetro, in quanto le dosi indicate (il 25% in peso) non sono assolutamente compatibili con l'ipotesi che si tratti di un minerale di cobalto, anche se povero. Nella lettura che Giovan Battista Passeri (Farnese 1694 - Pesaro 1780) fornisce di questo passo del *Manoscritto bolognese* è confermato il riferimento diretto al lapislazzuli (azzurro oltremarino)⁴⁷ mentre in altre ricette il Passeri, giustamente, trascrive con *zaffara* l'ingrediente indicato come *azzurro* nel testo del XV secolo. Quando si cita lo *çaffirro*, invece, l'incidenza della dose di quest'ingrediente è marginale rispetto alle dosi degli altri; nella ricetta 274 (*Ad fatiendum materiam musicarum*)⁴⁸, per esempio, l'indicazione delle dosi mostra chiaramente che i quantitativi in gioco sono coerenti con quelli di un colorante a base di cobalto, sempre molto modesti, in quanto superano appena l'1%: "in octo libris supradicte matherie pone oz. j *çaffirri* pulverizati".

Come accennato, nelle ricette per ceramica (ricette 283-318, cc. 183r-188v), il cui nucleo è immediatamente successivo a quello sui vetri per mosaico, nel gruppo di prescrizioni relative all'azzurro (ricette 303-313)⁴⁹ i minerali di cobalto sono sempre indicati col termine *açurro*, qualche volta specificato come *açurro fino*, a eccezione della prima ricetta (303), in cui è invece utilizzato *çaffirro*. Il fatto che alcune volte, più precisamente nelle ricette 304, 306, 307 e 310, sia previsto come ingrediente aggiuntivo anche lo smalto (o azzurro di smalto) è dovuto alla necessità di favorire la fusione degli ingredienti, come espressamente specificato nella ricetta 304⁵⁰.

⁴⁴ "Accipe christallum vel lapidem transparentem et quod vis accipe et eos calefac fortiter demum extingue in aqua frigida pluribus vicibus postea pistetur deinde tolle totidem de sale alchelj et in simul funde et postea pone in furnum et adde secum parum de çaffirro et si vis quod fiet viridis adde perum de mineo et nota de callamita femina aliquis dicit quod facit rubeum transparentem et scias quod dicti lapides inveniuntur in montagna sancti berardi et sunt perfecti et bonj cristallinj tam quam de propria minera", c. 175r-v. MERRIFIELD 1849, p. 525; MUZIO 2012, p. 197.

⁴⁵ "Ahavve el çaffirro et lavallo cum lo sale et aceto poi lo tienj mollj nello aceto forte per 6 di et omne di li muta laceto et tanto fa chusci che lo loto o sista vada via ed e facto et fino", c. 176r. MERRIFIELD 1849, p. 525; MUZIO 2012, p. 199.

⁴⁶ "Tolle partes 3 dicte materie et partes 2 cum dimidia açurri ultramarini et partes 3 salis gemme et fiet", c. 182v. MERRIFIELD 1849, p. 533; MUZIO 2012, p. 208.

⁴⁷ La prima edizione del testo del Passeri è stata stampata a Venezia, inserita in una raccolta di saggi scientifici (PASSERI 1758); successivamente lo scritto è stato ripubblicato sia a Bologna vivente l'autore (PASSERI 1775) sia più volte postumo come testo autonomo abbondantemente rivisto e ampliato (PASSERI 1838). Il passo sotto riportato costituisce una delle aggiunte nell'edizione bolognese del 1775: "L'azzurro con tre parti di detta pasta, se ne aggiungono due di azzurro oltremarino, e tre di salgemma". PASSERI 1775, p. 349; PASSERI 1838, pp. 95-96.

⁴⁸ cc. 179v-180v. MERRIFIELD 1849, p. 531; MUZIO 2012, pp. 204-205.

⁴⁹ cc. 185v-187r. MERRIFIELD 1849, pp. 539 e 541; MUZIO 2012, pp. 216-219.

⁵⁰ "Et se non fundesse mectivj oz. j piu de smalto", c. 185v. MERRIFIELD 1849, p. 539; MUZIO 2012, p. 216. Cfr. paragrafo 9.3.

Il confronto tra il testo del *Manoscritto bolognese* e la trascrizione settecentesca di Passeri, che dichiara espressamente come sua fonte il manoscritto stesso è di particolare interesse. Per prima cosa il numero di ricette relative all'azzurro riportate dal Passeri è fortemente ridotto rispetto alla fonte, inoltre Passeri interviene integrando lacune od omissioni, come nel caso della ricetta 308, in cui è stranamente assente qualsiasi colorante per ottenere l'azzurro specificato nel titolo e che Passeri integra aggiungendo "salgemma oncie una, azzurro oncie due", interpolazione non presente nell'edizione del 1758, ma riportata in quella del 1775⁵¹.

Tra le informazioni aggiuntive riferite da Passeri in merito alla zaffera troviamo scritto: "Passeremo ora alle composizioni degl'altri colori. Già dissi, che i semplici sono il lapislazzulo, o zaffara, che fa un turchino cupo bellissimo, ma vuol essere rischiarito collo smaltino, ed è colore di scala"⁵² e "per il turchino adoperavan la pietra zaffara, che bellissima allor veniva di Levante migliore di quella, che si porta ora dalla Provenza, e dalla Germania"⁵³. Nell'edizione del 1775, come libro autonomo quindi integrato e ampliato notevolmente, il passo citato è mutato in: "La zaffara però colla quale si facea quel bellissimo Turchino veniva sol di Levante, cui si è ora sostituita la zaffara di Germania, e Provenza, molto più languida, non sò se per economia di lavoro, o perché della sincera se ne sian perdute le cave"⁵⁴. Fa parte delle aggiunte apportate nell'edizione del 1775 anche la seguente osservazione: "Per altro la zaffara non è sempre dell'istesso colore, e la migliore è la bruna, che dà in violetto, come la vediamo nelle Majoliche, che vengono di Turchia"⁵⁵.

Un'ulteriore menzione dello smalto nel *Manoscritto bolognese* avviene nella ricetta 1 (*Ad cognoscendum qualitatem et naturam bonorum lapidum ab aliis sive a malis*), in relazione alla stima della qualità del lapislazzuli: "e non la dicta preta troppo splendente quem ad modum de smalto"⁵⁶. Sempre in relazione/contrapposizione col lapislazzuli, lo smalto è citato alla carta 66v del ms. 1246 della Biblioteca Riccardiana di Firenze, a proposito di un saggio da effettuare arroventando il pigmento: "s'el sarà smalto, remagnerà come vetro, perché questo smalto non è altro che vetro incorporato e cotto insieme cum terra".

Francesca Muzio ha recentemente posto in relazione con la zaffera, in maniera poco convincente, due ingredienti citati nel *Manoscritto bolognese*⁵⁷: la "viterola de lamanea" indicata nella ricetta 21 (*Modus faciendi grossum açurum*)⁵⁸ e la "rasscia" indicata nella ricetta 22 (*Ad faciendum azurum almanum*)⁵⁹. Solitamente tali ingredienti sono riconosciuti nel solfato di rame (vetriolo) e nella resina, sebbene la loro presenza nel contesto delle ricette in questione non contribuisca a dare un senso compiuto alle prescrizioni. La prima ricetta sembrerebbe indicare come purificare un pigmento azzurro, la "viterola de lamanea", con un procedimento simile a quello con cui si purificava il lapislazzuli macinandolo con sostanze resinose e dilavandolo con acqua calda a meno che, ipotesi più attendibile, ci sia un errore di trascrizione in cui "viterola de lamanea" ha sostituito il corretto riferimento al lapislazzuli (ad esempio "açurro oltrammarino"). Un procedimento del genere avrebbe infatti disciolto il vetriolo per poi ricristallizzarlo seccando la soluzione; l'identificazione di questo ingrediente col vetriolo sembrerebbe inoltre ostacolata dalla sua somiglianza con la pomice ("instar pumicis"); in ogni caso, il tutto non acquisisce senso più compiuto se si sostituisce la zaffera al vetriolo. La seconda ricetta sembrerebbe indicare come purificare un pigmento azzurro con un metodo sostanzialmente analogo, come peraltro gran parte delle prescrizioni a queste precedenti o successive. La ricetta si concentra sui componenti della cosiddetta pastiglia (resina e gomma arabica) e

⁵¹ PASSERI 1775, p. 350; PASSERI 1838, p. 95.

⁵² PASSERI 1758, p. 102; PASSERI 1775, p. 344; PASSERI 1838, p. 92.

⁵³ PASSERI 1758, p. 25. In base alla data della prima edizione del testo (1758) è probabile che il sito francese cui allude Passeri riferendosi alla Provenza sia Lamanère, nel Languedoc-Roussillon. Cfr. paragrafo 5.1.2.

⁵⁴ PASSERI 1775, p. 282; PASSERI 1838, p. 32.

⁵⁵ PASSERI 1775, p. 345; PASSERI 1838, p. 92.

⁵⁶ c. 2r. MERRIFIELD 1849, p. 341; MUZIO 2012, p. 1.

⁵⁷ MUZIO 2012, p. XII.

⁵⁸ c. 31v. MERRIFIELD 1849, p. 373; MUZIO 2012, pp. 32-33.

⁵⁹ c. 32r. MERRIFIELD 1849, p. 375; MUZIO 2012, p. 34.

sulla soluzione basica da utilizzare per estrarre il pigmento dalla pastiglia, tralasciando di citare il pigmento azzurro peraltro menzionato nell'istestazione della ricetta; tutto ciò ha portato Francesca Muzio a identificare la "rasscia" con la zaffera, pur riconoscendo che il termine lessicalmente è associato alla resina di pino, forse facendosi suggestionare dalla breve descrizione che viene fornita: "quella rasscia che vene de la magna la quale e commo petra"⁶⁰.

3.4.4 Altre fonti manoscritte

In altri manoscritti quattrocenteschi, infine, si hanno ulteriori prescrizioni specificamente indirizzate allo smalto. Alla carta 86r del ms. 2265 della Biblioteca Casanatense di Roma troviamo le indicazioni su come macinarlo, con rosso d'uovo e miele⁶¹. Un'altra prescrizione sulla macinazione dello smalto la troviamo alla carta 145r del ms. Cl.II.147 della Biblioteca Comunale Ariostea di Ferrara, dove al rosso d'uovo e al miele si sostituisce il latte⁶². Nello stesso manoscritto, poco oltre, è trascritta anche una ricetta per fare lo smalto, qui indicato come "Azuro simile allo ultramarino", in cui, come è già stato accennato nel paragrafo 1.4, il minerale di cobalto è indicato come *safranum*⁶³.

In un manoscritto del XVI secolo conservato presso la Biblioteca Palatina di Firenze troviamo infine una dicitura particolare per indicare i minerali di cobalto: *lazuli de acre* o, come viene letto differentemente poco sotto in un'altra ricetta nella stessa carta, *lazuli de aere*⁶⁴. In via ipotetica si potrebbe azzardare un'indicazione di provenienza dalla città di Acri, nella Cananea. Se così fosse il riferimento concernerebbe il centro di esportazione dal porto del Mediterraneo orientale verso l'Occidente, il porto di Acri appunto, e non la localizzazione dei giacimenti, per i quali si presume, se è corretta l'ipotesi che si tratti di Acri, che giungessero via terra dalla Persia, vista l'importanza dei suoi giacimenti nelle fonti scritte orientali. Sebbene Mary Philadelphia Merrifield (Brompton [Londra] 1804 - Stapleford [Cambridgeshire] 1889) consideri *azur d'Acre* sinonimo di azzurro oltremarino, quindi lapislazzuli⁶⁵, in entrambe le ricette del ms. Pal. 945 il riferimento a minerali di cobalto è indubbio, dato che una parte di *lazuli de acre* serve per colorare in azzurro cento parti di vetro al piombo.

Lazuli de aere può tuttavia assumere anche un altro significato, connotativo della materia di cui è costituito, indicando così un *azzurro di rame*. In questa accezione va interpretato l'*azuro de aere* per colorare in azzurro il vetro che Guillaume Sedacer⁶⁶, in un carme di argomento alchemico scritto fra il 1370 e il 1378, indica in alternativa alla zaffera; in questo caso, infatti il rapporto tra colorante (1 parte) e massa vetrosa costituita da cristallo o vetro al piombo (20 parti) è tale da giustificare una colorazione intensa anche impiegando un composto di rame,

⁶⁰ MUZIO 2012, nota 179 a p. 34.

⁶¹ "A masnar ismalto azuro che poi pinger in suo color, pilia il smalto et rompelo sotile poi masinelo sopra il porfido cum rosso de ovo [et] uno pocho de melle masinando sutile como voi et se andasse secando azonze uno pocho de aqua et quando è masinato lava fora el mele et lo ovo cum laqua e remanerà cossa bellissima".

⁶² "A dar color di bello azuro al smalto. Recipe smalto et macinalo cum latte e poi che è ben macinato lavallo cum aqua e lascialo (an)dare al fondo il più grosso, et di quanto l'aqua è torbida votala in uno altro vaso e lascialo andare al fondo e così fa più volte et ne faraj di tre sorte una più bella che l'altra". TORRESI 1992, p. 144.

⁶³ "Azuro simile allo ultramarino. Recipe cogolum christallium once 3, vitrum optimum bene tritum, misce simul, deinde recipe zafranum once 5, omnia terre super marmore cum aqua clara, postea pone in crucibulo e coperi et pone ad coquendum ad furnum figulorem, postea terre matteriam super marmore si habebit colorem bonum dimittas, si non pone iterum modicum de vitro e zafrano e terre, e iterum coque in crusibulo ut supra, postea terre e habebis azurum optimum". Idem, pp. 145-146.

⁶⁴ Ms. Pal. 945, c. 77r. POMARO 1991, p. 186.

⁶⁵ MERRIFIELD 1849, p. CCXI.

⁶⁶ Cfr. capitolo 1, nota 16.

mentre per la zaffera tale rapporto è decisamente in eccesso, a meno di non presupporre una zaffera molto impura o fortemente tagliata con un inerte (ad esempio sabbia silicea)⁶⁷.

3.5 La zaffera nei testi scientifici a stampa del XVI e XVII secolo

Nel XVI secolo le opinioni riguardo alla natura della zaffera non sono unanimi. Alcuni autori la considerano una terra, tra questi Bernard Palissy (Agen 1510 - Parigi 1589/90)⁶⁸ e Gerolamo Cardano⁶⁹; per altri è invece una pietra, tra questi troviamo Andrea Cesalpino (Arezzo 1519 - Roma 1603)⁷⁰. Il disaccordo sarà sottolineato agli inizi del XVII secolo da Andreas Libavius nel capitolo IV del libro VI del *Syntagma*⁷¹. In testi autorevoli troveremo infine esposte entrambe le posizioni, ignorando o non dando peso alcuno alla contraddizione sulla doppia natura: è questo, per esempio, il caso del *Musaeum metallicum* di Ulisse Aldrovandi (Bologna 1520 - 1605), che la pone tra le terre nel capitolo XVI (*De terris compositis, & potissimum de Ampelite*) del II libro⁷², rubricando a margine “*Zaphera quid sit*”, subito prima della pozzolana. Questa prima menzione della zaffera come terra da parte dell’Aldrovandi suona ancora più strana, in quanto egli riprende quasi alla lettera la definizione già data dal Cesalpino. Diversamente, nel capitolo LXXXIII (*De Saphyro*) del IV libro, su cui si tornerà tra poco, l’Aldrovandi considera la zaffera una pietra⁷³. Il fatto è che l’Aldrovandi non sembra avere conoscenza diretta dell’argomento, traendo le informazioni da altri autori. Anche Athanasius Kircher (Geisa [Turingia] 1602 - Roma 1680), nell’*Ars magna lucis et umbrae* (Lib. I, parte III, cap. V), riguardo alla zaffera riprende alla lettera le parole di Cesalpino che, non avendo fatto esperimenti in prima persona, non si sente di confermare o confutare⁷⁴.

Il dissidio sulla doppia natura della zaffera (terra o pietra) è ricomposto solo alla metà del XVIII secolo, da Robert Dossie, il quale afferma che la zaffera è una terra ottenuta dalla calcinazione di una pietra chiamata *cobalt*⁷⁵.

⁶⁷ “Partem 1 erfes [= *safre*] vel iuxta de erea [= *azuxi* (sic pro: *azuri*) de aere]”, “partem 1 iruza de erea [= *azuri de aere*] vel arfas muroirairtiv [= *safra vitriariorum*]”. BARTHÉLEMY 2002, pp. 161 e 173.

⁶⁸ “Le saphre, qui est une terre minerale, extraite de l’or, argent & cuivre”. PALISSY 1580, p. 234.

⁶⁹ “Sydereæ, quam manganensem Itali vocant, terra est repurgando vitro aptissima, illud tingens caeruleo colore. Est alia etiam quae sic vitrum tingit caerulei coloris, quam zapharam quidam appellant”. CARDANO 2004, p. 505.

⁷⁰ “Alius est lapis vitrum tingens colore caeruleo, & si plusculum addatur, inficit nigredine: Zafferam vocant: hic ex cinereo tendit ad purpureum, ponderosus, & friabilis: per se solus non fonditur, sed cum vitro fluit aquæ modo”. *De metallicis*, lib. II, cap. LII, CESALPINO 1596, p. 153.

⁷¹ LIBAVIUS 1611, p. 215.

⁷² “Zaphera est Terræ metellicæ genus ponderosum, cinereum, & friabile, quo vitrum, & vasa vitrea colore caeruleo tinguntur. Huius nomen à sapphiro deductum videtur, cui color caeruleus inest”. ALDROVANDI 1648, p. 260.

⁷³ Idem, p. 972.

⁷⁴ “Zaffara cruda tingit fictilia, subnigro igne percocta in caeruleum præstantissimum mutatur. Cæsalpinus ait esse lapidem, qui vitrum tingat caeruleo, & si plusculum addatur, nigredine; ex cinereo tendere ad purpureum, densissimum, friabilem, qui per se solus non fundatur, sed addito nitro fluat aquæ modo. Cuius tamen praxim, cum experimentum necdum sumpserim; eam neque affirmare velim”. KIRCHER 1645, p. 82.

⁷⁵ *Of the substances used for producing red, blue, yellow &c colours in enamel*. “Zaffer is used for producing blue, green, purple, and black colours in enamel. It is an earth obtained by calcining a kind of stone called *cobalt*; and when it is mixed with any kind of vitreous body, it vitrifies; and at the same time assumes a strong blue colour; but for the most part verging to the purple. It is to be had, in a state proper for use, of those colourmen who make it their particular business to supply the glass-makers with colours. The goodness of zaffer can scarcely be known but by an actual trial of it; and comparing the effect of it with that of some other known to be good and used in the same proportion”. DOSSIE 1758, p. 253.

Nella *Magia naturalis*, testo tra i più importanti e frequentati del sapere scientifico del XVI secolo, Giambattista Della Porta (Napoli 1535 - 1615) cita la zaffera nel capitolo 18 (*Alcune compositioni di gioie*) del III libro, concernente la fabbricazione di gemme false, sia nella prima redazione in latino in quattro libri, pubblicata per la prima volta a Napoli nel 1558, che in quella finale molto più ampia, sempre in latino, pubblicata a Napoli nel 1589. In entrambi i casi l'autore fa riferimento al materiale come a una terra con cui colorare in azzurro il vetro, per imitare lo zaffiro. Nel seguito metteremo a confronto i testi di queste due edizioni latine con quelli delle corrispondenti traduzioni italiane (per la versione in quattro libri non essendo riusciti a consultare l'edizione napoletana del 1559, le citazioni sono tratte da quella pubblicata a Venezia nel 1560; mentre per la versione in venti libri è stata consultata l'edizione napoletana del 1677).

DELLA PORTA 1558

Saphyrus,

Facilisque talis est tinctura: Si vitri pulvis cum cærulea terra illa, quam figuli zapharum vocant, portionis semisse mixtus, fornaci inditur, & triduo, requiescere pateris vase forti, perficitur ⁷⁶.

DELLA PORTA 1560

...con simil artefitio, quasi si fa il Saffiro.

Di questa pietra, è agevol la tentura pigliando polvere di vetro, e terra azzurra, la quale i maestri di vasi la chiamano Zafa per la meta della polvere mettendola nella fornace in un vaso fortissimo per spatio di tre giorni, & è fatto l'effetto ⁷⁷.

Il concetto che la zaffera sia una terra è ribadito poco dopo, sempre nello stesso capitolo, nel paragrafo relativo al vetro marmorizzato (*A questo modo farai il Calcedonio*): “Mette nel cristallo liquefatto un poco di quella terra laquale dicemo nel Saffiro” ⁷⁸. Con *zafa*, se si esclude la possibilità di un refuso, si aggiunge alla lunga lista un'altra variante della parola *zaffera*. Tale variante sembrerebbe, vista l'area geografica di appartenenza dell'autore, essere di origine partenopea o campana. Nel XVI secolo a Napoli, e nella Campania in generale, è infatti documentata un'avviata produzione vetraria, mentre già nel secolo precedente la città era rinomata come centro di produzione di maioliche; è pertanto probabile che *zafa* attesti la forma impiegata in area campana per il termine tecnico con cui era designata nel XVI secolo la zaffera, sebbene non si possa escludere che la variante in esame fosse impiegata anche in ambito lagunare, dato che Venezia è il luogo di pubblicazione dell'edizione in lingua italiana consultata.

Nella successiva edizione ampliata a venti libri il passo citato è riscritto integralmente, descrivendo un procedimento tecnico differente, verosimilmente a seguito della consultazione di una fonte più attendibile e dettagliata.

DELLA PORTA 1589

Saphirus quomodo tingantur.

Ab eo enim artifices incipiunt: nam ubi tinctus fuerit, nisi citius ab igne sublatus fuerit, diluitur color, & quanto diutius in igne morabitur, nitidior suffunditur colore. In catinum vitro plenum, momentum *zapharæ* vocatæ inditur, scilicet ad vitri libram sufficiunt dragmæ binæ, indeunco ferro irrequietè remiscendum est à summo ad imum, ubi optimè remistum videbitur, experimentum capiendum est, tantillum ex ollulis excipiendo, si tinctura voto respondeat, si dilutior adde *zapharam*, si meracior adde vitrum ex

DELLA PORTA 1677

Zaffiro come si tinga,

Perche gli artefici cominciano da quello, perche subito che sarà tinto, se non sarà subito tolto dal fuoco, svapora il colore, e divien sempre più bianchiccio, e quanto più dura nel fuoco, tanto risplenderà di più risplendente colore. In un catino pien di vetro, si pone un pochissimo di zafara, cioè a una libra di vetro, si pongono due dramme di zafara, e poi con un ferro torto bisogna rivoltar sempre senza lasciar mai dal fondo alla cima, e come sarà ottimamente mescolato, bisogna fare il saggio, pigliandone un pochetto dal catino, e se lo vetro vi parrà ben tinto, toglie-

⁷⁶ Lib. III, cap. 18, DELLA PORTA 1558, pp. 138-139.

⁷⁷ Lib. III, cap. 18, DELLA PORTA 1560, p. 137v.

⁷⁸ DELLA PORTA 1560, p. 138r. Nell'edizione latina è fatto esplicito riferimento al colore azzurro che si vuole ottenere con questo ingrediente: “*Cyanus*, Si effingi velit: In liquefactum crystallum terræ illius pusillum immittas, quam in saphyro diximus”. DELLA PORTA 1558, p. 139.

olia ollula, ac per sex horas effervesce
patiaris ⁷⁹.

telo dal fuoco, se troppo bianchiccio giungi za-
fara: se troppo colorito, toglì un poco di vetro
dall'altra pignatina, e poni in questa, e fa cuoce-
re per sei hore ⁸⁰.

Questo brano del Della Porta sarà ripreso da Anselmus Boetius De Boodt (Bruges 1550 circa - 1637), medico dell'imperatore Rodolfo II d'Asburgo (Vienna 1552 - Praga 1612), nel capitolo XLV (*Adulterium Sapphiri*) del II libro della *Gemmarum et lapidum historia* e, successivamente, da Ulisse Aldrovandi nel capitolo LXXXIII (*De Sapphyro*) del IV libro del *Musaeum metallicum*, integrandolo con alcune informazioni tratte dal *De metallicis* di Andrea Cesalpino.

DE BOODT 1647

Adulterium Sapphiri.

Solet Sapphirus vitro cæruleo inter duos Bohemicos Adamantes glutinato, egregie adulterari. Alii ex vitro massam cæruleam in igne conflant, eamque expoliri iubent, indurant et imperitis pro Sapphiro venditant. Solet id artificium variis modis perfici. Plerumque massam vitream ex Crystallo aut Silicibus paratam, momentum zaphuræ iniicitur, videlicet drachmæ duæ ad libram unam, ac movetur massa igne candens quam otpime, ferreo unco. Deinde exempta particula exploratur, num plus zaphuræ aut massæ addendum sit. Si iusta mensura apparverit, per sex horas effervesce finitur. Postea eximitur, ac Sapphirum referens massa, perito sculptori sculpenda, ac expolienda traditur. Si rite massa facta fuerit vix à vera Sapphiro distingui Pseudosapphirus poterit. Quæ fictitiæ sunt, plerumque bullulas, seu atomos in corpore habent, qui propter ignem non æqualiter in massam agente proveniunt ⁸¹.

ALDROVANDI 1648

Simulatio.

Vitrum cæruleum inter duos Adamantes Bohemicos glutinatum egregiè Sapphirum simulare solet. Alij ex vitro massam cæruleam in igne conflant, eamque expoliri iubent, & imperitis pro Sapphiro offerunt. Hæc autem mistura multifariam parari potest. In primis habetur lapis vitrum tingens colore cæruleo, & si plus iustò addatur, illud nigredine inficit, hunc Artifices Zafferam vocant, fortassis à colore sapphirino. Talis lapis ex colore cinereo tendit ad purpureum, ponderosus, et friabilis est, solus non funditur, sed vitro additus in fornacibus, instar vitri, fluit. Quando igitur drachmæ duæ huius lapidis librae vitri massae permiscetur, & spatio sex horarum in fornace manserit, Sapphirinum colorem acquirit. Hæc autem materia à fornace exempta perito artificii polienda traditur, et Pseudosapphirus elegans fingitur. Sed quoniam hæc massa non exactè aliquandò formatur, ideò in illa sæpius bullæ, & atomi apparent ⁸².

Il dato di maggior rilievo, a proposito della zaffera, è che nell'edizione in venti libri il Della Porta le dedichi un paragrafo specifico, all'interno della trattazione del vetro, nel capitolo immediatamente precedente quello da cui è stato tratto il passo sopra citato.

DELLA PORTA 1589

Zaphara vocata quomodo in calcem redigitur.

E fornacis latere fenestella modicè exciditur, iuxta quam cellula extruitur, committiturque vel clibanus, prefurnium videlicet, ute pervio foramine introducatur flamma: domuncula foris ostiolium habeat pro ingressura, & egressura artificis manu, dum aliqua huic operi necessaria parabit; Sed cellula fit pedalis longitudinis, & latitudinis. Exponatur zaphara fig[u]linorum supra laterem, & in domicilium introducatur, mox claudatur ostilium, ut igne rubescat tota, & post sex horas eximitur, effunditurque in aquam, & sic in particulas fatiscit, desiccatur, teritur, & in

DELLA PORTA 1677

Come si calcina la zafara

Dal lato della fornace si cava una finestrina, e sopra quella si fa una celletta, unita con quella, ovvero forno picciolo, che da quello per un buso si entra nella fornace, questa camerina habbi la sua porticella, la qual sia tanto grande quanto basti a entrare, et uscir la mano dell'artefice, mentre bisogna apparacchiare alcune cose all'opera, sia questa celletta di un piede di lunghezza, larghezza, et altezza. Poi si pigli la zafara de' cretari, si ponga sovra un mattone, e ponga dentro la camera, poi si serri la porta che tutta s'infuochi di fuoco, e dopo sei hore si cava fuori, e si butta

⁷⁹ Lib. VI, cap. 5 (*Quomodo gemmae colorentur*), DELLA PORTA 1589, p. 120.

⁸⁰ Lib. VI, cap. 5 (*Come si coloriscono le gioje*), DELLA PORTA 1677, p. 216.

⁸¹ DE BOODT 1647, p. 190.

⁸² ALDROVANDI 1648, p. 972.

cerniculo succreta, ut ferè tactum effugiat, servatur. Quod si id pistillo, & mortario non assequeris, affusa in pulverem aqua, manibus conturba, finito paulisper quiescat, decolla in vas aliud aquam, novamque in pulverem affundes, id tantisper, donec quod resedit, grossius contusum, sensim contritum, & criatum per aquam transeat; resiccatus demum pulvis tenuissimus erit⁸³.

nell'acqua, e si romperà in pezzetti, si disecca, e si pista, e setacciata tanto, che toccandola non par che tocchi corpo, poi si serba, e se non basterà farla così sottile col mortajo, e' il pistone, buttando acqua nella polvere, conturba con le mani, poi lascia riposare, cola in un altro vase l'acqua, e butta nuova acqua nella polvere, e ciò fa tante volte finche quello, che rimane sotto che fù grassamente pesto, pestato di nuovo, e poi setacciato di nuovo passi per l'acqua, e poi secca la sottilissima polvere l'havrai fatta⁸⁴.

Come accennato, nei *Discours admirables* di Bernard Palissy, in particolare nel discorso *Des pierres*, la parola *saphre* si riferisce a una "terre minerale" estratta da oro, argento e rame, che sebbene abbia un colore tendente al grigio produce nei vetri un magnifico colore azzurro:

le ne connois n'y plante, n'y mineral, n'y aucune matiere qui puisse teindre les pierres bleües ou azurées, que le saphre, qui est une terre minerale, extraite de l'or, argent et cuivre, lequel à bien peu de couleur autre que grise, tirant un peu sur le violet: toutesfois quand ledit saphre est fait un corps avecques les matieres vitreuses, il fait un azur merueilleusement beau: par là peut on connoistre que toutes pierres ayans couleur d'azur, ont pris leur teinture dudit saphre⁸⁵.



Fig. 3.2 - *Rustique* (piatto ovale decorato con rilievi di animali e vegetali attribuito a Bernard Palissy), metà del XVI secolo. Los Angeles, The J. Paul Getty Museum, Object Number: 97.DE.46.

⁸³ Lib. VI, cap. 4 (*Quomodo colores effingantur*), DELLA PORTA 1589, p. 120.

⁸⁴ Lib. VI, cap. 4 (*Come si fingono i colori*), DELLA PORTA 1677, p. 215.

⁸⁵ PALISSY 1580, p. 234.

Stando a questo passo sembrerebbe che il *saphre* venga estratto dai metalli, il che potrebbe essere in accordo con la tecnologia di estrazione del cobalto documentata in alcuni testi medievali che prenderemo in esame nel prossimo capitolo. Più avanti nel testo Palissy torna però sull'argomento indicando che il rinvenimento del *saphre* avviene direttamente nelle miniere, sotto forma di terra minerale, escludendo quindi la possibilità di una sua produzione nei processi di raffinamento dei metalli⁸⁶. L'associazione del *saphre* alle miniere di oro, argento e rame, più volte ricordata da Palissy, sembra riecheggiare Plinio, in particolare la varietà naturale di *kyanos*; Palissy esclude però categoricamente la possibilità che la zaffera sia legata al rame, affermando che sebbene alcuni azzurri siano fatti col rame, questo avviene *per accidente* ("par accident") e non *per natura* ("selon nature")⁸⁷. Infine, il citato disaccordo tra il colore del minerale e quello che impartisce ai vetri costituisce per Palissy un argomento degno di attenzione:

Theorique. Il me semble que ton propos est fort loing de verité, et ce d'autant que tu dis que le saphre cause une tant belle couleur au lapis, et toutesfois tu dis que ledit saphre n'à point la couleur vive ny belle: comment donques se pourroit faire cela? le saphre pourroit il bien donner ce qu'il n'à point?

Practique. Pour certain ton argument est assez bien fondé: toutefois je suis bien certain que le verre d'asur se fait de saphre, et sçay bien aussi qu'au paravant qu'il soit fondu avec les matieres vitreuses il n'a point de couleur: Aussi ie sçay bien que l'herbe salicor luy baille sa vive couleur: combien qu'il n'aye nulle couleur, non plus que le sel commun, c'est à dire il le fait fondre ou liquifier avecques le caillou ou sable: et sçay bien aussi que les trois matieres ensemble font un fort bel asur, ie di apres que les matieres sont liquifiées, et derechef endurcies et formées en telles formes des vaisseaux de verre que l'on les veut employer⁸⁸.

3.6 La zaffera nelle edizioni dell'Arte vetraria

L'arte vetraria distinta in libri sette di Antonio Neri (Firenze 1576 - 1614), la cui prima edizione è stata pubblicata a Firenze nel 1612, rappresenta il primo e più importante contributo a stampa sull'argomento. Tale modello sarà imprescindibile, al punto di costituire il nucleo da cui derivò la successiva letteratura specifica sino alla fine del XVIII secolo, che alla riedizione o alla traduzione del trattato associò, per accrescimento, commenti, integrazioni e *addenda* di ricette. Tra le più importanti edizioni si segnalano quelle in inglese e in latino, con traduzione e commenti a opera del medico e naturalista inglese Christopher Merrett (Winchcomb 1614 - Londra 1695)⁸⁹ e quella tedesca, a opera di Johann Kunckel von Loewenstern (Hütten 1630 o 1638 - Stoccolma? 1703), il quale innestò sulla versione Neri-Merrett un corposo corredo di commenti e aggiunse una seconda parte contenente ricette da lui sperimentate o raccolte essenzialmente nel mondo di cultura germanica, per quanto concerne i vetri, e in Olanda, per quanto concerne le ceramiche⁹⁰.

Le tre versioni dell'*Arte vetraria* di Neri, Neri-Merrett e Neri-Merrett-Kunckel ebbero una grandissima circolazione e furono tradotte nelle altre lingue europee, in alcuni rari casi dotate di ulteriori aggiunte e annessi; tali integrazioni furono comunque limitate, al punto che non si può parlare di successive nuove versioni del trattato. Dal punto di vista delle conoscenze inerenti l'impiego dei coloranti di cobalto nei vetri il confronto delle tre versioni

⁸⁶ "Par là tu peuz conoistre que le saphre se prend dedens les minieres d'or et de cuyvre". Idem, p. 235. L'autore ritorna ancora in maniera esplicita sull'argomento nell'*Explication des mots plus difficiles* in coda al volume: "Saphre, est une terre qui se prent és [sic] mines d'or, laquelle est terre fixe autant comme l'or mesme, et d'icelle on fait une couleur d'azur, en esmail". Idem, pagina non numerata [p. 383].

⁸⁷ Idem, p. 238.

⁸⁸ Idem, p. 236.

⁸⁹ MERRETT 1662 e 1668-9.

⁹⁰ KUNCKEL 1679.

dell'*Arte vetraria* è estremamente interessante, in quanto mostra come si evolsero durante il corso del XVII secolo le conoscenze ufficiali sull'argomento nei vari paesi europei.

Antonio Neri - che faceva i suoi esperimenti vetrari nelle officine per lui approntate dal granduca di Toscana a Firenze e Pisa, ma che aveva un bagaglio di conoscenze acquisite sul campo nei due maggiori centri europei di produzione vetraria (Venezia e Anversa) - dimostra un approccio molto pragmatico, citando più volte la zaffera come ingrediente e fornendone un metodo dettagliato di purificazione⁹¹, evitando invece di soffermarsi su spiegazioni circa la sua natura od origine. Neri, infatti, non si perita di sapere (o far sapere) da quali materiali sia effettivamente costituita; per lui è un ingrediente come un altro e quello che solo lo interessa è come e per che cosa essa si utilizza. Il desiderio di approfondire le conoscenze merceologiche su questo ingrediente viene invece a Christopher Merrett; d'altra parte tale desiderio è giustificato dal taglio educativo e teorico della versione Neri-Merrett (di qui l'inserimento di ampi commenti, spesso di carattere erudito) mentre quello della versione Neri era pragmatico, destinato direttamente all'uso pratico. La differente impostazione della versione Neri-Merrett è inoltre giustificata dal contesto in cui è stata sollecitata, la nascita della Royal Society; a commissionare a Merrett la traduzione e il commento è stato infatti il celebre chimico Robert Boyle (Lismore Castle [Irlanda] 1627 - Londra 1691).

Relativamente al capitolo XII (*A preparare la Zaffera, che serve per più colori nell'Arte vetraria*) del libro I di Neri, Merrett si sente in obbligo di fare un bilancio in merito alle conoscenze scientifiche a lui note su questo materiale⁹². Per prima cosa, sulla scorta degli scritti di Girolamo Cardano, sembrerebbe confondere la zaffera col manganese (*magnesia*); poi rileva il disaccordo degli autori precedenti sulla sua natura ricapitolando quanto da loro affermato (per Cardano è una terra, per Cesalpino è una pietra, Aldrovandi la cita una volta come terra e una volta come pietra, Imperato la dice associata alle miniere di piombo mentre Agricola, a detta di Merrett, sembra invece non conoscerla). A questo punto, visto il monopolio dei tedeschi su questo materiale, Merrett ritiene la zaffera una recente scoperta di un artefice tedesco, del quale costituisce un segreto: "Quare in eo sum, ut putem, nuperæ inventionis rem, et ab homine Germano arte factam esse, ideoque inter secreta asservari"⁹³. A questa premessa Merrett fa quindi seguire le sue considerazioni su quali siano effettivamente gli ingredienti con cui è confezionata la zaffera, costituiti, secondo lui, da rame, sabbia e un po' di terra calaminare⁹⁴.

L'unico ingrediente correttamente identificato è la polvere quarzosa, riconosciuta come corpo di fondo formatosi successivamente alla dissoluzione della zaffera nell'acido nitrico (*aqua fortis*). Anche se totalmente fuori strada l'ipotesi del rame come uno degli ingredienti costitutivi della zaffera è estremamente interessante, a causa delle motivazioni addotte per suffragare tale congettura. Per prima cosa l'associazione del rame alla sabbia porta alla ribalta un pigmento azzurro noto nell'antichità, la cui confezione è descritta da Vitruvio: il blu egizio, pigmento azzurro intenso ottenuto facendo reagire in un forno calce, sabbia e limatura di rame, impastati in forma di sferule⁹⁵. Comunque Merrett non fa diretta menzione di questo pigmento e, tanto meno, chiama in causa gli autori classici, come invece fa nei commenti ad altri capitoli del trattato di Neri.

Un altro punto di interesse nelle motivazioni addotte da Merrett per giustificare l'ipotesi che il rame costituisca l'ingrediente che conferisce il colore alla zaffera è la chiamata in causa dell'argento, in quanto il rame costituisce un'impurezza solitamente associata a questo metallo: "Utut enim ab argento procedere hic color credatur, æri tamen cui argentum alligatum

⁹¹ Lib. I, cap. 12, NERI 1612, p. 15 (per il testo si rimanda al paragrafo 9.1).

⁹² MERRETT 1668-9, pp. 327-332.

⁹³ Idem, p. 328.

⁹⁴ Alla lettera sarebbe una terra contenente minerali di zinco (la calamina).

⁹⁵ *De architectura*, lib. VII, par. XI, VITRUVIO 1990, pp. 344-345. Riguardo al blu egizio si veda la nota 20 nel capitolo 2.

est, soli debetur. Etenim argentum ter excoctum aquam separationis plane non tingit”⁹⁶. Tale osservazione sembrerebbe presupporre da parte di Merrett la conoscenza della possibilità di estrarre dall’argento metallico un prodotto vetroso azzurro (secondo il metodo medievale che verrà preso in esame nel paragrafo 4.2), sebbene nel XVII secolo tale metodo non fosse più praticabile con una qualche utilità a causa della sua difficoltà, dei piccoli quantitativi di colorante con esso ottenibili (a fronte di una domanda molto maggiore che nel medioevo e, forse, di un argento in circolazione meno ricco in impurezze di cobalto) e della grande disponibilità di zaffera tedesca.

A differenza di quelle di Merrett, le conoscenze del tedesco Johann Kunckel in merito alla zaffera sono precise e circostanziate. Per prima cosa Kunckel appartiene a una famiglia di vetrai, e come vetraio lavorò al servizio di alcuni principi tedeschi. A questo si aggiungono i contatti che ebbe con le tradizioni vetrarie dei paesi chiave nell’ambito della produzione della zaffera: la Sassonia e la Boemia. La prima, dove Kunckel aveva sperimentato al servizio del principe elettore Federico Guglielmo di Brandeburgo (Cölln an der Spree 1620 - Potsdam 1688) le ricette contenute nel trattato di Neri-Merrett, deteneva in pratica il monopolio della produzione di zaffera in Europa; la seconda aveva anch’essa una tradizione antica sull’argomento, visto che la lavorazione della zaffera, nonché quella del vetro, era stata impiantata in Sassonia da artigiani emigrati dalla Boemia.

La replica di Kunckel alle ipotesi formulate da Merrett è così circostanziata ed eloquente che è opportuno riportarla integralmente⁹⁷; per motivi di accessibilità il testo tedesco è affiancato dalla traduzione francese pubblicata nel 1752 da Paul Heinrich Thiry, barone d’Holbach⁹⁸.

KUNCKEL 1679

Vom 12. Capitel.

Dieses Capitel handelt von der *Zaffera*, einer zu Tingier- und Färbung der Gläser sehr nützlichen Materia. Es ist aber die Ableschung derselben in Essig nichts nütze, sondern all-genug, wenn sie, die *Zaffera*, nur wohl und klein gerieben wird, da sie denn eben so wohl und gut als die so abgeleschet ist, kan gebraucht werden.

Ich sehe hier, dass der oft gedachte Herr *D. Merrett*, wie auch selbst unser *Autor*, sich sehr, was doch die *Zaffera* vor ein Ding sei, zu wissen bemühen: achte derowegen wohl von Nöthen, dieselbe etwas weitläuffiger zu beschreiben. Berichte demnach hiermit dieses: Es wird ein Ertz-Stein, zu Schneeberg in Meissen, von denen Bergleuten aus der Erden gebracht und gegraben, den sie Cobolt nennen, weiln solcher gantz kein gut Metall, ohne manchmal der Centner ein Loth, mehrentheils aber gar nichts hält und gibt. Dieser Cobolt, wird anfänglich in einen dazu behörigen Ofen, dessen Gestalt uns beygefügte Figur weiset [fig. 4.14], geschmitten: solcher zu diesen Werck eingerichteter Ofen, ist fast gleich einem Back-Ofen, und also aufgesetzt, dass das Holz oder Flammenfeuer, so an der Seiten lieget, über diesen Mineral-Stein oder Cobolt, zusammen schlagen kan: so bald solcher nun anfänget zu glüen, so raucht ein weisser Rauch davon, selbi-

HOLBACH 1752

Remarques de Kunckel sur le Chapitre XII.

Ce Chapitre traite du saffre qui est une matiere très-utile pour colorer les verres. Il ne faudra pas l’éteindre avec du vinaigre; si on le réduit en une poudre bien déliée, cela suffira, & l’on pourra s’en servir, aussi-bien que de celui qui aura été éteint dans du vinaigre.

Je remarque que Merret et notre Auteur se sont donné bien de la peine pour découvrir ce que ce pouvoit être que le *saffre*. Je crois donc qu’il est nécessaire d’en faire ici une description circonstanciée. Ceux qui travaillent aux mines à Schneeberg en Misnie, ainsi qu’en d’autres lieux, tirent de la terre un *minéral* qu’ils nomment *Cobalt*, parce qu’il contient point un bon métal, & que sur un quintal il s’y en trouve quelquefois à peine une demi-once, & le plus souvent rien du tout. D’abord on met ce *cobalt* qui est un poison très-subtil, dans un fourneau fait exprès, tel que celui qu’on voit en B [fig. 4.14]. Ce fourneau assez semblable au four du Boulanger, est construit de maniere que la flamme du feu qui est à coté, puisse se réunir & tomber sur le cobalt; aussitôt qu’il commence à rougir; il en part une fumée blanche, qui est reçue dans un

⁹⁶ MERRETT 1668-9, pp. 329-330; KUNCKEL 1679, pp. 265-267.

⁹⁷ KUNCKEL 1679, pp. 57-60.

⁹⁸ HOLBACH 1752, pp. 51-52.

ger wird in einen (hier beygefügt) hölzern Gebäude, in welchem er sich allenthalben anlegt, aufgefangen, und dieses ist alsdenn der Arsenic. Es ist sich zu verwundern, dass, obwohl dieses Gebäude sehr, ja bisweilen 100. Klafter lang ist, dennoch der Rauch, es sey so lang als es immer wolle, allezeit zum letzten Ende ausgehet. Dieser abgerauchte oder geröstete Cobalt nun, wird alsdenn in einer dazu gehörigen Pochmühle gepocht, alsdenn wieder calciniret, und ferner gepocht, wenn dieses etliche mal gethan, so wird er (der zurück gebliebene Cobalt) aufs kleinste durch ein enges Sieb, welches in Riemen und Schwange gehet, auch sonsten gnugsam verwahrt dass es nicht stäuben kan, gesiebt und in Verwahrung genommen. Von diesem Cobalt-Meel wird genommen 1. Theil, und darunter wohl 2. oder mehr Theil, gleichfalls aufs fein- und kleinste gestossene Kiesslinge (welche die Bergleute Quärzte nennen) gemischt, und alsdenn angefeuchtet, in Tonnen geschlagen, so wird es so hart und fest in einander wie ein Stein, also dass, nachdem es lange gestanden, solches endlich wieder (wie bekannt) mit eisern Schlägeln von einander muss geschlagen werden. Solche zugerichte *Materia* wird alsofort denen Holländern und anderen Nationen zugesandt, umb ihre feine Töpffer-Geschirr und andere Dinge damit zu mahlen: und ist eben dieses, was von vielen, sonderlich denen Bergleuten, *Zoffoer*, ins gemein aber, gleich wie auch von unserm Autor, und seinen gelehrten *Commentator D. Merreto*, *Zaffera* genennet wird.

Der Sand wird in Meissen bloss derent-und umb keiner andern Ursach wegen, darunter gemischt, als dass man in andern Ländern die blaue Stärcke, die die Weiber brauchen (von denen Mahlern auch blaue *Smalta* genannt) nicht mit Profit daraus oder nachmachen könne und soll. Denn es ist ferner zu wissen, dass, wenn dieser abgerauchte Cobalt, mit einen gewissen Theil Sand und Potasche, wieder versetzt und zum Glas geschmolzen wird, ein dunckel und dickblaues Glas daraus wird, welches gar subtil zerstoßen, und auff einer gewissen Mühl, zwischen zweyen sonderlich harten Steinen, zu einen Meel gemahlen, alsdenn geschlemmet, und unterschiedliche Sortemente, da immerzu eines schöner als das andere, getheilet und gestellet wird; hierinnen besteht ein grosser Handel, der Seiner Churfl. Duchl. zu Sachsen nicht wenig einträgt. So sie aber den Cobalt so rohe wegschicketen, welches zu thun aber denen *Factorn* sehr hoch verboten, so könnte die blaue Stärcke anderwärts auch gemacht, und Nutzen daraus gezogen werden, derohalben machen sie *Zaffera* daraus. Der aber einen reinen Cobalt haben will, da ein Theil mehr, als 3. oder 4. Theil *Zaffera* thut, der muss es absonderlich in diesen Landen suchen, und

bâtiment d'un bois représenté dans la *figure*, au parois duquel elle s'attache; ce n'est autre chose que l'arsenic. On apprendra avec étonnement que, quoique ce bâtiment de bois ait quelquefois jusqu'à cent brasses de longueur, la fumé ne laisse pas de sortir par l'ouverture ou cheminée qui est à l'extrémité. Ce cobalt ainsi calciné, & dont la fumé est partie, se broye dans un moulin fait exprès; on le calcine ensuite une seconde fois, & on le broye de nouveau; lorsqu'on a réitéré plusieurs fois ces opérations, on le passe par un tamis très serré, suspendu à des courroyes & couvert, afin qu'il ne sorte point de poussiere, & on le garde pour se servir. On prend une partie de ce cobalt réduit en poudre; l'on y mêle deux parties ou même plus de cailloux pulvérisés, ou de quartz bien pilé & tamisé; l'on humecte ce mélange, & on le met dans des tonneaux; il y devient compacte & s'y durcit comme une pierre, de sorte qu'il faut des instruments de fer pour le rompre. On envoie cette matiere ainsi préparée aux Hollandois & aux autres Nations, qui en font usage pour peindre leurs fayances & colorer leurs verres. C'est-là ce que bien des gens nomment *Zaffoer*, & ce que notre Auteur & son Commentateur Merret appellent *Zaffera* (en François *Saffre*). On n'y mêle du sable en Misnie qu'afin qu'on ne puisse pas dans d'autres Pays en tirer ou contrefaire avec profit le bleu d'empois dont se servent les Blanchisseuses, ou la couleur que le Peintres nomment *smalt bleu*, ou bleu d'émail; car il faut sçavoir qu'en mêlant le cobalt ainsi préparé avec une certaine quantité de sable & de potasse; si on fait fondre ce mélange, on aura un verre d'un bleu foncé, qui broyé dans un moulin fait exprès, entre deux pierres très dures, donne une poudre d'une couleur très-éclatante & très-belle. Les Manufactures où l'on s'occupe de ces opérations font d'un revenu très-considérable pour l'Electeur de Saxe. Si l'on envoyoit à l'Etranger le cobalt calciné tout pur, c'est-à-dire, sans addition de sable ou de cailloux pilés, (ce qui est défendu aux Facteurs, sous des peines très-rigoureuses) il seroit aisé de faire ailleurs du bleu d'empois, & d'en tirer avantage: c'est pour se reserver ce commerce qu'on en fait du saffre. Si on vouloit avoir un cobalt pur & sans mélange, dont une partie fit plus d'effet que ne peuvent faire trois ou quatre parties de saffre, il faudroit l'aller chercher sur les lieux où l'on seroit obligé de le payer cher à proportion.

La premiere fois qu'on met en fusion du

desto theuer bezahlen.

Diese Blaue Stärcke, wenn sie zum ersten mal gemacht oder zum Glase gebracht wird, so setzt sie insgemein einen *Regulum*, den dieselben Arbeiter Speisse nennen; dieser *Regulus* gibt gleichfalls wieder ein blaues Glas, sonst aber ist er gantz spröde und kurtzspiessig.

Das Arsenic-Meel aber wird nach der hier beygesetzten Figur [fig. 4.15], auch wieder *sublimirt*, so wird es in solche dicke Stücken, wie bey denen Materialisten, allwo Arsenic verkaufft wird, zu sehen. Also ist hier hoffentlich denen Liebhabern aus den Zweifel geholfen, so viel die *Zaffera* und den Arsenic betrifft, ob nemlich solche *factitia* oder *Naturalia*, das ist, durch Kunst gemachte oder natürlich gewordene Dinge sind; und so viel von diesen.

verre mêlé avec du saffre, il se dépose un régule: ce régule colore aussi le verre en bleu, mais ce verre est taché & rempli de petits points. On prétend que ce régule est d'un grand utilité dans l'Alchymie.

Quant à la poudre d'arsenic, après l'avoir tirée du bâtiment de bois on la remet à sublimier, comme on peut voir dans la fig. C. [fig. 4.15] & il s'en forme de gros morceaux tels qu'on les trouve chez les Droguistes: je crois au moyen des remarques que je viens de faire, avoir éclairci tous les doutes qu'on pourroit avoir sur le saffre & sur l'arsenic, & avoir mis en état de juger si ces deux matieres son factices ou naturelles, ce qui suffit.

Come si è visto, la prima edizione tedesca del testo di Kunckel è successiva di un decennio alla prima edizione latina e di oltre tre lustri a quella inglese del testo di Merrett, la cui pubblicazione era stata promossa dalla Royal Society. Proprio presso tale istituzione deve essere stata avvertita la forte discrepanza rispetto alle informazioni fornite dai due autori riguardo alla zaffera, giacché presso i suoi archivi esiste un manoscritto con la traduzione del testo di Kunckel⁹⁹. Tale traduzione viene in genere attribuita a Martin Lister (Radclive [Buckinghamshire] 1638 circa - Epsom [Surrey] 1712), ma Robert Theodore Gunther (Surbiton [Surrey] 1869 - South Stoke [Oxfordshire] 1940) ritiene che l'autore della traduzione sia stato Robert Hooke (Freshwater [Isle of Wight] 1635 - Londra 1703) e che essa sia stata approntata per una riunione tenutasi nel 1685¹⁰⁰, dunque precedente alla seconda edizione di Kunckel, che ha avuto una diffusione molto più ampia della precedente.

L'interesse della Royal Society sull'argomento non si ferma qui, visto che agli esordi del XVIII secolo è datato un altro documento ufficiale di tale organismo su tale argomento, questa volta contenente informazioni di prima mano fornite da una fonte tedesca: David Krieg (Annaberg 1669 - Ungheria 1710), dal 1699 F.R.S. (membro [fellow] della Royal Society). È altamente indicativo il luogo di nascita di Krieg, in quanto Annaberg è uno dei centri minerari più importanti dell'Erzgebirge sassone, dove l'estrazione del cobalto è documentata dal 1624¹⁰¹. Al tempo in cui Krieg informò la Royal Society su quest'argomento l'attività di estrazione e di lavorazione del cobalto può quindi essere considerata pienamente matura. Nel 1704 Krieg tornò temporaneamente nella sua città natale, il che gli consentì di osservare in dettaglio, superando le diffidenze che si avevano in merito alla fuga di informazioni tecniche attraverso spie straniere, diffidenze abbondantemente testimoniate nelle fonti del XVIII secolo. La missiva di Krieg fu parzialmente pubblicata, come ottavo e ultimo contributo del numero di settembre-ottobre dell'annata 1704 delle *Philosophical transactions*¹⁰² e riproposta nel 1739 in forma leggermente variata, probabilmente con lo scopo di migliorare l'inglese un po' duro di Krieg, nel quarto volume dei *Memoirs of the Royal Society*¹⁰³. Nonostante questi palcoscenici così qualificati per la divulgazione scientifica dell'epoca la comunicazione di Krieg sembrerebbe apparentemente sconosciuta alla letteratura scientifica successiva. Il fatto che quanto presentato negli organi di diffusione della Royal Society sia rimasto sinora praticamente ignorato ci spinge a riportare testualmente entrambe le versioni del testo.

⁹⁹ Classified Papers, XX, 95.

¹⁰⁰ GUNTHER 1930, p. 681.

¹⁰¹ Cfr. paragrafo 5.2.2.3.

¹⁰² KRIEG 1726. Il volume relativo alle annate 1704-05 è stato stampato nel 1726; la pagina iniziale, per un refuso, è erroneamente indicata come 1753.

¹⁰³ BADDAM 1739, pp. 359-360.

*Philosophical transactions for the months of
September and October 1704 Numb. 293
(1704-05)*¹⁰⁴

*Memoirs of the Royal Society; being a New
Abridgement of the Philosophical Transac-
tions (1739)*¹⁰⁵

VIII. *Part of a Letter from Dr David Krieg, F.R.S. to the Publisher, concerning Cobalt, and the Preparations of Smalt and Arsenic.*

Of Cobalt, and the Preparations of Smalt and Arsenic; by Dr. Krieg. Phil. Trans. N° 293. p. 1753.

I Spent about 8 weeks in my own Country, and my chiefest Business was to enquire for the Minerals found thereabout, and to observe their preparations. First, I shall describe the preparation of the blue Colour, called *Smaltum*, which is made of *Cobalt* or *Cadmia nativa*, because it is not clearly described by any Author, as much as I know.

Now the *Cadmia* or *Cobalt* is a massie, heavy, grey shining Stone, found in a great quantity in the Mines about *Shneeberg* [sic], and some other places of *Hermanduria*. It is very often mixed with Marcasite, sometimes with Silver and Copper Oar [sic], yea, the Silver is (but seldom) pure in the Figure of Hair.

After they have pick'd out the *Cobalt*, and separated it from the common Stone, they beat it to Powder by an Engine or Machine, commonly used in Mines (called a Poolwork.) By that Operation, the Water carries away the light stuff and Sand, leaving the heaviest behind.

This Powder is afterwards put into a low and broad Furnace, made on purpose to separate the Sulphur and Arsenick; where the Powder is spread all over, and the Fire, which is beneath and behind it, is forced to pass its flame along over the Powder, and so to take along with it the Arsenick in form of Smoak, which afterwards is receiv'd by low a Chimney, and out of that carried in a close Channel made of Brick wall, of about 50 or more paces, where the Arsenick by the way sticks to the Wall, in form of a White or Yellowish Powder. The same is taken out every 6 months and melted into whole pieces.

The *Cobalt* thus roasted, and smoaking little more, being red hot, is taken out, cooled again and gathered for melting. Its Colour by that way of roasting is turned a little more whitish.

When they have a mind to melt it, the Powder of the *Cobalt* is mixed with Pot Ashes and Powder of White Flint Stones: The proportion of them is according to the goodness of the *Cobalt*, or as they will make the *Smalt* of a deep or paler colour: For Example, they take one part of Pot Ashes, two parts of *Cobalt*, and 3 or 4 parts of Flint. This Mixture is put into great strong Pots, standing in a hot Furnace; 6 or 8 Pots in one Furnace; there it stands a melting for 5 or 6 hours time, turning into a blue Glass, which afterwards is taken out with a great Iron Spoon and put into a Vessel full

The *Cadmia nativa*, or *Cobalt* (of which is made the blue colour, call'd *Smaltum*) is a massy, heavy, grey, shining stone, found in great quantities in the mines about *Schneeberg*, and in some other places of *Misnia*; it is very often mix'd with marcasite, and sometimes with silver and copper ores; after they have pick'd out the *Cobalt*, and separated it from the common stone, they beat it to powder with a *Poch-werk* or stamping machine, which is commonly us'd in mines; by that operation, the water carries away the light stuff and sand, leaving the heaviest parts behind; this powder is afterwards put into a low and broad furnace, made on purpose to separate the sulphur and arsenic, where the powder is spread all over; and the fire, which is beneath and behind it, is forced to pass its flame along, and over the powder, and so carry with it the arsenic in form of a smoke, which is afterwards receiv'd by a low chimney, and out of that convey'd into a close channel made of brick-work, upwards of 50 paces, where the arsenic sticks by the way to the wall, in form of a white, or yellowish powder, which is taken out every six months, and melted into whole pieces: The *Cobalt* being thus roasted, and smoaking a little, is taken out when red hot, cool'd again and gather'd for melting; its colour, by that way of roasting, becomes a little more whitish.

When they have a mind to melt it, the powder of the *Cobalt* is mix'd with pot-ashes, and powder of white flint stones; the proportion of which is, according to the goodness of the *Cobalt*, or according as the *Smalt* is to be made of a deeper, or paler colour; for instance, they take one part of pot-ashes, two parts of *Cobalt*, and three or four parts of flint; this mixture is put into large strong pots, standing in a hot furnace, six or eight pots in one furnace; where it stands melting for five or six hours, when it becomes a blue glass, which is afterwards taken out with a large iron spoon, and put into a vessel full of cold water; where it cracks and becomes more tender, in order

¹⁰⁴ KRIEG 1726.

¹⁰⁵ BADDAM 1739, pp. 359-360.

of cold Water, where it cracketh and grows more tender, to be the more easily powdered again: But the empty pot in the Furnace is filled up again with the aforesaid mixture. And so they continue night and day, not leaving off the fire in the Furnace.

The blue Glass taken out of the Water is powdered again by the ordinary Engine; the finest, separated by a Sieve, is put into a Mill, and grinded in Water into the finest Powder, which by washing is still separated from the Courser.

The same is afterwards dried in little and warm Chambers, put into Barrels, and thus sent away to several Countries.

If one of the Melting Pots breaks, or is very much burnt, so that it must be taken out, there they find always on the bottom two Cakes of different stuff, not mixed with one another. The undermost is a sort of *Æs Caldarium* or (*Gleiken Spisse*) and the uppermost is of *Marcasit*.

The Grass and Fruits growing there about, where such a Work-house stands, is commonly poisoned by the Arsenical Smoak, that no Cattel or Men without damage feed upon them.

Explication of the Figures, Tab. 4 [fig. 3.3]. concerning the making of Smalt.

Fig. 1, 2.

The Furnace where the Cobalt is roasted, and the Arsenick separated.

a The Furnace to rost the Powder'd Cobalt.

b The Chimney accepting the Arsenical Smoak.

c.c.c. The Channel of Stones to collect the Arsenick.

Fig. 3.

The Furnace for melting the Cobalt into a Glass.

aaaa the holes where stand the Melting Pots.

The great holes, where they put in the Pots is shut up with Bricks, and a little one left, where they take out the Glass with the Spoon. *bbbb*.

Fig. 4.

2 Grinding Stones to Grind in Water.

to be the more easily powder'd again; but the empty pot in the furnace is fill'd up again with the aforesaid mixture; and thus they continue night and day, still maintaining the fire in the furnace: The blue glass taken out of the water is powder'd again by the common engine; the finest part being separated by a sieve, is put into a mill, and ground in water into a very fine powder, which by constant washing is separated from the coarser parts; the same is afterwards dried in little warm chambers, then put into barrels, and thus it is exported into several countries: If one of the melting pots happens to break, or to be very much burnt, so as that it must be taken out, they always find on the bottom thereof two cakes of different stuff, not mix'd with each other; the undermost is a sort of *Æs Caldarium* or *Glocken Speise*, and the uppermost a marcasite: The grass and fruits growing thereabouts, where such a work-house stands, are commonly poison'd by the arsenical smoke, so that neither cattle nor men can feed upon them with safety.

Plate XI. Fig. 2, 3, the furnace where the Cobalt is roasted, and the arsenic separated; *a* the furnace to roast the powder'd Cobalt, *b* the chimney, that receives the arsenical smoke; *ccc* the channel of stones to collect the arsenic.

Fig. 4. The furnace for melting the Cobalt into a glass; *aaaa* the hole where the melting pots stand; the large holes, where they put in the pots, are shut up with bricks, and a little hole as *bbbb* is left open, where they take out the glass with the iron spoon.

Fig. 5 represents two grinding stones to grind in water.

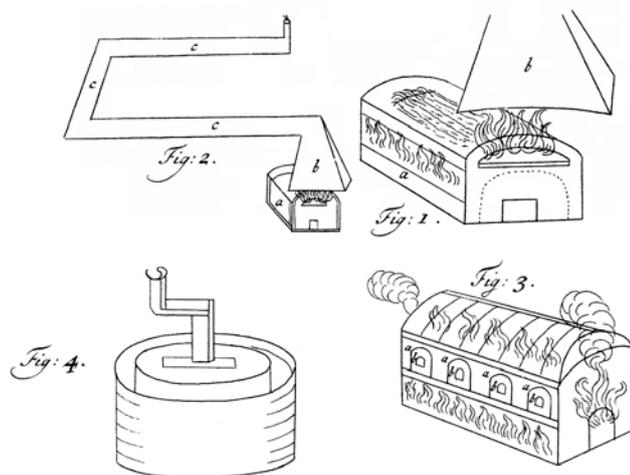


Fig. 3.3 - Particolare di *Tab. 4* delle *Philosophical transactions for the months of September and October 1704* (1704-05) con i disegni di corredo alla lettera di David Krieg. KRIEG 1726 (in BADDAM 1739, pp. 359-360, le figure non mostrano sostanziali differenze, tranne la riproposizione in controparte, verosimilmente dovuta al fatto che sono state riproposte sulla lastra traendole da quelle di KRIEG 1726).

Capitolo 4

Impurezze ed elementi associati al cobalto

In questo capitolo sono presi in considerazione i principali elementi chimici che possono essere associati al cobalto, presenti nei minerali da cui esso è ottenuto (come impurezze o macrocostituenti) oppure legati ad aggiunte intenzionali durante i processi di fabbricazione dei pigmenti, per modificarne la resa nel colore o migliorare le caratteristiche del prodotto. Riguardo alla produzione dello smalto, per esempio, (Jean Claude) Eugène Pécelet (Besançon 1793 - Parigi 1857) riporta la seguente nota.

Observation sur l'influence des matières étrangères dans le smalt. L'arsenic blanc le rend plus gras, plus clair et plus fusible; le borax et la soude plus violet; la baryte, la chaux, la strontiane et le plâtre, rendent le verre plus difficile à fondre; la pierre fusible (castine) le rend bleuâtre mat; l'argile et le talc le rendent grisâtre, bleu-noir, difficile à fondre; mais quand il y en a beaucoup, il rend le verre bleu-verdâtre; l'oxide d'étain et l'oxide de zinc le rendent bleu et plus difficile à fondre, l'oxide de cuivre bleu-noir, l'oxide de plomb verdâtre, l'oxide d'antimoine bleu verdâtre, beaucoup d'oxide de nickel, violet et un peu plus dense; l'oxide de fer le rend violet; un excès le rend brunâtre et sale. L'oxide de cobalt fondu seul donne un verre bleu-noir¹.

4.1 Alluminio e magnesio come indicatori dell'origine dalle oasi a ovest del Nilo

Come si è visto nel paragrafo 2.1, per quanto concerne i manufatti egizi realizzati durante la XVIII dinastia (1550-1292 a.C.) è ormai pressoché unanime l'identificazione della provenienza del cobalto dalle grandi oasi di Kharga e Dhakla, a ovest del Nilo. In particolare il minerale da cui veniva estratto era costituito da un allume cobaltifero in cui l'elemento è in concentrazioni che sembrerebbero non superare lo 0,2%². Questa diluizione fa sì che l'allume subisse complessi trattamenti per incrementare la concentrazione di cobalto, al fine di utilizzarlo come colorante per i vetri.

Oltre alla presenza rilevante di alluminio³, costituisce un indicatore della derivazione dei coloranti azzurri estratti dagli allumi cobaltiferi delle oasi a ovest del Nilo anche la presenza non trascurabile di magnesio, accompagnato da manganese, zinco e nichel⁴. Nell'interpretare i dati analitici si possono pertanto utilizzare questi elementi, oltre all'alluminio, come indicatori della provenienza del minerale. Per esempio, la determinazione di elevati rapporti tra le concentrazioni di alluminio, magnesio e cobalto ha fatto ipotizzare che il cobalto derivato dall'allume delle due oasi egiziane nel I millennio a.C. sia stato utilizzato anche su manufatti rinvenuti in Francia⁵ e in Assiria⁶, come già accennato nel paragrafo 2.1.

¹ PÉCLET 1829, pp. 197-198.

² SHORTLAND 2006a.

³ Spesso in passato la determinazione dell'alluminio nella composizione di vetri azzurri ha fatto ipotizzare la conoscenza e l'uso da parte degli egiziani del blu di cobalto, pigmento moderno costituito dall'alluminato di cobalto. RIEDERER 1974, pp. 104-106; FUCHS 1982; RIEDERER 1987, pp. 179-181; NOLL 1991, pp. 211-213.

⁴ Manganese, zinco e nichel mostrano in genere una buona correlazione col cobalto, ma non il magnesio poiché la sua presenza, oltre che dall'allume, può anche derivare dal fondente impiegato per la realizzazione del vetro. HENDERSON 2013, p. 71.

⁵ GRATUZE 2005.

⁶ READE 2005.

Sembrerebbe comunque che in antico, in area mesopotamica, sia stato impiegato un altro allume cobaltifero. In questo caso, il pattern degli elementi caratterizzanti è diverso da quello degli allumi cobaltiferi delle oasi a ovest del Nilo in quanto, oltre a cobalto e alluminio, gli indicatori, invece di magnesio, nichel e zinco, sono rappresentati da ferro in elevati contenuti e arsenico in quantitativi minimi⁷.

4.2 Associazione cobalto-argento

Nella localizzazione delle possibili fonti di cobalto nel medioevo e nell'antichità non sono stati sinora tenuti nella dovuta considerazione i legami che tale elemento ha con l'argento. Questi legami sono invece essenziali, al punto che forse non sarebbe concepibile la scoperta delle proprietà del cobalto e il loro sfruttamento indipendentemente dalla tecnologia associata alla metallurgia dell'argento. Il caso di Freiberg, come si vedrà più avanti, è indicativo; altrettanto indicativo è quello di Schneeberg dove, infatti, le miniere di argento inizialmente scoperte non sono risultate così ricche come si era sperato, mentre l'estrazione dei minerali di cobalto e bismuto, una volta avviata, ha rappresentato la principale attività.

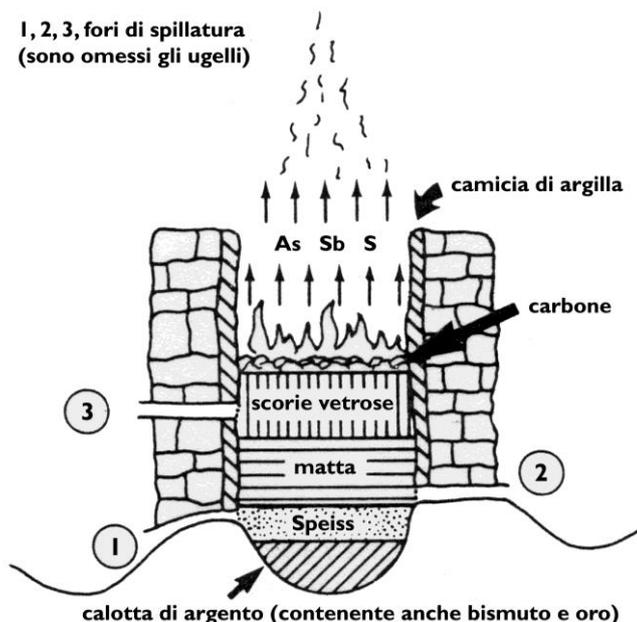


Fig. 4.1 - Schema di fornace per la riduzione dei minerali argentiferi (rielaborato da DAYTON 1980b e 1981).

I minerali di argento possono essere reperiti in giacimenti idrotermali formati a bassa temperatura, insieme a calcite, o in giacimenti idrotermali formati ad alta temperatura, associati a solfuri di nichel e cobalto. Anche nei giacimenti di piombo argentifero possono intervenire impurezze di cobalto, soprattutto nella galena. Si può inoltre verificare la situazione simmetrica, ossia che minerali di cobalto contengano notevoli quantitativi di argento, al punto che sia economica l'estrazione di quest'ultimo, prima del loro impiego. A tale proposito il naturalista francese Georges-Louis Leclerc, conte di Buffon (Montbard 1707 - Parigi 1788), riportava già nel 1785 alcuni metodi per valutare l'economicità dell'operazione di estrazione dell'argento⁸.

John E. Dayton ha più volte rilevato che le impurezze di cobalto, durante l'estrazione dell'argento metallico dai minerali, si concentrano nello *Speiss*, lo strato che alla fine

⁷ WALTON 2012.

⁸ BUFFON 1785, pp. 1-13. L'associazione di piccoli quantitativi di argento al cobalto, quest'ultimo inteso come minerale arsenicale da cui si estraeva la zaffera, è indicata anche nella voce *COBALT, ou COBOLT*, del *Dictionnaire universel de commerce* di Philémon-Louis Savary (Parigi 1654 - 1727): "Minéral, qui est une sorte de cadmie naturelle, de laquelle on tire le bismuth, l'arsenic, & cette espece d'azur que les Peintres employent avec du blanc de plomb, pour peindre en bleu, & qui sert à donner à l'empois la couleur bleuë qui lui est nécessaire. Ce minéral tient ordinairement quelque peu d'argent. Il y en a plusieurs mines en Allemagne, particulièrement en Saxe; on en trouve aussi en Alsace, & dans le Dauphiné". SAVARY 1723, vol. I, col. 801; SAVARY 1726, vol. I, col. 788.

dell'operazione si forma subito sopra all'argento metallico, e nelle scorie vetrose (fig. 4.1)⁹.

L'associazione cobalto-argento o anche quella cobalto-rame sono state alcune volte riconosciute utili all'identificazione dell'area geografica di provenienza del cobalto, anche se si è in genere pensato a una rilavorazione successiva delle scorie e mai a un'estrazione contemporanea alla coltivazione dei filoni argentiferi; in alcuni casi si è addirittura ipotizzato uno sfasamento di secoli nell'estrazione del cobalto dalle scorie abbandonate della precedente lavorazione dell'argento¹⁰. Tale ipotesi è probabilmente dovuta all'assenza nel medioevo di una letteratura tecnica in merito al cobalto, ossia di testimonianze scritte dettagliate. Il silenzio sull'argomento non è tuttavia totale e a ben cercare si riescono a trovare informazioni che, sebbene con discontinuità, consentono di rintracciare in modo esplicito l'associazione cobalto-argento.

Nel terzo libro di Teofilo, dedicato ai metalli, un passo del capitolo XXIII (*De purificando argento*) potrebbe fornire alcuni spunti di riflessione sui rapporti tra l'argento impuro e il vetro quindi, per induzione, tra argento, vetro e cobalto, indicando altri possibili modi in cui i coloranti a base di cobalto potevano essere estratti come prodotto secondario dalla metallurgia dell'argento. In tale capitolo, infatti, Teofilo consiglia di raffinare l'argento aggiungendo al fuso piombo e polvere di vetro, e di rimuovere le scorie¹¹, operazione che portava alla formazione di una massa vetrosa ricca di piombo contenente le impurezze tolte all'argento; in questa maniera il cobalto, se presente nel metallo, veniva solubilizzato. È presumibile che per ingenti quantità di argento da purificare, quindi nei centri di estrazione e lavorazione, se erano presenti impurezze di cobalto nei minerali argentiferi trattati, come spesso lo sono, si veniva a produrre una quantità non trascurabile di un sottoprodotto vetroso ricco in cobalto e, nel caso del cobalto estratto dall'argento di Freiberg, di indio. Tale ipotesi potrebbe quindi indicare la probabile tecnologia di estrazione del cobalto fino a quando non sono stati riconosciuti e ricercati i minerali da cui estrarlo indipendentemente dall'argento.

L'interpretazione del capitolo XXIII del terzo libro di Teofilo in relazione all'estrazione di impurezze di cobalto dall'argento trova conferma in due ricette medievali relative proprio alla confezione del *saphyrinum*. La prima ricetta (*Ad saphyrinum colorem tingendum*) appartiene a un manoscritto della seconda metà del IX secolo, conservato nella Biblioteca Universitaria di Leida.

Ad saphyrinum colorem tingendum. Mittes untiam e de cupre lamina et untiam de argento et untiam de sulphure. Argentea et cupria lamina tendatur et sic iuxta gavita coquatur tamdiu usquequo in pulverem redeat atque ita demum pulvis in vitrum mittatur¹².

In pratica viene descritto il metodo per ottenere una polvere per colorare in azzurro il vetro calcinando insieme rame, argento e zolfo. La seconda ricetta è databile al XII secolo e appartiene a un testo ancora più importante, il *Mappae clavicula*. Quest'ultima ricetta, la CCLVI, è estremamente indicativa, a cominciare dal titolo: *Confectio saphiri*, quindi un metodo per ottenere la materia (*saphirum*) con cui colorare il vetro.

Argentum et sulfur incendatur simul; postea claro vitro museo libris ij. et de supradicto safiro oz. iij. simul coctum iacintinos facies lapides¹³.

⁹ DAYTON 1980a e 1980b.

¹⁰ RIEDERER 1968.

¹¹ "Quod si videris argentum ebullire et exilire, scito stagnum vel auricalcum ei admixtum, et confrige particulam vitri minute, et proice super argentum, plumbumque adde, appositi-sque carbonibus fortiter suffla. Deinde respice sicut prius, et cum virgula aufer immunditiam vitri et plumbi, superpositoque titione fac sicut prius, et hoc tamdiu, donec purum fiat". DODWELL 1961, p. 75.

¹² Ms. Voss lat. 4° 33, c. 173r, BISCHOFF 1984, p. 221.

¹³ PHILLIPPS 1847, p. 235.

Rispetto alla ricetta del IX secolo di Leida è sparito il rame e le informazioni appaiono ancora più succinte ma, nonostante la stringatezza, è chiara la funzione del *saphirum* e indiscutibile l'associazione all'argento. L'aggiunta di zolfo all'argento è dovuta alla necessità di ossidare le impurezze¹⁴, al fine di facilitarne la solubilizzazione nelle scorie vetrose, mentre una possibile corruzione del testo, che giustifichi uno scambio di ingredienti nella prima ricetta (da *vitrum a cuprum*) è comunque inaccettabile.

Nelle due ricette sopra indicate il riferimento al *saphirum*, la sostanza per colorare in azzurro i vetri, è esplicito, pertanto è inspiegabile come sinora esse non siano state lette e interpretate nella corretta maniera, mentre sia stata tanto lamentata la perdita del capitolo *De vitro saphireo* nel secondo libro di Teofilo che, a questo punto, è ipotizzabile contenesse prescrizioni analoghe e che quindi non si discostasse molto dalla prescrizione fornita dallo stesso Teofilo in merito alla purificazione dell'argento.

Troviamo una probabile eco dell'estrazione del cobalto mediante un trattamento di purificazione dell'argento con lo zolfo in un'indicazione fornita dall'umanista francese Blaise de Vigenère (Saint-Pourçain-sur-Sioule [Auvergne] 1523 - Parigi 1596) riguardo alla pittura a smalto su metallo: "le bel Azuré Turquin se fait par le moyen de l'argent bruslé avec du souphre"¹⁵.

L'associazione dell'argento in relazione a materiali per colorare in azzurro il vetro è anche attestata, attorno alla metà del XV secolo, nel *Trattato di architettura* (1451-64) di Antonio Averlino detto il Filarete (Firenze 1400 - Roma 1469 circa), il quale, a proposito della colorazione dei vetri, afferma: "e così d'ogni metallo fa suo colore: il piombo e lo stagno fa bianco nel vetro, e l'rame fa verde e l'argento azzurro"¹⁶. Luigi Zecchin ha riconosciuto e sottolineato l'origine lagunare, o meglio muranese, delle informazioni riportate dal Filarete, che pertanto costituiscono testimonianze qualificate. L'autorevolezza della fonte permette di escludere possibili fraintendimenti o errori da parte del Filarete dovuti, per esempio, al fatto che invece sali di argento erano utilizzati per colorare in giallo la superficie dei vetri, o che nei ricettari medievali (ma la cosa si protrae sino al XVIII secolo) si trovano spesso ricette per la produzione di un pigmento azzurro ottenuto dalla corrosione di lamine di argento in presenza di vapori di aceto¹⁷.

Sino alla fine del medioevo, pertanto, lo sfruttamento delle scorie vetrose della purificazione dell'argento (secondo le ricette sopra riportate) o di quelle prodotte durante l'estrazione dell'argento dai suoi minerali (secondo il metodo descritto da Dayton) dovrebbe aver costituito il metodo principale, se non l'unico, in uso in Occidente per ottenere i coloranti a base di cobalto escludendo, naturalmente, il riciclo di vetri antichi di colore azzurro.

¹⁴ Nel capitolo XXIII del terzo libro di Teofilo l'agente ossidante era costituito da un abbondante flusso d'aria ("fortiter suffla"), cfr. nota 11.

¹⁵ VIGENÈRE 1995, p. 406; CRESCENZO 1999, p. 219. Negli scritti di Blaise de Vigenère l'associazione azzurro-argento torna anche, a proposito dei colori, nella pittura intesa in senso lato: "le bleu [est approprié] à l'air et à l'argent; lequel facilement se convertist en azur". VIGENÈRE 1995, p. 424; CRESCENZO 1999, p. 176. È tuttavia probabile che in quest'ultimo caso l'autore faccia riferimento a pigmenti costituiti da sali di rame derivati dall'ossidazione delle impurezze di quest'elemento contenute nell'argento. Cfr. nota 17.

¹⁶ Libro XXIV, c. 181v, BONELLI 1972, vol. II, pp. 667-668.

¹⁷ L'impiego di tale pigmento è specificatamente indicato per la pittura o la miniatura, mentre non viene mai posto in relazione all'arte vetraria. In realtà esso era prodotto dalla reazione con l'aceto delle impurezze di rame presenti nell'argento, impurezze difficilmente eliminabili dalla tecnologia dell'epoca. Tali fraintendimenti sono comunque indicativi del fatto che per l'uomo medievale l'argento era strettamente legato al colore azzurro. Nel manoscritto approntato attorno al 1430 dal notaio Jehan le Begue (Parigi 1368 - 1457), per esempio, è chiaramente espresso il concetto che i prodotti di corrosione dell'argento sono di colore azzurro: "Pro luna, Argentum cujus rubigo color lazuli est". Parigi, Bibliothèque Nationale, ms. lat. 6741, c. 28r; MERRIFIELD 1849, p. 67. Per inciso, si sottolinea che l'aceto era anche impiegato per purificare la zaffera. Cfr. paragrafo 9.1.

Come abbiamo avuto occasione di constatare nel paragrafo 3.5, l'associazione della zaffera all'argento è anche sostenuta, nel XVI secolo, da Bernard Palissy; in questo caso una certa confusione è tuttavia generata, come si è visto, dalla circostanza che l'autore tenta di recuperare a tale proposito alcune informazioni desunte da Plinio.

Nel XVIII secolo l'idea che l'argento contribuisse in qualche misura alla colorazione della zaffera o dello smalto è radicata ancora negli ambienti scientifici più avanzati, come testimoniato dal seguente brano contenuto nella voce *SAFRE, SAFFRE, ZAFFRE ou SMALTE* dell'*Encyclopédie* di Diderot e d'Alembert: "de plus, M. de Justi assure qu'il ne s'est point encore trouvé jusqu'ici de cobalt qui ne contient une portion d'argent, d'où il conjecture que l'argent pourroit contribuer à la couleur bleue que produit le cobalt. Telles sont les idées répandues dans différens mémoires sur le cobalt que M. de Justi vient d'insérer dans ses *œuvres Chimiques*, publiées en allemand en 1760"¹⁸. Dalla sigla (-) posta in calce alla voce apprendiamo che il suo autore è Paul Heinrich Thiry, barone d'Holbach, che ha costituito un importantissimo ponte tra il mondo scientifico tedesco e quello francese. Tedesco è infatti l'autore citato, Johann Heinrich Gottlob von Justi (Brücken [Turingia] 1717 - Küstrin 1771), sovrintendente alle miniere prussiane. D'Holbach si riferisce al primo dei tre volumi in cui sono raccolti gli scritti di Justi¹⁹.

4.3 Nichel e 'zaffera nera'

Uno degli elementi chimici spesso associato al cobalto è il nichel; in pratica esso può costituire un vicariante del cobalto in tutti i suoi minerali più frequenti (solfuri, arseniuri, arseniati ecc.). Per alcuni autori la presenza di nichel caratterizzerebbe in particolar modo i minerali della Sassonia e della Turingia: "I minerali di cobalto della Sassonia hanno un difetto, dato che il colore fatto con essi tira verso il viola, perché contengono molto ferro e nichel. L'azzurro preparato a Sophienau, invece, secondo Ferber tira verso il rossiccio, perché al cobalto è mescolato molto "Kupfer-Nickel" [= nichel]"²⁰.

È stato più volte ipotizzato l'uso del rapporto Co/Ni come indicatore della provenienza del minerale, senza tuttavia mai proporre un'identificazione concreta. Si deve infatti sottolineare che in molti casi i dati analitici attestano che il rapporto tra i due elementi non è stabile all'interno di un'opera o di in un gruppo omogeneo di opere; tanto meno sembrerebbe rimanere costante il rapporto tra i due elementi nei minerali nei siti di estrazione.

L'esame di alcune ceramiche rinascimentali ha evidenziato l'uso di coloranti in cui la concentrazione di nichel risulta addirittura maggiore rispetto a quella di cobalto. È questo il caso, per esempio, di sei reperti rinvenuti in uno scavo all'interno del Palazzo della Cancelleria a Roma e databili dall'ultimo quarto del XV secolo alla metà del secolo successivo; in particolare su uno dei reperti, un frammento decorato *alla zaffera* ascrivibile a una bottega romagnola-marchigiana dell'ultimo quarto del XV secolo, la colorazione della zaffera tendeva al nero invece che all'azzurro²¹. La predominanza di nichel sul cobalto impartisce infatti una colorazione più scura, tendente al grigio o al

¹⁸ DIDEROT 1765, pp. 490-493, in particolare p. 491.

¹⁹ JUSTI 1760.

²⁰ "Die Chursächsischen Kobalterze haben den Fehler, dass die davon bereiteten Farben ins Violet spielen, da sie viel Eisen und Nickel enthalten. Die in Sophienau bereitete Blaufarbe hingegen soll nach Ferber [FERBER 1778, p. 310] fuchsig fallen, weil vieler Kupfer-Nickel dem Kobalt beygemischt ist". HILDT 1803, p. 56. Qualcosa di simile si trova espresso anche in KRÜNITZ 1788, p. 22 e KAPFF 1792, p. 82.

²¹ BANDINI 1997. Un caso analogo è stato riscontrato su un frammento di un *azulejo* portoghese del XVII secolo, dove in corrispondenza di "a noticeably darker and extremely opaque blue shade" il rapporto stechiometrico tra nichel e cobalto è pari a 3,5, a favore del nichel. COENTRO 2012, p. 41 e fig. 5 a p. 42.



Figg. 4.2 e 4.3 - Andrea Della Robbia, *Madonna col Bambino e i santi Giovanni Battista e Pietro* (1507-10) e particolare della scritta sul basamento. Montalcino, Museo Civico e Diocesano [su concessione del Ministero per i Beni e le Attività Culturali e del Turismo - Opificio delle Pietre Dure di Firenze - Archivio dei restauri e fotografico].

nero, dipendentemente dalla concentrazione²²; d'altra parte nei ricettari ceramistici moderni l'ossido di nichel è utilizzato per ottenere il grigio.

²² Che il nichel impartisca dominanti più scure e grigiastre a vetri azzurri colorati col cobalto era già stato sottolineato da Gabriel Chesneau a proposito delle analisi effettuate su vetrerie medievali francesi, notandone l'assenza: "le nickel, qui accompagne presque toujours le cobalt dans ces mineraux, donne aux verres bleus une teinte brune et obscure. L'absence complète ou presque totale du nickel dans la composition du verre bleu des vitraux que j'ai analysés démontre que les anciens mineurs de la Saxe savaient choisir dans leurs filons

Su un'altra opera le analisi hanno mostrato che sono stati intenzionalmente impiegati coloranti con differente rapporto Co/Ni, in funzione del colore. Si tratta di una pala in terracotta invetriata di Andrea Della Robbia (Firenze 1435 - 1525) con la *Madonna col Bambino e i santi Giovanni Battista e Pietro*, conservata nel Museo civico di Montalcino e realizzata tra il 1507 e il 1510 (figg. 4.2-4.3). Le analisi XRF eseguite su quest'opera hanno infatti indicato che il rapporto Co/Ni è a favore del cobalto nell'azzurro degli sfondi e a favore del nichel nel nero della scritta del basamento²³.

Concentrazioni di nichel equivalenti a quelle di cobalto sono state determinate anche nei neri delle iridi degli occhi delle figure di altre due opere attribuite ad Andrea Della Robbia, la cosiddetta *Madonna del cuscino* (figg. 4.4-4.5) della Galleria Regionale della Sicilia a Palermo (databile attorno al 1475) e la *Madonna col Bambino* (databile al 1490-1500) nella chiesa di Santa Maria assunta a Stia (Arezzo).

Nella *Madonna del cuscino* il confronto con le misure eseguite in corrispondenza dello sfondo mostra un drastico calo del nichel nello smalto azzurro (con valori che variano dalla metà a un quarto rispetto alle concentrazioni di cobalto) dato che, analogamente a quanto riscontrato nella robbiana di Montalcino, lascia supporre l'impiego di due differenti minerali contenenti cobalto per la realizzazione degli azzurri e dei neri²⁴ o di differenti procedimenti di estrazione dei coloranti dal minerale²⁵.



Fig. 4.4 - Andrea Della Robbia, *Madonna del cuscino* (1475 circa). Palermo, Galleria Interdisciplinare Regionale della Sicilia - Palazzo Abatellis [su concessione del Ministero per i Beni e le Attività Culturali e del Turismo - Opificio delle Pietre Dure di Firenze - Archivio dei restauri e fotografico].

cobaltifères les parties dénuées de nickel". CHESNEAU 1933, p. 286. Sappiamo ora che tale assenza, piuttosto che a selezioni particolari era invece dovuta a materiali differenti, in cui al cobalto invece del nichel sono associati piombo, zinco e indio. Cfr. paragrafi 4.4 e 4.5.

²³ AGOSTI 1997.

²⁴ Nella robbiana di Stia l'assenza di uno sfondo e di decorazioni azzurre non ha consentito la verifica di variazioni del rapporto cobalto/nichel sul medesimo manufatto tra neri e azzurri; si sottolinea comunque la coincidenza delle misure sui neri delle pupille di quest'opera e della *Madonna del cuscino*.

²⁵ DE LAUNAY 1913, vol. II, p. 577. Come rilevato da Louis de Launay, nelle prime fasi dell'arrostimento tende a ossidarsi il cobalto, mentre per portare a ossidazione anche il nichel l'arrostimento deve essere più spinto. Si veda, a tale proposito, DE LAUNAY 1913, vol. II, p. 577.



Fig. 4.5 - Andrea Della Robbia, *Madonna del cuscino* (1475 circa), particolare dei volti. Palermo, Galleria Interdisciplinare Regionale della Sicilia - Palazzo Abatellis [su concessione del Ministero per i Beni e le Attività Culturali e del Turismo - Opificio delle Pietre Dure di Firenze - Archivio dei restauri e fotografico].

I risultati conseguiti su queste tre robbiane, in particolare quella di Montalcino, sembrano confermare le notizie che si hanno in merito alla *zaffera nera*, che costituiva pertanto una varietà di zaffera ricca in nichel. Ci si riferisce ai *Tre libri dell'arte del vasaio* di Cipriano Piccolpasso, trattato manoscritto redatto alla fine del quinto decennio del XVI secolo. Piccolpasso, per esempio, cita la zaffera nera a proposito delle miste (miscele con cui accompagnare i vari colori).

Pensò, costui, dico per tirare le figure e schizare le istorie nei vasi e per far tutto ciò che si fa di chiaro e schuro, accompagnare il zallo con alquanto di zaffara nera, como a dire:

	A	B
Zallo	on. 2	2
Zaffara	on. ½	1, ½

Questo primo accordo si chiama mista chiara, che è lo accordo A. Il secondo, di là dalla linia, per lo acrescimento della zaffara, chiamasi mista scura. Con la prima si abbozza et ombra, con la seconda si ricaccia e referenscie. Et non havendo zaffara

nera, togasi tanto della bona e tanto manganese, che farà il medesimo, mistando con il zallo²⁶.

Per Piccolpasso appare esplicita la differenza di qualità tra la zaffera azzurra o, meglio, per fare l'azzurro (specificata come "bona"), e la zaffera nera. Di particolare interesse è poi l'indicazione concernente la confezione, in assenza di quest'ultima, di un prodotto analogo ottenuto miscelando parti uguali di zaffera comune e ossido di manganese, quest'ultimo utilizzato sulla ceramica per ottenere colorazioni bruno-violacee. Alcune carte dopo il passo citato Piccolpasso torna a menzionare la zaffera nera e il differente uso rispetto alla "zaffara azurra": "sopra questo si dipingie con zaffara nera et azurra, cioè: con la nera si tirano gli contorni e con l'azzurra si ombra"²⁷. Un'ulteriore menzione della zaffera nera da parte di Piccolpasso avviene a proposito delle ricette per i neri, in cui si aggiunge di nuovo l'ossido di manganese, per rafforzare la tonalità scura²⁸.

NERO

Rame arso	1	0	
Manganese	1	1	1, on. 3
Rena	6	12	12
Piombo	10	12	14
Zaffara nera	0	1	2, ½

Alla zaffera nera fa riferimento anche Giovan Battista Passeri, presumibilmente traendo l'informazione dal trattato di Piccolpasso, da lui consultato: "Gl'Antichi avevano un nero bellissimo morato, che ora non si fa più. La sua composizione era tale. Ramina, o tuzia once una, Manganese once una, Zaffara nera once una, Calcina di piombo once dieci"²⁹. Si devono comunque sottolineare alcune inesattezze nella trascrizione del Passeri, oltre all'omissione della sabbia silicea; la ricetta che Passeri riporta corrisponde infatti alla prima delle tre indicate da Piccolpasso, che è però l'unica senza zaffera nera, sostituita dalla ramina (ossido di rame).

Relativamente alle vetrate Léon Appert (Parigi 1837 - 1925) sottolinea l'estrema qualità dei vetri azzurri del XII secolo, perché privi di impurezze di nichel che avrebbero offuscato il colore: "les bleus du XII^e siècle, quoique ressemblant aux bleus du XIII^e, leur sont supérieurs; ils sont franchement bleus, même à la lumière artificielle, et en même temps très brillants; les oxydes employés pour leur coloration étaient évidemment dépourvus des oxydes colorants qui en auraient terni l'éclat, comme l'aurait fait le nickel"³⁰. Più recentemente C.D. Vassas (CNRS, Parigi), facendo riferimento sempre ad Appert, ricorda che lo studioso aveva sottolineato che i vetri azzurri prodotti nel XVI secolo sono più ricchi in nichel³¹ (la Vassas estende l'intervallo cronologico al XV secolo). Nell'ipotesi che tale caratteristica sia da imputarsi a un cambiamento tecnologico e non di materie prime, l'arricchimento in nichel sarebbe dovuto a un arrostitimento dei minerali sino alla rimozione totale o quasi dell'arsenico³²; in tal caso ci aspetteremmo un arricchimento in nichel in vetri prodotti dalla metà del XIV secolo circa alla seconda decade del XVI secolo circa

²⁶ c. 58v, PICCOLPASSO 1976, pp. 186-187.

²⁷ c. 60r, Idem, p. 189.

²⁸ c. 45v, Idem, p. 153.

²⁹ PASSERI 1758, pp. 102-103. "Gli Antichi aveano un nero bellissimo morato, che ora non si fa più. La composizione di questa tinta era tale appunto, un'oncia di ramina, o sia Tuzia. Un'oncia di Manganese, o sia Lapis magnesius ben scielto da quella parte impura, che chiamano anima. Un'oncia di Zaffara nera, ossia del colore più carico. Il tutto disciolto in dieci oncie di calcina di piombo". PASSERI 1775, p. 345; PASSERI 1838, p. 92.

³⁰ APPERT 1896, p. 48.

³¹ VASSAS 1971b, p. 277, che rimanda ad APPERT 1924, p. 46, mentre tale affermazione non sembrerebbe presente nell'edizione precedente del testo (APPERT 1896). Dobbiamo inoltre tenere presente che la Vassas si basa per le sue osservazioni su dati analitici, mentre Appert solo sull'osservazione diretta.

³² Cfr. nota 24.

privi o poco ricchi in arsenico³³; questo intervallo cronologico, tuttavia, non concorda pienamente con quanto segnalato dai due autori francesi.

Da manuali tecnici dell'inizio del XIX secolo apprendiamo di procedimenti particolarmente semplici di separazione del cobalto dal nichel lasciando esposto all'aria il minerale umido.

Le minerai de cobalt qui contient beaucoup de nickel ne se calcine pas, parce que l'oxide de nickel resterait avec celui de cobalt, et passerait dans le verre; mais on le laisse en tas 10 à 12 mois, en l'humectant de temps en temps avec de l'eau; il s'effleurit, le cobalt, le fer et le nickel s'oxident, l'arsenic et le soufre s'acidifient, et le nickel, dissous par l'acide sulfurique et l'acide arsénique, est entraîné par l'eau. Toutes les 6 à 7 semaines on retourne les tas, afin que l'oxidation se fasse uniformément. Apres 6, 8, ou 10 mois, on fait un essai pour savoir si le minerai donne du bon smalt; car par une trop longue exposition à l'air, le cobalt serait également entraîné³⁴.

La semplicità del procedimento sopra descritto, dunque, potrebbe implicarne l'utilizzo anche in epoca anteriore al XIX secolo e, forse, anche i tempi molto lunghi di giacenza dei minerali contenenti cobalto abbandonati negli accumuli (*Halden*) in prossimità dei siti di estrazione o di lavorazione dei minerali di argento potevano sortire un effetto analogo.

4.4 Indio come indicatore dell'estrazione del cobalto dall'argento di Freiberg

L'indio è uno degli elementi più rari e più dispersi; la scorza terrestre ne contiene solamente il 10⁻⁹ %³⁵. Bernard Gratuze, Isabelle Soulier, Jean-Noël Barrandon e Danièle Foy hanno ipotizzato che impurezze di indio e zinco associate al cobalto qualificano la provenienza del minerale dai giacimenti di Freiberg, in quanto essi affermano che non vi sono altri giacimenti in cui cobalto, zinco e indio siano associati³⁶; già a pochi chilometri da Freiberg, nello stesso distretto minerario, l'abbondante presenza di cobalto è infatti accompagnata da tutt'altri elementi (arsenico, nichel e bismuto), mentre risultano assenti zinco e indio. La determinazione di impurezze di indio e di zinco associate al cobalto costituisce quindi un indicatore per la provenienza del cobalto da Freiberg.

Nonostante le assicurazioni di tali autori, la presenza di indio in giacimenti dove sono reperibili anche zinco e cobalto, nonché piombo e argento, non è poi così rara. Essa caratterizza, per esempio, i giacimenti di Rammelsberg e Kuttenberg/Kutná Hora³⁷, il cui sfruttamento è fiorito immediatamente prima di Freiberg (nel caso Rammelsberg) e dopo (nel caso Kuttenberg/Kutná Hora), centri che hanno avuto contatti e scambi diretti con Freiberg. Quello che comunque sembra rafforzare l'ipotesi circa l'individuazione della compresenza di indio, zinco e cobalto come indicatore certo per la provenienza da Freiberg del cobalto utilizzato per colorare in azzurro il vetro è la coincidenza degli estremi cronologici in cui si dispiega il periodo più intenso e produttivo della prima attività estrat-

³³ Cfr. paragrafo 4.6.

³⁴ PÉCLET 1829, p. 194.

³⁵ CLARKE 1922; PASCAL 1961, pp. 791-797.

³⁶ GRATUZE 1992. L'indio è stato isolato per la prima volta nel 1863 da Ferdinand Reich (Bernburg 1799 - Freiberg 1883) e Theodor Richter (Dresda 1825 - Freiberg 1898), da blende provenienti da Freiberg.

³⁷ SCHWARZ-SCHAMPERA 2002, pp. 75-76, 87-88, 187 e 208. A Rammelsberg "il contenuto di metalli nell'attuale (fine 1974) minerale grezzo è in media: rame 1,1%, zinco 13%, piombo 5,5%, ferro 10%, manganese 0,5%, zolfo totale 25% e barite 20%. In aggiunta, in una tonnellata si trovano 0,6 grammi di oro e 100 grammi di argento oltre a bismuto, antimonio, cadmio, tallio, indio, mercurio e altri metalli" ("Die Metallgehalte in derzeit (Ende 1974) geförderten Roherz betragen durchschnittlich, 1,1 % Kupfer, 13 % Zink, 5,5 % Blei, 10 % Eisen, 0,5 % Mangan, 25 % Gesamtschwefel und 20 % Schwerspat. Neben 0,6 g Gold und 100 g Silber pro Tonne werden noch Wismut, Antimon, Cadmium, Thallium, Indium, Quecksilber und andere Metalle gewonnen"). MOHR 1978, p. 120.

tiva di argento a Freiberg (dal 1168 al 1250 circa) con l'arco temporale in cui sono stati realizzati i manufatti in cui gli azzurri a base di cobalto contengono zinco e indio.

La scoperta dell'argento a Freiberg nel 1168 ha rivoluzionato l'economia medievale, inserendo sul mercato europeo enormi quantitativi di questo metallo. Durante la prima attività estrattiva la galena argentifera era facilmente disponibile, anche in affioramenti a cielo aperto. Le successive attività estrattive di argento a Freiberg presero avvio con la scoperta di altri giacimenti in profondità, aventi caratteristiche differenti dagli affioramenti superficiali.

Come detto, la diffusione a grande raggio del cobalto caratterizzato dalla presenza di impurezze di indio e zinco nei vetri azzurri (in pratica in tutta Europa) coincide con la diffusione dell'argento stesso prodotto a Freiberg e, sulla base di quanto discusso nel paragrafo 3.2, ne consegue che a viaggiare è stato probabilmente l'argento, mentre il cobalto veniva ricavato come sottoprodotto durante la raffinazione del metallo una volta che quest'ultimo era ormai giunto a destinazione per essere impiegato nella monetazione e, in misura minore, nell'oreficeria. Tutto ciò viene a spiegare assai bene l'ampia diffusione dell'associazione di impurezze di indio e zinco nei vetri azzurri europei medievali, con un ritardo temporale pressoché nullo rispetto all'inizio dell'attività estrattiva a Freiberg, nonché, nell'oltre un secolo in cui è stato disponibile, l'esclusività di questa tipologia del colorante a base di cobalto riscontrata dalle analisi. Il fatto poi che l'associazione Co-Zn-In ricorra pressoché sistematicamente in tutti i manufatti realizzati tra la fine del XII e la metà del XIV secolo potrebbe attestare che le fonti di approvvigionamento alternative per il cobalto fossero scarse, quasi esaurite o insufficienti, antieconomiche o troppo lontane, ipotesi che possono comunque coesistere. La sistematicità con cui indio e zinco sono associati nei manufatti eseguiti in tale epoca attesta inoltre che il riciclo di vetri azzurri preesistenti copriva una parte minima.

Ovviamente, la determinazione dell'indio nei manufatti sottoposti ad analisi è subordinata alla tecnica analitica impiegata e ai suoi limiti di rilevabilità nei confronti dell'elemento³⁸. Le analisi solitamente utilizzate sui vetri³⁹ non ne consentono generalmente il riconoscimento⁴⁰, mentre esso è agevole attraverso l'analisi per attivazione neutronica e, paradossalmente, attraverso un'analisi non distruttiva, la fluorescenza x (XRF), se utilizzata in condizioni operative che permettono l'identificazione delle righe K di fluorescenza dell'elemento⁴¹. La difficoltà insita nel confronto di dati analitici ottenuti da gruppi differenti e con tecniche differenti fa sì che in assenza della determinazione dell'indio sia pertanto altamente probabile che la sola determinazione dello zinco in manufatti europei del XIII e del XIV secolo possa essere interpretata anch'essa come un indicatore del cobalto estratto dall'argento di Freiberg e non, come è stato spesso segnalato, di un minerale di cobalto di provenienza extraeuropea⁴². Tale estrapolazione comporta comunque dei ri-

³⁸ Non dobbiamo infatti dimenticare che l'indio costituisce un'impurezza stimata attorno allo 0,01% nei campioni indagati mediante analisi per attivazione neutronica dal gruppo di Bernard Gratuze. SOULIER 1994, fig. 4.

³⁹ Tra queste vi sono la fluorescenza x su campione (XRF), l'analisi con microsonda x al microscopio elettronico a scansione, la spettrometria di assorbimento atomico (AAS), la spettrometria di emissione ottica (OES) e l'Inductively Coupled Plasma (ICP).

⁴⁰ GRATUZE 1997, p. 16.

⁴¹ Ciò avviene grazie alla risposta più intensa delle righe K ($K\alpha = 24,11$, $K\beta = 27,28$ keV) rispetto alle righe L ($L\alpha = 3,28$, $L\beta = 3,60$, $L\gamma = 3,92$ keV), peraltro situate in una zona in cui vi è un addensamento maggiore di righe di fluorescenza dei vari elementi rispetto alle alte energie delle righe K. Gli elementi che hanno maggiori probabilità di interferenza sono, ovviamente, quelli aventi numero atomico più vicino: il cadmio ($L\alpha = 3,13$, $L\beta = 3,43$, $L\gamma = 3,72$ keV, $K\alpha = 23,08$ e $K\beta = 26,10$ keV) e lo stagno ($L\alpha = 3,44$, $L\beta = 3,78$, $L\gamma = 4,13$ keV, $K\alpha = 25,16$ e $K\beta = 28,49$ keV).

⁴² Si citano, per esempio, alcuni smalti europei del XIV e del XV secolo studiati da Mark T. Wypyski e Rainer W. Richter (WYPYSKI 1997, p. 53) i quali, dopo aver osservato che "all the cobalt colored enamels from the 14th century, with a single exception, contain small

schi in quanto, effettivamente, alcuni vetri e ceramiche medievali di origine orientale sembrerebbero testimoniare l'impiego di minerali di cobalto contenenti zinco ma non indio⁴³.

La casistica discussa dal gruppo di Gratuze, il primo ad aver segnalato l'esistenza di impurezze di indio associate al cobalto, concerne essenzialmente campioni prelevati da manufatti prodotti in Francia⁴⁴, la cui datazione cade quasi esclusivamente nel periodo compreso tra il XIII e il XIV secolo, con qualche rara coda sino a poco oltre l'inizio del XVI secolo e una vistosa eccezione costituita da un campione di vetro dell'età del ferro rinvenuto in Corsica. Relativamente ai campioni di origine extraeuropea Gratuze segnala inoltre l'impiego del cobalto proveniente da Freiberg in tre ceramiche tunisine del XIII e del XIV secolo⁴⁵. In un caso particolare, infine, relativo a un campione prelevato da una vetrata della Cattedrale di Chartres databile al XIII secolo, la compresenza di cobalto, indio, zinco e nichel ha suggerito la possibilità che il colorante a base di cobalto proveniente da Freiberg sia stato miscelato con un minerale caratterizzato invece dalla sola associazione di nichel al cobalto⁴⁶.

La casistica desunta dai lavori di Gratuze va integrata, con la cautela sopra segnalata, con i dati di altri autori, che hanno segnalato il solo zinco in smalti e vetri azzurri prodotti in Europa, sulla base di analisi per assorbimento atomico o al microscopio elettronico a scansione.

Per quanto concerne la diffusione del cobalto contenente impurezze di indio e zinco in Italia nella tabella 4.1 si riporta la lista di opere su cui questa tipologia è stata riscontrata mediante analisi XRF non distruttiva dal gruppo di ricerca dell'ENEA⁴⁷.

È particolarmente significativa l'assenza di indio e zinco negli azzurri del mosaico del catino absidale della Basilica di San Clemente a Roma⁴⁸ a fronte, invece, della loro presenza negli azzurri delle decorazioni cosmatesche della transenna della sottostante *schola cantorum*. Infatti, quest'ultima è databile al XIII secolo, in un'epoca in cui l'estrazione a Freiberg era in piena attività, mentre l'esecuzione del mosaico nell'abside è generalmente datata al 1138, anno di riconsacrazione della basilica, un trentennio prima dell'inizio di tale attività estrattiva avvenuto, come si è detto, nel 1168.

amounts of zinc as well", a proposito del cobalto ipotizzano che "the earlier material (quello appunto impiegato negli smalti del XIV secolo) may have used cobalt ore imported from Syria", sulla scorta di FREESTONE 1991. Altro caso analogo potrebbe essere quello rappresentato dai mosaici trecenteschi del battistero della Basilica di San Marco a Venezia: "i risultati delle analisi chimiche di vetri veneziani attestano anche l'importazione dal Levante di un minerale di cobalto. Infatti lo stesso minerale di cobalto, contenente anche zinco e ferro, che è stato utilizzato nei paesi islamici per la fabbricazione del vetro blu, è stato impiegato anche nelle tessere azzurre dei mosaici trecenteschi del Battistero della Basilica di San Marco a Venezia. Le analisi hanno rilevato che questo minerale di cobalto venne importato a Venezia fino al XV secolo, dopodiché fu sostituito da un minerale, con nickel e arsenico tra i componenti secondari, proveniente dalla Germania meridionale" (VERITÀ 2007, p. 298). I riferimenti indicati rimandano a dati dell'autore non pubblicati, a GRATUZE 1996 e a VERITÀ 1995 (per le tessere dei mosaici trecenteschi, analizzate al microscopio elettronico a scansione), dove per il cobalto si parla di "un minerale complesso contenente anche Zn, Cu, Pb, Sb, Fe ed Al". VERITÀ 1995, p. 570.

⁴³ Cfr. paragrafo 4.5.

⁴⁴ GRATUZE 1992 e 1996; SOULIER 1994.

⁴⁵ GRATUZE 1996, p. 87.

⁴⁶ SOULIER 1994.

⁴⁷ Per le analisi sinora pubblicate delle opere indicate in tabella si rimanda a FERRETTI 2000 e MOIOLI 1995, 2001, 2004, 2006, 2009 e 2010.

⁴⁸ In questo caso è stata riscontrata l'assenza di elementi significativi associati al cobalto, come generalmente avviene nei manufatti realizzati entro la metà del XII secolo, da ricondursi, come è stato discusso, all'estrazione del cobalto dalle scorie di raffinazione dell'argento metallico.

autore	epoca	opera	luogo	monumento
Anonimo	XII-XIII sec.	frammento di iconostasi	Ravello	Duomo
Cosma di Pietro Mellini?	XIII sec.	recinzione della <i>Schola cantorum</i>	Roma	San Clemente
Maestranze renane	1252-60	finestre dell'abside	Assisi	Basilica Superiore
Nicola di Bartolomeo da Foggia	1272	pulpito del Vangelo	Ravello	Duomo
Maestro di San Francesco	1275	finestrone del transetto destro	Assisi	Basilica Superiore
Matteo da Narni	1279	ciborio	Ravello	Duomo
Cosma di Pietro Mellini	1279-80	architrave della scarsella e mosaici della volta	Roma	Sancta Sanctorum
Arnolfo	1282	monumento funebre del cardinale De Bray	Orvieto	San Domenico
Giovanni di Cosma	1296	monumento funebre del cardinale Durand	Roma	Santa Maria sopra Minerva
Deodato	1299	tabernacolo del cardinale Caetani	Roma	San Clemente
Giotto (bottega)	1315 circa	vetri nell'aureola della <i>Croce di Ognissanti</i>	Firenze	Ognissanti
Giovanni di Bonino	1325-34	vetrata absidale	Orvieto	Duomo
Taddeo Gaddi	1332-38	vetrata della Cappella Baroncelli	Firenze	Santa Croce
Andrea Orcagna	1359-66	tabernacolo	Firenze	Orsanmichele
Anonimo	Il metà XIV sec.	decorazioni cosmatesche del rosone della facciata	Assisi	Basilica Superiore

Tab. 4.1 - Opere indagate dal gruppo dell'ENEA su cui è stata riscontrata l'associazione di impurezze di zinco e indio al cobalto.

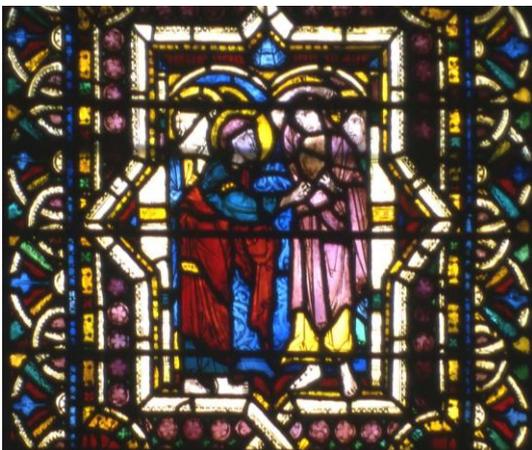


Fig. 4.6 - Maestranze renane, *Incredulità di Tommaso* (1252-60), pannello delle vetrate delle finestre absidali della Basilica Superiore di San Francesco ad Assisi.

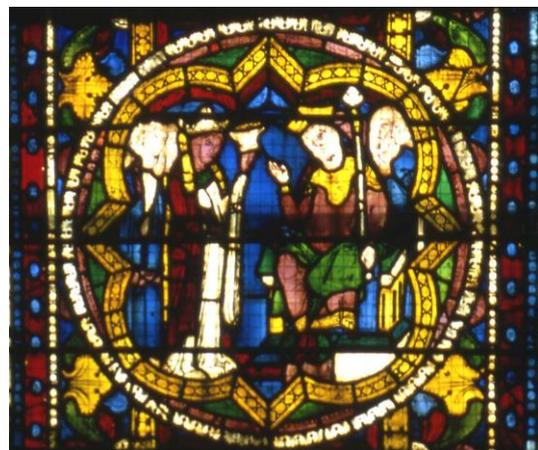


Fig. 4.7 - Maestranze renane, *Salomone e la regina di Saba* (1252-60), pannello delle vetrate delle finestre absidali della Basilica Superiore di San Francesco ad Assisi.

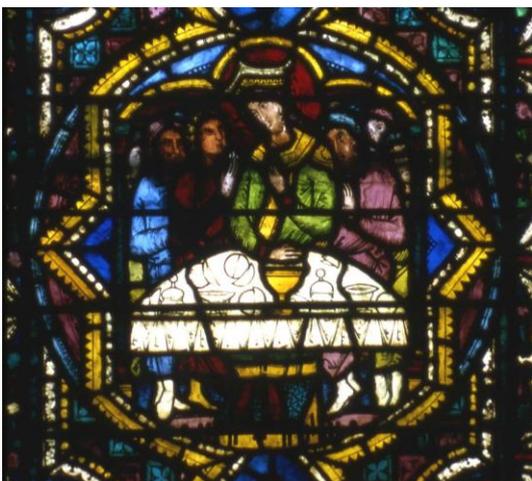


Fig. 4.8 - Maestranze renane, *Banchetto di Assuero* (1252-60), pannello delle vetrate delle finestre absidali della Basilica Superiore di San Francesco ad Assisi.



Fig. 4.9 - Maestro di San Francesco, *Apparizione di Cristo agli apostoli a Gerusalemme* (1275), pannello della vetrata del finestrone del transetto destro della Basilica Superiore di San Francesco ad Assisi.

A margine della casistica individuata nella tabella 4.1 devono essere discusse alcune eccezioni concernenti opere del XII, XIII e XIV secolo in cui non è stata rilevata la presenza di indio, le uniche tra quelle analizzate dal gruppo dell'ENEA che in tale periodo non presentano l'associazione Co-Zn-In.

La prima eccezione concerne le decorazioni musive delle chiavi di volta del transetto della Basilica Superiore di San Francesco ad Assisi (1250 circa), in cui al cobalto non è associabile, tra gli elementi determinati, alcun tipo di impurezze; in questo caso, pertanto, il cobalto sarebbe stato estratto ancora dall'argento, col procedimento descritto nelle ricette altomedievali, ma il metallo non proveniva da Freiberg, mentre i vetri azzurri degli altri manufatti analizzati nella Basilica Superiore di San Francesco ad Assisi sono tutti caratterizzati dalla presenza di indio e zinco. È significativa a tale proposito la differenza rilevata tra gli azzurri delle decorazioni musive sulle chiavi di volta del transetto e quelli delle vetrate dell'abside, attribuite su basi stilistiche a maestranze renane e databili al 1252-1260, in quanto tale data si colloca in un momento immediatamente successivo a quello della decorazione delle chiavi di volta, poi obliterata, sempre nel corso del XIII secolo⁴⁹, da uno strato di intonaco dipinto.

Zinco e indio non sono stati determinati neanche su alcune tessere musive provenienti da contesti riferibili alla Sicilia normanna del XII secolo: i mosaici della Cappella Palatina di Palermo e quelli della Cattedrale di Messina⁵⁰.

Delle altre eccezioni alla norma individuata dalle opere segnalate nella tabella 4.1, in due casi è stato determinato lo zinco, ma non l'indio; si tratta di un clipeo musivo con un angelo proveniente dalla *Navicella* di Giotto (Colle Vespignano [Firenze] 1267 - Firenze 1337), un tempo sulla facciata della vecchia Basilica di San Pietro a Roma e attualmente conservato nelle Grotte Vaticane⁵¹, e di frammenti di ceramiche islamiche con invetriatura azzurra impiegati come tessere musive nelle decorazioni di alcuni manufatti lapidei del XII e del XIII secolo conservati nella Cattedrale di Ravello⁵².

Per il clipeo dalla *Navicella* il confronto con i dati ottenuti con la stessa tecnica e nelle medesime condizioni operative su altri manufatti ha mostrato valori sensibilmente minori per cobalto e zinco nelle tessere del mosaico giottesco a fronte, invece, di una sostanziale coincidenza del rapporto tra questi due elementi tra questo mosaico e le altre opere in cui è stata rilevata la presenza di indio. Dunque, nel caso del frammento dalla *Navicella*, l'indio scende al di sotto dei limiti di rilevabilità della tecnica utilizzata, a causa della diluizione del colorante nella matrice vetrosa, e la sua assenza è solo apparente. D'altra parte la presenza di indio al di sotto dei limiti di rilevabilità della tecnica era stata riscontrata anche su alcune tessere nere del monumento De Bray di Arnolfo di Cambio (Colle Valdelsa 1240/50 - Firenze 1302/10), in San Domenico a Orvieto⁵³. Sulle cerami-

⁴⁹ Recenti indagini su vetrate nella Basilica di San Francesco in Assisi sembrerebbero testimoniare una situazione analoga. In questo caso, poiché è stata utilizzata una tecnica di indagine non in grado di evidenziare le impurezze di indio, ci si deve affidare alle considerazioni legate alla sola presenza di zinco, che negli altri manufatti di Assisi è associato all'indio. Nella vetrata ancora in opera nella Cappella della Maddalena (prima metà del XIV secolo) della Basilica Inferiore zinco e cobalto sono compresenti, in un rapporto in peso dei rispettivi ossidi pari a 4,5-5 mentre in un pannello quadrilobo proveniente dalla finestra X della Basilica Superiore e databile al XIII secolo è stato evidenziato solo il cobalto; inoltre, in un pannello riutilizzato nella finestra XI della Basilica Superiore e forse databile al XV secolo sono di nuovo stati determinati cobalto e zinco, ma in un rapporto quasi paritario tra i rispettivi ossidi. VERITÀ 2010, pp. 22-23 e 26.

⁵⁰ Misure XRF effettuate da Pietro Moiola e Claudio Seccaroni.

⁵¹ MOIOLI 2009.

⁵² MOIOLI 2001.

⁵³ Delle sessantanove tessere originali contenenti il cobalto indagate, in quaranta è stato possibile determinare la presenza di indio e zinco, in diciotto solo quella di zinco, in quattro solo quella di indio, mentre in sette indio e zinco sono risultati al di sotto dei limiti di rilevabilità della tecnica XRF, nelle condizioni di misura adottate. MOIOLI 2004.

che di Ravello, invece, i valori elevati di zinco e cobalto escludono la possibilità che l'indio non sia stato determinato a causa di un'eccessiva diluizione del colorante; in merito all'interpretazione di questo dato si tornerà nel paragrafo 4.5.

Le ultime due eccezioni sinora rilevate su monumenti del XIII e XIV secolo in cui al cobalto non sono associate impurezze di indio e zinco concernono le decorazioni musive di due opere appartenenti ai cantieri trecenteschi della Cattedrale di Orvieto: il *Tabernacolo del Corporale*, realizzato nel 1357 da Nicola di Nuto (Siena 1288 circa - ?), e il portale maggiore, il cui cantiere si era soliti datare attorno al 1330, ma che recenti studi sembrerebbero indicare ancora in attività attorno al 1350, quindi in una data prossima a quella del *Tabernacolo del Corporale*. In entrambi i casi il minerale di cobalto impiegato è caratterizzato dalla presenza di arsenico e nichel, caratteristica che sempre più sarà riscontrata nel corso del XIV secolo e oltre, in particolare dalla fine del XV secolo.

La presenza di indio è stata pure identificata negli azzurri di tre pannelli di vetrata appartenenti al National Museum of American Art e in prestito a lunga scadenza alla National Gallery of Art di Washington. Si tratta di opere di scuola francese del XIII secolo (*Composizione araldica* e *Vescovo benedicente*) e dell'inizio del XIV secolo (*Angelo con croce e corona di spine*). Le analisi XRF condotte da Lisha Deming Glinsman, oggetto di un rapporto tecnico interno alla National Gallery of Art⁵⁴, sono state pubblicate sotto forma di tabelle in cui la presenza degli elementi è specificata come maggioritaria, minoritaria, in tracce o al di sotto dei limiti di rilevabilità nella tesi di dottorato della Glinsman presso la facoltà di *Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica* dell'Università di Amsterdam. Nonostante l'indio sia stato determinato su tre dei quattro pannelli di vetrata indagati (l'unico in cui non è stata riscontrata tale caratteristica è un pannello francese del XII secolo, molto probabilmente precedente alla disponibilità del cobalto derivato dall'attività estrattiva di argento a Freiberg), il dato è stato letto come anomalo e se ne propone la spiegazione imputando tale presenza a un'impurezza del rame utilizzato come colorante per ottenere l'azzurro⁵⁵. L'assenza di riferimenti ai numerosi contributi effettuati sull'argomento da Gratuze e dal suo gruppo in merito all'associazione cobalto-indio lascia alquanto perplessi sul lavoro di approfondimento e ricerca preliminare a una tesi di dottorato, soprattutto perché tali contributi hanno avuto un'ampia diffusione nella letteratura specializzata sui vetri medievali e sono stati editi sia in francese che in inglese a partire da oltre un decennio prima della tesi.

La spiegazione scientifica sostenuta dalla Glinsman comporta inoltre un'intenzionalità nelle aggiunte di composti di rame per ottenere il vetro azzurro che, ipotizzata alcune volte in passato, in tempi recenti è meno accettata. D'altra parte l'estrazione del cobalto dall'argento, come abbiamo visto, comporta la presenza di rame in valori certamente maggiori rispetto a quelli del cobalto, principale se non unico responsabile del colore azzurro impartito al vetro. Se effettivamente, infine, l'indio derivasse da impurezze di calcopirite estratta in un sito francese, perché la presenza dell'elemento non è sinora stata mai segnalata nelle analisi di bronzi od ottoni francesi dello stesso periodo? Tale ipotesi non sembra pertanto costituire una plausibile alternativa all'identificazione dell'indio come indicatore dell'origine nei giacimenti argentiferi di Freiberg per il cobalto utilizzato dal XIII alla metà circa del XIV secolo.

In un recente contributo concernente lo studio di conterie (*glass beads*) rinvenute ad Al-Basra in Marocco, indagate mediante LA-ICP-MS (laser ablation-inductively coupled plasma mass spectrometry), è emersa la presenza di nichel, zinco, indio e piombo appa-

⁵⁴ L. Glinsman, National Gallery of Art, Scientific Department Analysis Report, December 10, 1995.

⁵⁵ "The only anomaly was the trace amounts of indium found along with the copper and cobalt in some of the blue glass. Further research led to the conclusion that the indium is most likely present in the blue glass as an impurity in the copper colorant. Copper indium sulfide (CuInS₂) is known to occur in chalcopyrite ore found in Charrier Allier France". GLINSMAN 2004, p. 42.

rentemente correlata al cobalto (con alcune significative eccezioni)⁵⁶. Il dato appare spiazzante, in quanto la presenza dell'indio in questo caso contraddistingue materiali prodotti nel IX-X secolo, quindi precedentemente alla scoperta dell'argento di Freiberg. Gli autori di tale studio, a conoscenza degli studi di Gratuze, sono propensi a identificare la provenienza del cobalto da Freiberg, ma tale ipotesi è incongrua dal punto di vista storico e da quello stesso della composizione, in quanto i valori di indio identificati sono superiori di un ordine di grandezza rispetto a quelli misurati da Gratuze nei campioni di vetri occidentali. Purtroppo non siamo riusciti ad avere notizie circostanziate in merito alla presenza o meno di indio nei giacimenti cobaltiferi del Marocco, il cui sfruttamento è documentato solo in epoca recente; la possibilità di ricondurre a una fonte locale non ancora presa in considerazione dagli studi questi dati così problematici rappresenta pertanto un'ipotesi di lavoro percorribile.

4.5 Zinco come possibile indicatore di una provenienza extraeuropea

Come è stato discusso nel paragrafo precedente, il semplice riconoscimento della presenza di zinco non può essere ritenuto un indicatore certo della provenienza da Freiberg del minerale di cobalto. L'elemento chiave alla base di tale attribuzione è invece l'indio, a causa della sua rarità sulla crosta terrestre, mentre lo zinco è molto più frequente. D'altra parte, come è stato osservato, non tutte le tecniche di analisi impiegate per determinare la composizione dei vetri risultano adeguate al riconoscimento della presenza di indio in contenuti così bassi, come generalmente avviene nei vetri azzurri dal XIII alla metà circa del XIV secolo⁵⁷. Per quanto concerne per esempio l'analisi al microscopio elettronico i parametri fisici che permettono l'individuazione di un elemento (tipo di righe di fluorescenza x e rispettive energie) rendono impossibile la determinazione di impurezze di indio, cosa invece agevole per quelle di zinco.

Le analisi pubblicate di un gruppo di reperti relativamente ampio portano a ipotizzare che, almeno in ambito orientale, ci sia una fonte in cui al cobalto è associato lo zinco ma non l'indio. Per prima cosa si sottolinea l'incongruenza dal punto di vista cronologico, dato che in ambito orientale l'associazione Co-Zn è stata notata anche su manufatti datati all'VIII-IX secolo⁵⁸, come rilevato da Ian C. Freestone e Colleen Stapleton: "It seems unlikely that a northern European cobalt would have been in use in the Near East before it was exploited in Europe itself, so that it is likely that there was a source of zincian cobalt ore somewhere in the Near East"⁵⁹.

Considerare un elemento chimico come indicatore attendibile per un'unica provenienza può portare a generalizzazioni azzardate. Per esempio, Julian Henderson - pur essendo a conoscenza dell'ipotesi di Gratuze in merito alla possibile identificazione di Freiberg come fonte e lamentando il fatto che lo studioso francese non abbia pubblicato i dati numerici concernenti le concentrazioni determinate sui campioni da lui investigati - sulla sola base della presenza di impurezze di zinco su manufatti sia europei che islamici ipotizza che il cobalto fosse importato nel sud della Francia dal mondo islamico e, grazie a una comunicazione orale di Dick Ineson della Sheffield University, propone come possibile fonte di minerali di cobalto contenenti zinco, in ambito orientale, il sito di Anārak, in Iran⁶⁰. Henderson adduce a riprova di una comune provenienza dei minerali utilizzati in

⁵⁶ ROBERTSHAW 2010.

⁵⁷ Dai dati riportati in SOULIER 1994 (fig. 4) si ricava per l'indio una concentrazione ponderale media nei campioni di vetro analizzati pari a circa 0,01%.

⁵⁸ In particolare si tratta di manufatti provenienti da Sāmarrā' (KLEINMANN 1990; COWELL 2001) e da Hira (TAMARI 1995; WOOD 2007, 2009, 2016), in Iraq, e da al-Raqqā (HENDERSON 2004), in Siria.

⁵⁹ FREESTONE 1998, p. 123.

⁶⁰ HENDERSON 1998, p. 118. Le caratteristiche del minerale e la localizzazione del sito, a detta di Julian Henderson nei pressi di Tabrīz, quindi al nord dell'Iran, contrastano netta-

Europa e nell'Oriente islamico l'apparente correlazione dei contenuti di zinco e piombo (valutati come ossidi, PbO e ZnO) determinati su una serie di manufatti costituiti da vetri azzurri traslucidi francesi del XIII e XIV secolo e islamici dal XII al XIV secolo; a illustrazione di ciò riporta un grafico con i contenuti di ossido di piombo e di zinco⁶¹. Confrontando questo grafico con un precedente lavoro di Gratuze si evince che i dati relativi alla Francia sono tutti e solo quelli derivati dallo studioso francese; a questo si aggiunge che i dati non sono stati direttamente ricavati dalle concentrazioni poiché Gratuze, come lamenta lo stesso Henderson, non ha pubblicato una tabella con i dati numerici e che, oltretutto, il grafico di Gratuze si riferisce alle concentrazioni degli elementi (Pb, Zn) e quello di Henderson a quelle degli ossidi (PbO, ZnO), lasciando i valori inalterati⁶². Inoltre, se si eliminano i punti relativi ai dati dello studioso francese, quelli dello studioso inglese non mostrano alcuna correlazione, ma su questo terreno privo di fondamenta viene edificato un intero castello. In seguito Henderson sovrappone a dati di Gratuze (tanti) e suoi (pochi) anche quelli relativi alle analisi condotte da Robert H. Brill su due vetri azzurri provenienti da Nīshāpūr (IX-X sec.)⁶³, in apparente accordo con la regressione calcolata sui dati francesi. Questa sovrapposizione rafforza in Henderson la convinzione di una medesima provenienza del cobalto per tutti i dati. Sui vetri di Nīshāpūr Brill aveva calcolato il valore del rapporto isotopico del piombo, ipotizzando una possibile provenienza dal sito turco di Akdağmadeni; ciò porta Henderson a concludere che il cobalto utilizzato in Europa e in Oriente nel medioevo provenisse sistematicamente da tale sito, ignorando che l'ipotesi dell'origine da Freiberg formulata da Gratuze si basava anch'essa su misure del rapporto isotopico del piombo. In successive pubblicazioni, trasformando in dato di fatto le ipotesi formulate in precedenza, Henderson utilizza come indicatore della provenienza del cobalto dalla Turchia l'associazione Co-Zn, indipendentemente dal contesto storico e geografico cui appartengono i manufatti studiati⁶⁴.

In quello che, secondo il titolo (*Localized production or trade? Advances in the study of cobalt blue in Islamic glasses in the Levant and Europe*) dovrebbe costituire il punto di arrivo in merito alla localizzazione dell'origine del cobalto utilizzato nel medioevo la trattazione si riduce a ben poco; delle circa venti pagine dell'articolo solo tre sono dedicate al cobalto, delle quali una costituita da una rassegna dei lavori riferiti all'antichità e all'Egitto. Non una parola viene spesa sulla presenza chiave dell'indio nei manufatti medievali europei, che a tali livelli non può essere identificata al microscopio elettronico (la tecnica utilizzata da Henderson); d'altra parte sembra che i lavori di Gratuze siano stati letti con sufficienza o disattenzione, giacché invece di Schneeberg e Freiberg si parla di Schneeberg e Freiburg, lapsus o refuso indicatore di non poca confusione geografica⁶⁵.

Il fatto che lo zinco sia presente nei coloranti a base di cobalto su manufatti siriani dell'VIII-XI secolo e iracheni del IX secolo, ma solo eccezionalmente sulle ceramiche iraniane del XII-XIV secolo (o successive) e che su quest'ultime, quando presente⁶⁶, sia

mente con la possibilità di identificarlo con Anārak, situata nella zona centrale dell'Iran, circa trecento chilometri a est di Iṣfahān, dove, come indicato da John E. Dayton, il cobalto sembrerebbe invece associato a rame, nichel e arsenico. DAYTON 1978, pp. 63-64.

⁶¹ HENDERSON 1998, fig. a p. 119; HENDERSON 2000, fig. 3.4 a p. 31; HENDERSON 2003, fig. 8 a p. 241.

⁶² HENDERSON 2003, pp. 240-242. L'autore, inoltre, pur citando GRATUZE 1992 e 1995, desume i valori per il suo grafico dalla prima pubblicazione, perché nel grafico analogo pubblicato nella seconda, aggiornato con l'aggiunta di altri campioni, la correlazione tra i due elementi è molto meno evidente.

⁶³ HENDERSON 2003, p. 242 e fig. 8 a p. 241; BRILL 1995, p. 217.

⁶⁴ HENDERSON 2006, p. 130.

⁶⁵ L'autore è tornato sull'argomento nella sua monografia sul vetro antico, mantenendo le stesse posizioni e argomentazioni, che ritiene tuttavia non definitive. HENDERSON 2013, pp. 73-74 e fig. 3.5.

⁶⁶ Negli azzurri delle ceramiche persiane lo zinco è stato determinato su un manufatto del XIV secolo (ROLDÁN 2006, p. 137) e su due rispettivamente databili al XIV e al XVII secolo (COWELL 2001). Lo zinco è stato pure determinato su cinque frammenti apparte-

sistematicamente associato all'arsenico, elemento invece non determinato nei manufatti siriani e iracheni, tenderebbe a escludere una provenienza iraniana per i minerali di cobalto caratterizzati dalla presenza di zinco utilizzati in Iraq e in Siria in epoca abbaside e sembrerebbe suggerire l'ipotesi concernente l'impiego nell'Oriente islamico di più di un colorante a base di cobalto caratterizzato dalla congiunta presenza di zinco, in funzione dell'area geografica e dei periodi di produzione dei manufatti.

Yves Porter (Barcellona 1957) fa riferimento a un sito dell'Azerbaijan iraniano, Bayche-Bâgh (centocinquanta chilometri a sud di Tabrîz), dove è stata segnalata la presenza di minerali di cobalto cui sono associati arsenico, bismuto, nichel e zinco⁶⁷. La presenza di arsenico, bismuto e nichel sembrerebbe comunque escludere l'utilizzo di minerali provenienti da questo sito sui manufatti siriani e iracheni di epoca abbaside, permanendo inoltre le perplessità riguardo al fatto che tale tipologia non sia stata individuata su manufatti iraniani.

In alternativa alla provenienza iraniana, per la produzione in Iraq durante il primo periodo islamico è stato proposto un possibile approvvigionamento dai ricchi depositi del Caucaso⁶⁸. Si deve infine ricordare che la presenza di zinco, in contenuti tutt'altro che trascurabili rispetto a quelli di cobalto, contraddistingue la composizione degli allumi estratti nelle oasi di Kharga e Dhakla (Cfr. paragrafo 4.1), caratteristica che potrebbe attestare l'utilizzo di tali materiali per ricavare i coloranti a base di cobalto ancora nel IX secolo, sebbene quest'ultima ipotesi non sembra suffragata dalla morfologia dei pigmenti a base di cobalto utilizzati sulle ceramiche abbasidi e iraniane investigate da Barbara Kleinmann, tutte caratterizzate da granuli di minerale non dissolto, granuli che invece non dovrebbero essere presenti nella manifattura dei coloranti di cobalto eseguita con tali allumi ricostruita da Andrew J. Shortland, Michael S. Tite e I. Ewart⁶⁹.

Per i manufatti di epoca abbaside è stata infine ipotizzata anche una possibile provenienza dei minerali dalla penisola arabica (dall'Arabia Saudita o dallo Yemen)⁷⁰.



Fig. 4.10 - Tessere musive ricavate da frammenti di ceramica islamica utilizzate nella decorazione di reperti provenienti dalla chiesa di San Giovanni a Toro, a Ravello.

Le analisi effettuate sui pulpiti e su altri arredi liturgici conservati nella Cattedrale di Ravello hanno messo in evidenza una situazione particolarmente variegata, in quanto i manufatti studiati sono stati realizzati in un arco di tempo che va dal XII al XIV secolo. L'importanza dei manufatti di Ravello è inoltre costituita da una peculiarità loro propria, cioè la compresenza di materiali prodotti, verosimilmente nello stesso periodo, sia in ambito europeo che islamico; ci si riferisce in particolare al fatto che le decorazioni musive sono state realizzate impiegando sia vetri, probabilmente realizzati *ad hoc* in un ambito geograficamente vicino, che frammenti di ceramica islamica, facilmente identificabili dal punto di vista tipologico e stilistico⁷¹. Sul pulpito del vangelo (o *Pulpito Ruffolo*) i vetri (locali) e le ceramiche (islamiche) mostrano situazioni fortemente differenziate. In particolare lo zinco è associato a cobalto e indio nei vetri, mentre nelle ceramiche l'indio è

assente; ciò anche se nelle invetriature blu o azzurro lavanda delle ceramiche la presenza di zinco risulta fortemente maggiore, sia in assoluto sia in rapporto a quella di cobalto, rispetto a quanto determinato nei vetri. Gli stessi elevati contenuti di zinco, non associati a indio, sono stati determinati anche nei frammenti di ceramica con invetriatura di colore azzurro scuro

nenti al Fitzwilliam Museum di Cambridge, che non mostrano caratteristiche tali da consentire ipotesi di datazione (WEN 2009).

⁶⁷ PORTER 2000, p. 9.

⁶⁸ KEBLOW BERNSTED 2003, p. 5.

⁶⁹ KLEINMANN 1990; SHORTLAND 2006a.

⁷⁰ HALLETT 1999, citato in WOOD 2007, p. 680.

⁷¹ MAZZUCATO 2001.

utilizzati per le decorazioni musive nel pluteo e nelle colonnine di un arredo liturgico proveniente dalla chiesa di San Giovanni a Toro, sempre a Ravello (fig. 4.10)⁷².

Bernard Gratuze ha determinato lo zinco, in assenza di indio, su un frammento ceramico egiziano databile all'XI-XII secolo e cita il caso analogo, per composizione, di un vetro proveniente da Susa analizzato da Edward Vincent Sayre⁷³. Lo studioso francese, notando il basso tenore di manganese nell'azzurro della ceramica egiziana, propone di identificare la provenienza del cobalto da un giacimento iraniano e non dagli allumi delle oasi a ovest del Nilo. Un gruppo di ricercatori italiani ha identificato mediante analisi PIXE una presenza tutt'altro che trascurabile di zinco negli azzurri di quattro campioni di ceramiche tunisine del XII-XIII secolo⁷⁴; il fatto che, come hanno anche osservato gli autori, l'analisi PIXE non sia in grado di determinare piccoli quantitativi di indio, non consente comunque di escludere la presenza aggiuntiva di quest'ultimo elemento, sebbene la provenienza geografica sembrerebbe accomunare questi campioni al frammento egiziano studiato da Gratuze e ad altri aventi origine nel Vicino e nel Medio Oriente su cui è stato riscontrato il solo zinco. Cobalto associato a zinco è stato infine determinato in maniera non distruttiva mediante analisi XRF su due manufatti di ceramica siriana del XIII-XIV e del XV-XVI secolo e su uno prodotto a Iznik nel XV-XVI secolo⁷⁵; anche in questo caso, comunque, non sembrerebbe che l'assetto operativo fosse in grado di rilevare quantitativi di indio estremamente bassi⁷⁶.

L'associazione di elevati quantitativi di zinco al cobalto è stata anche riscontrata su un frammento di vaso riconducibile alla produzione di Malaga e databile al 1330-70⁷⁷, e su due frammenti di ceramica ascrivibile alla produzione di Teruel e databili al XVI secolo⁷⁸, in quest'ultimo caso lo zinco è accompagnato da elevati contenuti di arsenico.

Dal punto di vista tecnico è stato infine rilevato che la presenza di zinco rafforza e migliora la qualità dell'azzurro derivato dal cobalto nelle invetriature⁷⁹.

4.6 Presenza-assenza di arsenico

Come si è più volte accennato, i principali minerali di cobalto contengono arsenico. Nel *Mémoire sur un minéral nommé Cobalt ou Mine arsenicale, que l'on trouve en France*, presentato all'Académie Royale des Sciences di Parigi nel 1750, il mineralogista francese Jean-Daniel Saur (o Sauer, detto Saur il Giovane; Sainte-Marie-aux-Mines 1721 - 1752), figlio di Jean-Jacques Saur (Johann Jacob Sauer; Strasburgo 1686 - Sainte-Marie-aux-Mines 1757) imprenditore delle miniere di Sainte-Marie-aux-Mines, considera tale caratteristica come un deterrente: "je ne doute pas qu'il n'y ait encore de beaux secrets cachez dans le cobalt [inteso come minerale arsenicale da cui si estrae il colorante azzurro per i vetri], qui aujourd'hui ne seroient pas des mystères pour nous, si le danger qu'il y a à travailler ce minéral, n'avoit peut-être pas découragé bien des personnes à examiner à fond la matière; car après les mines de mercure & d'argent rouge, le cobalt & le bismuth sont le

⁷² MOIOLI 2001.

⁷³ SAYRE 1964.

⁷⁴ CORVISIERO 2002, p. 13.

⁷⁵ COWELL 2001.

⁷⁶ Cobalto e zinco sono stati determinati su alcuni frammenti ceramici appartenenti al Fitzwilliam Museum di Cambridge riferibili a produzioni siriane, egiziane o iraniane. La difficoltà nell'individuare per molti di questi campioni un corretto riferimento cronologico e, in alcuni casi, anche geografico rende poco utili i risultati pertinenti a tali analisi, affetti peraltro da carenze sul piano tecnico-scientifico. WEN 2009.

⁷⁷ PÉREZ-ARANTEGUI 2008.

⁷⁸ PÉREZ-ARANTEGUI 2009.

⁷⁹ LLUSAR 2001.

minéral le plus arsénical”⁸⁰. Sulla base di questi presupposti ci si aspetterebbe di trovare sempre l'arsenico associato al cobalto nelle analisi effettuate sui manufatti, il che non corrisponde alla situazione reale; nel presente paragrafo ci occuperemo pertanto di tale associazione e delle conseguenze che essa comporta. La presenza/assenza di arsenico costituisce infatti un fattore determinante nella caratterizzazione del cobalto in manufatti prodotti in Europa dall'epoca tardomedievale. Mentre la presenza di nichel può essere considerata pressoché indipendente rispetto alla cronologia di esecuzione, l'arsenico tende invece a comparire, preferibilmente ma non sistematicamente, a partire da un determinato periodo. Vari gruppi di ricerca hanno segnalato questa caratteristica e il discrimine cronologico che essa rimarca. Tale discrimine, ovviamente, ha delle oscillazioni legate alla casistica volta per volta presa in esame, alla possibilità di datare con una forchetta più o meno stretta i manufatti indagati, ai siti di produzione dei manufatti stessi (che possono aver recepito con ritardo o meno il cambiamento tecnologico alla base di tale variazione) e, occorre sempre tenerli presenti, alle potenzialità e ai limiti di rilevabilità della tecnica analitica impiegata.

Gli studi di Gratuze, pur separando le due tipologie (Co-Ni e Co-Ni-As⁸¹) non hanno evidenziato una netta sequenzialità cronologica nel loro manifestarsi. La tipologia Co-Ni, per esempio, compare tra il 1370 e il 1390⁸² e mostra code che si estendono almeno al primo quarto del XVI secolo⁸³, mentre per la tipologia Co-Ni-As lo stesso autore sottolinea che “il est à noter là aussi la présence dans ce groupe de quelques verres datés de la fin du XV^{ème} siècle”⁸⁴.

Il primo tentativo in merito all'individuazione di una cesura cronologica tra l'impiego della tipologia Co-Ni e la tipologia Co-Ni-As è probabilmente avvenuto su un gruppo di ventinove frammenti di maiolica provenienti da un butto (chiuso nel corso del XVI secolo) rivenuto in scavi effettuati nel Palazzo della Cancelleria a Roma, e analizzati in maniera non distruttiva mediante analisi di fluorescenza x⁸⁵. Tali maioliche sono state classificate su base stilistica come prodotte nei maggiori centri ceramistici dell'Italia centrale, settentrionale e adriatica (compresa Venezia), in un arco temporale che va dal 1475 al 1550 circa (tab. 4.2).

Nel caso delle maioliche rinvenute nel butto del Palazzo della Cancelleria la cesura nell'impiego tra le due tipologie di cobalto utilizzato (Co-Ni e Co-Ni-As) veniva a cadere tra l'ultimo quarto del XV secolo e il primo quarto del XVI secolo. Lo stesso gruppo di ricerca, operando su alcune robbiane ha riscontrato sistematicamente

centro di produzione	epoca	As
Deruta	1475-1500	no
Faenza	1475-1500	no
Romagna-Marche	1475-1500	no
Toscana-Romagna	1475-1500	no
Italia centrale	1475-1500	si
Roma	1475-1525	no
Roma	1475-1525	si
Deruta	1475-1525	si
area metaureense	1500-25	si
Casteldurante (2 manufatti)	1500-25	si
Deruta (3 manufatti)	1500-25	si
Faenza (2 manufatti)	1500-25	si
Montelupo (3 manufatti)	1500-25	si
Veneto? Casteldurante?	1500-25	si
Veneto-Liguria / Roma?	1500-25	si
Venezia	1500-25	si
Venezia?	1500-25	si
Deruta (4 manufatti)	1500-50	si
Faenza (2 manufatti)	1500-50	si

Tab. 4.2 - Presenza/assenza di arsenico negli azzurri di un gruppo di maioliche rinascimentali rinvenute in uno scavo nel Palazzo della Cancelleria a Roma [da BANDINI 1997].

⁸⁰ SAUR 1750, p. 344.

⁸¹ Per alcuni autori anche il rubidio è associato a questa tipologia. BIRON 2004, p. 95.

⁸² Si tratta di frammenti di vetro rinvenuti in un butto nella rue de Limas ad Avignone. GRATUZE 1992, p. 105.

⁸³ GRATUZE 1996, p. 80 e SOULIER 1994, fig. 6.

⁸⁴ GRATUZE 1996, p. 80.

⁸⁵ BANDINI 1997.

l'assenza di arsenico in quelle realizzate entro il primo decennio del XVI secolo⁸⁶. Escludendo i pezzi la cui datazione al XVI secolo è troppo generica per costituire un valido indicatore, i manufatti più recenti sono il fonte battesimale di Benedetto Buglioni (Firenze 1461-1521) nella chiesa di San Giusto in Piazzanese a Prato (1510 circa) e la statuetta di *San Pietro* attribuita a Giovanni Della Robbia (Firenze 1469 - 1529) nel Museo Bandini a Fiesole (1520 circa), da cui si estrapola che la tipologia Co-Ni era ancora in uso a Firenze alla fine della seconda decade del XVI secolo.

Fortunatamente le robbiane sono state ampiamente indagate, anche e soprattutto sul fronte della caratterizzazione dei minerali di cobalto, per cui è possibile instaurare confronti che portano a considerazioni interessanti⁸⁷.

Riguardo a sedici opere realizzate nella bottega di Andrea Della Robbia e due di manifattura della medesima bottega o per mano di Luca II (o il Giovane, Firenze 1475 - Parigi 1548), prodotte nell'ultimo quarto del XV secolo o nel primo decennio del secolo successivo, lo studio di prelievi al microscopio elettronico a scansione con microsonda ha mostrato l'assenza dell'arsenico dalla composizione degli azzurri⁸⁸.

Sorprendentemente, l'arsenico è presente nello smalto azzurro dei tondi con le *Allegorie dei mesi* nel Victoria and Albert Museum, investigati col microscopio elettronico a scansione⁸⁹. Si tratta di un soffitto dipinto da Luca Della Robbia (Firenze 1400 circa - 1482) per Piero de' Medici (Firenze 1414 - 1469) attorno al 1455 (fig. 4.11); la determinazione dell'arsenico in un'opera di Luca, capostipite della bottega dei Della Robbia e inventore del genere artistico delle robbiane⁹⁰, appunto, costituisce un fattore spiazzante, in quanto la norma è che almeno sino ai primi anni del XVI secolo l'arsenico è assente dagli smalti azzurri di questa tipologia di manufatti prodotti a Firenze.

Studi ancora più recenti sono stati effettuati con analisi PIXE su un cospicuo numero di robbiane appartenenti al Museo del Bargello⁹¹ e ad altre istituzioni italiane e collezioni pubbliche francesi⁹², nonché su un gruppo omogeneo di opere prodotte all'interno

⁸⁶ Alle tre opere di Andrea Della Robbia citate nel paragrafo 4.3 [la *Madonna del cuscino* della Galleria Regionale della Sicilia (1475 circa), la *Madonna col Bambino* nella pieve di Santa Maria assunta di Stia (1490-1500) e il tabernacolo di Montalcino (1507-10)] si aggiungono la testa di fanciullo di Luca Della Robbia nel Museo Filangeri di Napoli (1445 circa), due robbiane del XV secolo (una ghirlanda a motivo di festone nell'ex-Ospedaletto di Santa Croce a Montalcino e una testa di giovane nell'Arciconfraternita di San Francesco a Firenze), la *Pala di Santa Chiara* nel Museo Civico di Sansepolcro ascritta alla bottega di Andrea Della Robbia e databile attorno al 1485, la statuetta di *San Pietro* nel Museo Bandini a Fiesole ascritta alla bottega di Giovanni Della Robbia e databile attorno al 1520, il fonte battesimale di Benedetto Buglioni nella chiesa di San Giusto in Piazzanese a Prato (1510 circa) e un frammento di festone del XVI secolo nei depositi dell'Opificio delle Pietre Dure a Firenze.

⁸⁷ In alcuni casi sono state avanzate nuove ipotesi, in un certo senso spiazzanti, che dovranno in futuro essere sottoposte a un attento vaglio. Si cita per esempio la proposta, condotta sulla base di prove esclusivamente indiziarie, che il cobalto non costituisca l'unico agente colorante azzurro negli smalti robbiani: "we suggest that the famous Della Robbia blue could be due to combined effect of S_3^- ions in a lead silicate matrix (called 'lead ultramarine' in the present study) and Co atoms". SENDOVA 2007, p. 663.

⁸⁸ RUFFINI 2007. Nel gruppo di opere sono presenti anche la *Madonna del cuscino* della Galleria Regionale della Sicilia e il tabernacolo di Montalcino, precedentemente analizzate mediante analisi XRF da un differente gruppo di ricerca.

⁸⁹ KINGERY 1990.

⁹⁰ I primi rilievi smaltati di Luca Della Robbia risalgono infatti agli inizi del quinto decennio del XV secolo; tra questi si citano il *Tabernacolo del Sacramento*, realizzato nel 1441 per la Cappella di San Luca nello Spedale fiorentino di Santa Maria nova (ora a Santa Maria a Peretola) e la lunetta con la *Resurrezione* (1442-44), sovrastante il portale della *Sagrestia delle messe* in Santa Maria del Fiore.

⁹¹ PAPPALARDO 2004.

⁹² BOUQUILLON 2002 e 2004; ZUCCHIATTI 2000, 2002, 2003 e 2006.

all'interno della bottega di Andrea Della Robbia⁹³. Nel caso delle robbiane del Bargello, che possiede una raccolta estremamente rappresentativa di questo genere di manufatti, il passaggio dalla tipologia Co-Ni a quella Co-Ni-As sembrerebbe avvenire in un periodo ben circoscritto, tra il 1515 e il 1520, essendo l'arsenico assente nella *Pietà* di Giovanni Della Robbia (databile attorno al 1514-15) e presente nel frammento di un'*Adorazione* con cornice di angeli di Luca il Giovane, Andrea e Giovanni Della Robbia (databile attorno al 1520) e nella *Natività* di Giovanni Della Robbia, datata al 1521⁹⁴. Gli studi effettuati sulle robbiane in collezioni francesi e italiane, che si basano su una statistica più consistente, sembrerebbero restringere ancor



Fig. 4.11 - Luca Della Robbia, tondo col *Mese di aprile*, dal soffitto per lo studiolo di Piero de' Medici (1455 circa). Londra, Victoria and Albert Museum [foto David Jackson, da Wikimedia Commons].

più il fuoco sul momento in cui avviene il cambiamento tecnologico, collocandolo al 1517-20⁹⁵. I dati pubblicati giustificano però solo uno degli estremi di questo intervallo, il 1520, anno in cui è datata la pala d'altare di Benedetto Buglioni per lo Spedale degli Innocenti a Firenze (sui cui azzurri è stato determinato l'arsenico), mentre al 1517 non corrisponde nessuna delle opere analizzate o, anche citate, nell'articolo.

A dire il vero, confrontando i lavori sulle robbiane pubblicati dal gruppo italo-francese si assiste a un tentativo di assestamento cronologico delle attribuzioni in funzione della ricerca di un accordo con dati storici (la presunta scoperta della zaffera da parte di Peter Weidenhammer nel 1520) ritenuti incontestabili anche negli studi precedenti⁹⁶. Al contrario, la data del 1520 secondo Christian Meltzer (Wolkenstein 1655 - Buchholz 1733), pastore della chiesa di Sankt Katharinen a Buchholz (Schneeberg), l'unica fonte che effettivamente la cita, non si riferisce ad alcuna scoperta, che invece deve essere avvenuta anni prima, in quanto nel 1520 è ufficialmente documentata la raggiunta agiatezza di Peter Weidenhammer, con la menzione del suo nome (presumibilmente in qualità di donatore) in una vetrata (non più esistente già al tempo di Meltzer) nella grande chiesa di Schneeberg, in una posizione di rilievo (dietro al pulpito, in una finestra in basso); a questo si aggiunge che l'effettiva competenza (e non scoperta) di Peter Weidenhammer, sempre secondo Christian Meltzer, concerne la possibilità di ricavare la zaffera (*Safflorfarbe*) dalle scorie del bismuto (*Wismuthgraupen*), pertanto più che l'arsenico, dovrebbe essere il bismuto l'elemento chiave che consente di associare i dati analitici al procedimento messo a punto da Peter Weidenhammer⁹⁷, elemento che invece, stando ai dati pubblicati, non sembra presente nelle robbiane indagate dal gruppo di ricerca italo-francese⁹⁸.

⁹³ RUFFINI 2007.

⁹⁴ PAPPALARDO 2004.

⁹⁵ ZUCCHIATTI 2006, p. 139.

⁹⁶ GRATUZE 1996; PAPPALARDO 2004.

⁹⁷ MELTZER 1716, pp. 635 e 683. Sull'argomento si tornerà diffusamente nel paragrafo 8.2.1.

⁹⁸ ZUCCHIATTI 2003, p. 403.

Ma torniamo alle datazioni delle robbiane. I primi due lavori del gruppo italo-francese erano concentrati su un nucleo di pezzi attribuiti ad Andrea Della Robbia provenienti dalla collezione Campana e conservati al Louvre. Si tratta di otto teste di cherubini, tre di serafini e quattro angeli in volo, secondo la tradizione provenienti dalla chiesa di San Frediano a Firenze. Su questi pezzi le analisi hanno evidenziato una presenza di arsenico non accessoria negli sfondi azzurri dei quattro angeli in volo e pressoché trascurabile o nulla negli sfondi dietro alle teste di tutti i cherubini e i serafini⁹⁹; i diagrammi con le concentrazioni percentuali degli ossidi di cobalto e arsenico mostrano inoltre che le misure relative ai cherubini e quelle concernenti i serafini tendono a separarsi in maniera evidente, dunque sembrerebbero ipotizzabili tre fasi esecutive distinte. Le ricerche storiche si accordano perfettamente con quest'ultima ipotesi, poiché nella cappella da cui si suppone provengano i frammenti di robbiane sembrerebbero documentati tre interventi da parte della bottega dei Della Robbia: tra il 1494 e il 1502 per i decori architettonici, nel 1517-18 per una pala con la *Resurrezione* e nel 1519 per la cornice di un dipinto. Dal punto di vista iconografico gli storici dell'arte sembrerebbero infine concordi nel collegare i quattro angeli in volo con la *Resurrezione*, a causa della tipologia delle figure, ricorrenti in pale analoghe. Dunque lo smalto azzurro contenente arsenico deve essere riferito all'intervento del 1517-18. Il gruppo dei serafini è stato quindi ricondotto ai decori architettonici realizzati tra il 1494 e il 1502, mentre i cherubini sono stati posti in relazione con la cornice della pala del 1517-18 o con la cornice del 1519¹⁰⁰.

In un successivo articolo sui frammenti della collezione Campana pubblicato sulla rivista *Archaeometry* è stata rilevata la discrepanza della data di esecuzione del manufatto contenente arsenico (il 1517-18 documentato per l'esecuzione della pala) con il 1520, anno della faticosa scoperta di Peter Weidenhammer¹⁰¹. Sempre su *Archaeometry* gli autori ritornano con un articolo sulle robbiane, in cui sono inseriti anche i dati relativi ai frammenti della collezione Campana, che però hanno perso qualsiasi ancoraggio cronologico¹⁰². Su quest'ultimo articolo, che è poi quello in cui si propone il 1517-20 come momento di passaggio dalla tipologia Co-Ni alla tipologia Co-Ni-As, pure altre opere subiscono un riassetto di datazione rispetto a quanto precedentemente pubblicato, tra l'altro anche rispetto al catalogo della mostra *Les Della Robbia. Sculptures en terre cuite émaillée de la Renaissance italienne*¹⁰³, che rappresenta un punto fermo sugli studi delle robbiane nelle collezioni francesi. Il *Seppellimento di Cristo* di Andrea Della Robbia nella Vecchia Cattedrale (Vieille Major) di Marsiglia, nei cui smalti azzurri è stato determinato l'arsenico, viene spostato dal 1515-20¹⁰⁴ al 1520 circa¹⁰⁵, spostamento apparentemente di poco conto, ma necessario. Analogo trattamento subisce il *Busto di uomo con barba* inserito in una cornice circolare con fregio vegetale, attribuito a Girolamo Della Robbia (Parigi, Louvre), nei cui smalti azzurri è stato determinato l'arsenico, nel catalogo assegnato 1510-15 circa¹⁰⁶ e inserito tra gli "undated Robbiane objects" nell'articolo su *Archaeometry*¹⁰⁷. Ora un ripensamento sulla cronologia delle opere è più che legittimo, ma sarebbe stato opportuno segnalare il cambiamento, visto che lo storico dell'arte che ha curato il catalogo ha anche firmato gli articoli su *Archaeometry*, e un contributo di questo genere apportato dalle analisi avrebbe avuto un giusto riconoscimento.

⁹⁹ Risultati analoghi erano stati precedentemente conseguiti da Bernard Gratuze analizzando due frammenti prelevati dallo sfondo dietro alla testa di un cherubino (Campana 72) e da quello dietro un angelo, sebbene il numero di inventario indicato in questo caso sembrerebbe corrispondere a un serafino e non a un angelo (Campana 65). GRATUZE 1996, p. 84.

¹⁰⁰ BOUQUILLON 2002, p. 150.

¹⁰¹ ZUCCHIATTI 2003, p. 403.

¹⁰² ZUCCHIATTI 2006, p. 134.

¹⁰³ Musée National du Message Biblique Marc Chagall di Nizza (29 giugno-11 novembre 2002); Musée National de Céramique di Sèvres (10 dicembre 2002-10 marzo 2003). GABORIT 2002.

¹⁰⁴ GABORIT 2002, p. 122.

¹⁰⁵ ZUCCHIATTI 2006, p. 133.

¹⁰⁶ GABORIT 2002, p. 46.

¹⁰⁷ ZUCCHIATTI 2006, p. 134.

Se torniamo un attimo alle datazioni proposte inizialmente vediamo che l'arsenico è presente in opere collocabili al 1510-15, al 1517-18 e al 1515-20, mentre è assente nella *Pietà* di Giovanni Della Robbia (databile al 1514-15)¹⁰⁸. Dunque si ha un periodo in cui le due soluzioni tecnologiche sembrerebbero coesistere. Ovviamente tale discriminazione è a rigore valido solo per l'ambiente fiorentino¹⁰⁹, in cui sono stati prodotti i manufatti indagati, ma nessuno degli studiosi che si sono interessati alla provenienza del cobalto l'ha mai sottolineato, mentre si è sempre cercato di avere una corrispondenza puntuale col fatidico 1520.

L'individuazione di una cesura ben definita che segna il passaggio dalla tipologia Co-Ni alla tipologia Co-Ni-As resta comunque in secondo piano poiché, come sopra osservato, sicuramente essa non è avvenuta in maniera netta e sincronica in tutti i luoghi, e le indagini sulle robbiane consentono di mettere a fuoco solo la circolazione di questi minerali nelle botteghe operanti a Firenze, compreso il dato spiazzante relativo al ciclo dei *Mesi* del Victoria and Albert Museum, opera dipinta da Luca e contemporanea all'avvio della produzione di robbiane. Qualsiasi cambiamento tecnologico, a meno che non sia causato da fattori incontrollabili, tende infatti a diffondersi in maniera sfumata, con elevate probabilità di lunghi periodi di coesistenza di soluzioni differenti e di intervalli temporali non brevi nella trasmissione di segreti tecnologici tra bottega e bottega, centro e centro o, ancor più, tra regione e regione.

La tipologia Co-Ni-As in manufatti anteriori al 1500 non è comunque infrequente. Sono già stati segnalati nel paragrafo 4.4 i casi relativi al *Tabernacolo del Corporale* (1357) e al portale maggiore (attorno al 1330 e al 1350) della Cattedrale di Orvieto (figg. 4.12 e 4.13). Bernard Gratuze cita il caso di un vetro rinvenuto a Saint-Denis ("un morceau de pâte de verre provenant d'un dépotoir d'un atelier d'orfèvrerie du début du XIV^e siècle")¹¹⁰, problematico e scomodo proprio per la presenza di arsenico in un manufatto di epoca alta. Il disagio nel commentare i risultati concernenti questo campione è tale che porta l'autore ad affermare che "En l'absence d'autres éléments, on ne peut que suggérer une mauvaise interprétation des résultats (présence fortuite d'arsenic) ou une datation erronée"¹¹¹. I grafici riportati nei lavori di Gratuze mostrano inoltre, per il XV secolo, l'esistenza di altri campioni riferibili alla tipologia contenente arsenico¹¹², situazione riconosciuta dall'autore, sia per i vetri¹¹³ che per le ceramiche¹¹⁴. L'arsenico è stato determinato al microscopio elettronico anche in due tessere azzurre provenienti dai mosaici della Basilica di Monreale a Palermo (XII-XIII secolo); tuttavia, come rilevato dagli stessi autori delle analisi, il fatto che la concentrazione dell'elemento sia prossima ai limiti di rilevabilità dello strumento e che arsenico in concentrazioni analoghe, in assenza di cobalto, sia stato determinato anche in tessere di altri colori provenienti dai medesimi mosaici induce a un'estrema cautela nel classificare i coloranti a base di cobalto utilizzati in tali reperti all'interno di una categoria effettivamente caratterizzata dalla presenza di arsenico¹¹⁵.

¹⁰⁸ PAPPALARDO 2004, p. 188.

¹⁰⁹ A tale proposito si porta all'attenzione che in un manoscritto alchemico della fine del XV secolo è citato il "Florentine azure of zaffano"; purtroppo non abbiamo potuto consultare direttamente il manoscritto, per cui il rimando è al commentatore moderno. WILSON 1936, p. 239.

¹¹⁰ GRATUZE 1992, p. 99.

¹¹¹ Idem, p. 106.

¹¹² SOULIER 1994, fig. 5; GRATUZE 1992, fig. 10 a p. 107.

¹¹³ "On retrouve essentiellement des verres fabriqués pendant le dernier quart du XV^e siècle et le premier quart du XVI^e siècle"; si tratta in particolare di "une pastille bleue de fond de gobelet et un morceau de vitrail datés des deux derniers tiers du XV^e siècle", provenienti rispettivamente da Orléans e Chartres. GRATUZE 1996, pp. 80 e 84.

¹¹⁴ Si tratta di due frammenti di ceramica iberica (Barcellona). Idem, p. 87.

¹¹⁵ "Tuttavia i due reperti sono debolmente colorati e le concentrazioni degli elementi appartenenti al minerale sono basse, vicine al limite di rilevabilità del metodo analitico utilizzato. I dati non consentono quindi di trarre conclusioni certe". VERITÀ 2008, p. 23.



Fig. 4.12 - Particolare del portale maggiore della Cattedrale di Orvieto (1350 circa).



Fig. 4.13 - Decorazioni cosmatesche del Tabernacolo del Corporale nella Cattedrale di Orvieto (1357). Negli azzurri, al cobalto sono associati nichel e arsenico.

Facendo sempre riferimento a contesti afferenti alla Sicilia normanna l'arsenico non è stato determinato mediante analisi XRF su tessere azzurre provenienti dai mosaici dalla Cattedrale di Messina, mentre lo è stato in piccoli quantitativi su tessere azzurre provenienti dalla Cappella Palatina di Palermo ¹¹⁶.

Relativamente all'area orientale del Mediterraneo si segnala l'assenza di arsenico in manufatti prodotti in Turchia, in particolare a Iznik, nel XV-XVI secolo ¹¹⁷.

Bernard Gratuze individua inoltre una tipologia Co-Zn-Ni-Fe-Cr-As su campioni di ceramiche orientali, di cui alcuni databili al XIV secolo ¹¹⁸ e della tipologia Co-Ni-As in vetri della fine dell'età del bronzo rinvenuti nel sito etrusco di Lenarda ¹¹⁹. È stato verificato, infine, che la presenza di arsenico caratterizza, seppur in quantitativi limitati, la composizione degli azzurri negli smalti dipinti prodotti a Limoges già nel XV secolo ¹²⁰.

È importante, piuttosto che ricercare un discrimine temporale assoluto, interrogarsi sui motivi tecnologici che hanno portato alla differenziazione delle due tipologie (Co-Ni e Co-Ni-As), ovvero se tale differenziazione sia legata alla provenienza del cobalto da differenti aree geografiche oppure all'impiego di materiali e/o procedimenti differenti.

L'ipotesi concernente un cambiamento geografico nell'approvvigionamento dei minerali di cobalto deve essere subito accantonata, in quanto solfuri, arseniati/arseniuri e solfoarseniati/arseniuri coesistono negli stessi giacimenti.

Tra i primi a prendere in considerazione la possibilità di una selezione dei minerali di cobalto rinvenibili in un giacimento è stata Barbara Kleinmann, nel lavoro sulle invetriature azzurre nei manufatti islamici prodotti in epoca alta in area mesopotamica (IX secolo) e iraniana (XII-XIV secolo) ¹²¹. In questo caso la studiosa, rimarcando l'assenza di arsenico, ipotizzava che, pur coesistendo differenti minerali (solfuri e arseniuri) nei giacimenti di Qamsār - da lei ritenuti fornitori di cobalto anche in epoca abbaside, sulla sola scorta della testimonianza trecentesca di Abū'l Qāsim per i manufatti persiani - siano stati utilizzati solo i solfuri (in particolare la linneite), mentre siano stati scartati gli altri materiali¹²².

A causa della volatilità dell'arsenico alle alte temperature si ritiene in genere che la sua assenza sia riconducibile a trattamenti di purificazione più spinti. Non dobbiamo infatti dimenticare che, prima di ricavare la *zaffera*, l'arrostitimento dei minerali di cobalto era finalizzato all'estrazione dell'arsenico, come descritto da Johann Kunckel (figg. 4.14 e 4.15) ¹²³ e Balthasar Rössler (Heinrichsgrün 1605 - Altenberg 1673; fig. 4.17) ¹²⁴, o testimoniato da altre fonti ("producta ordinaria ex Cobalto sunt *Arsenicum, Zaffara, Smaltum* et *Regulus*" ¹²⁵).

¹¹⁶ Misure XRF effettuate da Pietro Moioli e Claudio Seccaroni.

¹¹⁷ COWELL 2001.

¹¹⁸ GRATUZE 1996, p. 87.

¹¹⁹ GRATUZE 2005, pp. 269-270.

¹²⁰ "During the XVth century, most of the enamels used a CoAsNiRb mineral with low levels of arsenic, during the XVIth century (mainly the first half), most of the enamels used a CoFeAsNiBi mineral with high levels of arsenic. Some of the XVth century enamels employed the XVIth century cobalt source and vice versa". BIRON 2004, p. 95. L'individuazione dell'arsenico su tali smalti, sebbene in piccoli quantitativi, a fronte della sua assenza sulle robbiane indagate dal gruppo italo-francese, non può essere addebitata alla tecnica di indagine adottata o a differenze strumentali, in quanto in entrambi i casi le indagini sono state condotte utilizzando l'acceleratore di particelle AGLAE dei laboratori del Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France.

¹²¹ KLEINMANN 1990.

¹²² Ibidem. Riguardo alla discussione delle ipotesi avanzate da Barbara Kleinmann si tornerà più volte nel capitolo 6.

¹²³ KUNCKEL 1679, pp. 57-60.

¹²⁴ RÖSSLER 1700, pp. 157-162.

¹²⁵ GESSNER 1744, p. 23.



Fig. 4.14 - Fornace per l'arrostimento dei minerali di cobalto, con il lungo condotto orizzontale del camino per il recupero dell'arsenico, Fig. B dell'*Ars vitraria experimentalis* di Johann Kunckel. KUNCKEL 1679.

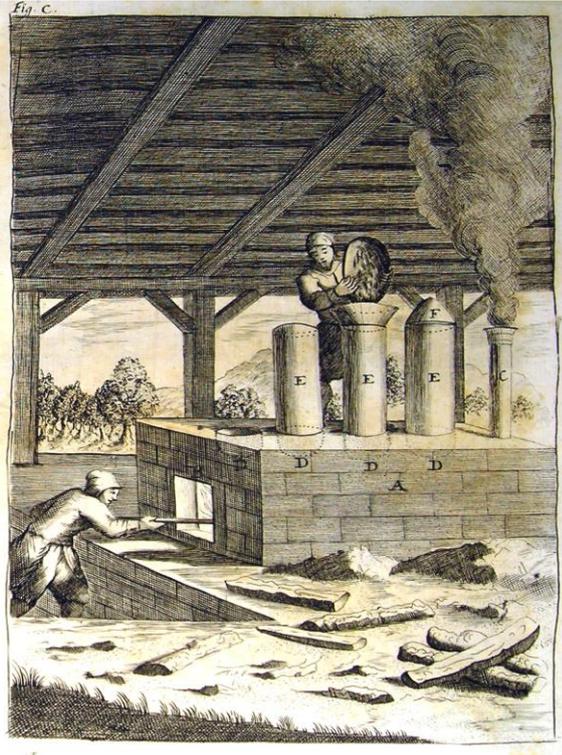


Fig. 4.15 - Fornace per la sublimazione dell'arsenico recuperato dal lungo condotto orizzontale del camino mostrato nella figura 4.14, Fig. C dell'*Ars vitraria experimentalis* di Johann Kunckel. KUNCKEL 1679.

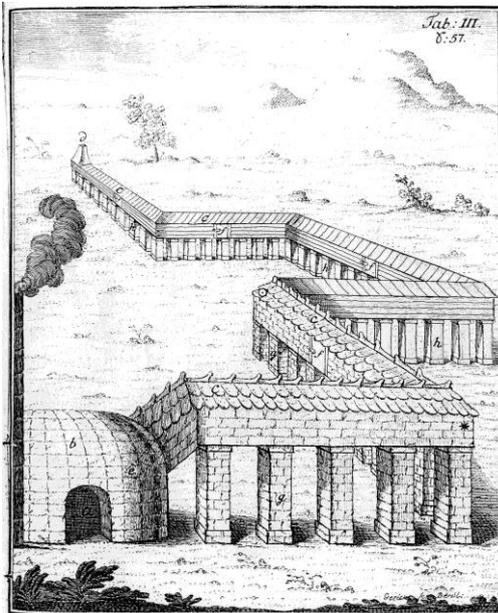


Fig. 4.16 - Fornace per l'arrostimento dei minerali di cobalto e il lungo condotto orizzontale del camino per il recupero dell'arsenico, tavola III della seconda parte della *Cadmiologia, oder Geschichte des Farben-Kobolds* di Johann Gottlob Lehmann. LEHMANN 1764.

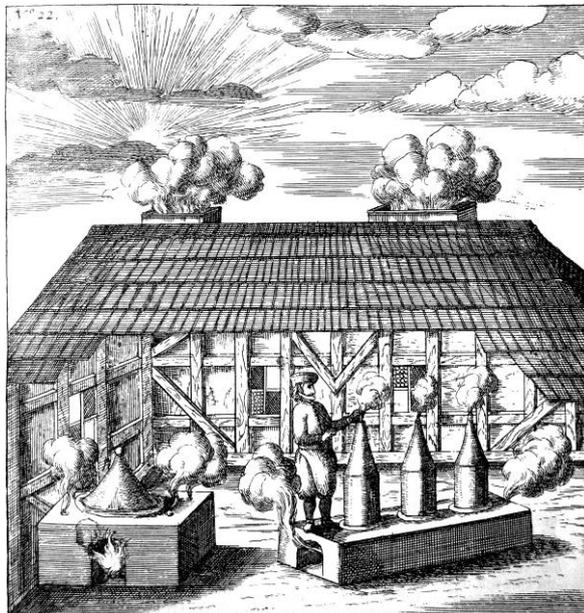


Fig. 4.17 - Fornace per la sublimazione dell'arsenico, Fig. 22 dello *Speculum metallurgiae politissimum*, di Balthasar Rössler. RÖSSLER 1700.

Dall'*Encyclopédie* di Diderot e d'Alembert apprendiamo che la perdita in peso del minerale dopo quest'arrostimento era stimabile tra un quarto e un terzo del peso iniziale: "après que le *cobolt* a subi un feu de reverbere, pendant six à huit heures, il a diminué en poids de 25 à 30 pour cent, par la sublimation de l'arsenic"¹²⁶.

Prendendo in considerazione solo i più importanti minerali contenenti cobalto e arsenico (smaltite [CoAs₃], safflorite [(Co,Fe)As₂], cobaltite [CoAsS], eritrite [Co₃(AsO₄)₂·8H₂O] e roselite [Ca₂(Co,Mg)(AsO₄)₂·2H₂O]) la perdita in peso indicata nell'*Encyclopédie* comporterebbe la rimozione totale dell'arsenico solo per l'eritrite, in cui la percentuale in peso dell'elemento è del 25%. Per la roselite l'abbattimento dell'arsenico sarebbe elevato, ma non totale, in quanto la sua percentuale in peso nel minerale è del 33%. Nella cobaltite sarebbero stati rimossi dalla metà ai due terzi circa dell'arsenico inizialmente presente (45%), mentre per smaltite e safflorite la rimozione sarebbe stata esigua, in quanto la percentuale iniziale di arsenico è particolarmente elevata (79% nella smaltite e 70% circa nella safflorite). È però probabile che residui non trascurabili di arsenico siano presenti anche nel caso dell'eritrite, in quanto con l'arrostimento viene rimossa anche l'acqua di idratazione del minerale (che costituisce il 45% del peso iniziale); lo stesso vale per la roselite, mentre nel caso della cobaltite l'arrostimento comporta anche la rimozione dello zolfo. Da ciò ne consegue la presenza di residui non trascurabili di arsenico per tutti i minerali, soprattutto se si tiene in considerazione la presenza addizionale di scorie e impurezze di varia natura.

Ma perché spingere a un minor grado l'estrazione dell'arsenico lasciandone residui non trascurabili? Una possibile spiegazione tecnologica la propone Johann Albrecht Gessner, secondo il quale i residui di arsenico favorirebbero la fusione della silice aggiunta alla zaffera e la dissoluzione del colorante, ottenendo così uno smalto azzurro avente tonalità più satura e bella. Il grado cui spingere la calcinazione dei minerali di cobalto costituirebbe pertanto un segreto tecnologico gelosamente custodito ancora nel XVII secolo: "arsenicum enim solutionem silicum promovet, & Smaltum neque tam pulchrum, neque tam saturati coloris, ex Cobalto nimium calcinato producitur. Gradus vero ignis & ustulationis variat pro conditione minerarum & solis notus est artificibus"¹²⁷. Più recentemente, Louis de Launay (Parigi 1860 - 1938) ci spiega che l'arrostimento dei minerali comporta l'ossidazione dei metalli presenti, primo tra tutti il cobalto; spingere a fondo la rimozione dell'arsenico implicherebbe, pertanto, una maggior presenza di elementi differenti dal cobalto nella frazione ossidata, con conseguente influenza negativa sulla resa dell'azzurro a causa, per esempio, di maggiori quantitativi di nichel: "Pour extraire le cobalt, qui était récemment encore le produit essentiel, on soumet ces minerais à un grillage imparfait, au moyen duquel on cherche à oxyder le cobalt seul, tout en n'enlevant qu'une partie de l'arsenic. Lorsque la matière, ainsi grillée, est ensuite soumise, dans les pots de verrerie, à l'action dissolvante du silicate de potasse, les métaux autres que le cobalt, combinés avec l'arsenic, se précipitent à la partie inférieure, sous forme d'une poudre lourde et cristalline, d'aspect métallique, qu'on appelle le speiss et qui devient alors un véritable minerai de nickel"¹²⁸.

L'affermazione apparentemente spiazzante di Jean-Daniel Saur il Giovane riguardo ad aggiunte intenzionali di arsenico per produrre lo smalto ("en Saxe quand on a fondu le bismuth on prend seulement les scories qui restent sur la surface, on les mêle avec de l'arsenic, des cailloux calcinez & de la potasse, & ce mélange fondu ensemble produit une vitrification qui est bleu, plus foncé & plus clair, selon la proportion des cailloux")¹²⁹ sembrerebbe trovar conferma in quanto riferito dall'apotecario di Lipsia Johann Heinrich Link ("adjuvatur & vitrificatio & coloris elegantia per additum pulverem arsenicalem, imo arsenicum crystallinum

¹²⁶ Voce *COBOLT ou COBALT, ou KOBALD* dell'*Encyclopédie*. DIDEROT 1753, pp. 556-557. Un calo molto minore, del 16%, è quello indicato nella prescrizione CCIX del *Ricettario Darduin* (c. 81r, ZECCHIN 1986, p. 215), ma tale divergenza potrebbe essere dovuta al fatto che la zaffera indicata in questo manoscritto non è un prodotto di miniera, ma il semilavato disponibile in commercio, già arrostito e tagliato con sabbia.

¹²⁷ Cap. II, § 8, GESSNER 1744, p. 25.

¹²⁸ DE LAUNAY 1913, vol. II, p. 577.

¹²⁹ SAUR 1750, p. 330.

ipsum”¹³⁰; l’aggiunta di arsenico, infatti, migliora la resa dello smalto, facilitando l’eliminazione di bollicine di gas all’interno del fuso. A proposito della porcellana bianca e blu cinese William Jonathan Young (Oxford 1906 - South Carter [MA] 2000) osserva infatti che “in modern glass, arsenic is often intentionally added as a clarifying agent, by forcing the bubbles in the glass to the surface in volatilizing. Much of the blurriness observed in Chinese ceramic decoration is caused through the scattering of light from bubbles and minute crystals in the glaze, which is easily seen by the aid of polarized light”¹³¹. Abbiamo inoltre delle ricette ottocentesche che quantificano le aggiunte di arsenico rispetto agli altri ingredienti; tali aggiunte caratterizzano solo le qualità di smalto meno raffinate e tendono a diminuire col migliorare delle qualità del prodotto: sono infatti attorno all’1% in peso nella qualità ordinaria (OC), allo 0,7% in quella media (MC) e allo 0,4% in quella fine (FC)¹³².

Da quanto riferito da Johann Albrecht Gessner discende che arsenico e smalto sono prodotti all’interno del medesimo opificio, presumibilmente in prossimità dei luoghi di estrazione dei minerali. Non spingere a fondo l’estrazione dell’arsenico, se poi erano altri a utilizzare i residui di tale lavorazione per la confezione dello smalto, sarebbe stato antieconomico, mentre la presa in carico anche della confezione dello smalto comportava l’immissione sul mercato di una merce con maggior valore aggiunto.

Un autore che si è a lungo interrogato sugli effetti della presenza di arsenico ai fini della colorazione azzurra è Didier d’Arclais de Montamy (Montamy 1702 - Parigi 1765), amico di d’Holbach e Diderot, autore del *Traité des couleurs pour la peinture en émail et sur la porcelaine* pubblicato postumo da Diderot. D’Arclais de Montamy è perfettamente aggiornato in merito alle dispute accademiche che in quegli anni stavano portando al riconoscimento del cobalto come elemento; egli comunque non prende una posizione al riguardo, mentre è interessato ai procedimenti di raffinazione e purificazione del minerale finalizzati a una resa ottimale del pigmento, in termini di colore e di facilità di stesura. Riguardo all’arsenico osserva che “Il reste à savoir s’il est absolument nécessaire que la totalité de l’arsenic soit expulsée de la mine ... D’ailleurs, lorsque dans la composition du verre ordinaire on n’ajoute qu’une très-petite quantité d’arsenic, le verre n’en est que plus beau & plus brillant. Cette manœuvre est pratiquée dans toutes les Verreries”¹³³. Purtroppo la morte sopraggiunta non ha consentito all’autore le verifiche sperimentali che aveva progettato, come sottolinea Diderot nell’*Observation de l’Éditeur* che chiude il capitolo sugli azzurri del *Traité des couleurs pour la peinture en émail et sur la porcelaine*: “M. de Montamy présumoit que l’arsenic en entrant dans le verre, y fixoit le phlogistique du cobalt; il s’appuyoit dans cette conjecture sur ce que le cobalt, calciné au point de ne plus contenir d’arsenic, ne donne plus alors de couleur bleue au verre. Pour vérifier ce fait, il se proposoit de rejoindre de l’arsenic avec le cobalt calciné au point de n’en plus contenir, & de voir si par - là il reprendroit la propriété de colorer le verre en bleu. Il se proposoit aussi de joindre de l’arsenic & du sel marin à de l’Émail des quatre feux, pour voir s’il deviendroit plus bleu. Mais la mort est venu interrompre le cours de ses expériences”¹³⁴.

Come è stato già rilevato, la cesura tra le tipologie Co-Ni e Co-Ni-As è stata messa in connessione con la presunta scoperta della zaffera da parte di Peter Weidenhammer¹³⁵ nel 1520. Tale figura, come anche quella di Christoph Schürer¹³⁶ che avrebbe inventato lo smalto nel 1540, riveste un ruolo mitico. La segnalazione di questi due personaggi - ma le fonti ne citano anche altre, scambiando, contaminando e confondendo nomi e famiglie, spesso originarie dalla Boemia - avviene in epoca tarda, nel XVIII secolo, quando ormai la tradizione orale poteva aver attenuato, se non compromesso, la corretta tra-

¹³⁰ LINK 1728, p. 200.

¹³¹ YOUNG 1949, p. 24.

¹³² MAYER 1820, citato in PÉCLET 1829, p. 197. Per le qualità citate si rimanda al paragrafo 8.4.2

¹³³ D’ARCLAIS DE MONTAMY 1765, pp. 126-127.

¹³⁴ Idem, p. 150.

¹³⁵ Cfr. paragrafo 8.2.1.

¹³⁶ Cfr. paragrafo 8.2.2.

smissione delle informazioni. D'altra parte i nomi citati nei documenti di due secoli precedenti verosimilmente consultati dagli studiosi del XVIII secolo potrebbero testimoniare solo un dato di fatto, e non la registrazione di un primato.

Nel citato articolo su *Archaeometry* del 2006 la tipologia senza arsenico è ricondotta a un'estrazione del cobalto dall'argento mentre quella con l'arsenico è attribuita all'estrazione del cobalto direttamente dai minerali, nei forni a riverbero¹³⁷. In questo passaggio tecnologico non si evidenzia però il cambiamento di materie prime¹³⁸, bensì l'introduzione dei forni a riverbero, dagli autori collocata nel 1520, in base alla presunta evidenza di fonti storiche non citate¹³⁹ (a meno di non ritenere che tutto il cobalto utilizzato dalle botteghe fiorentine oggetto dello studio venisse da Schneeberg, che fosse tutto lavorato secondo il metodo la cui scoperta è attribuita a Peter Weidenhammer e che tale scoperta fosse effettivamente avvenuta nel 1520). Riteniamo invece che il motivo determinante del passaggio dalla tipologia senza a quella con l'arsenico vada essenzialmente attribuito al cambiamento delle materie prime. La prima tipologia potrebbe infatti essere ancora riconducibile all'estrazione del cobalto dalle scorie ottenute dalla purificazione dell'argento metallico, in un momento in cui scompare dal mercato argento non raffinato con impurezze di indio, a seguito dell'estinzione dei giacimenti coltivati nel corso della prima fase estrattiva di Freiberg. Alcuni dati analitici sembrerebbero suffragare questa possibilità, in particolare, stando agli stessi risultati delle analisi effettuate sui campioni investigati dal gruppo italo-francese, il riscontro di maggiori tenori di rame e di zinco nella tipologia priva di arsenico e la presenza di bismuto nella tipologia contenente arsenico¹⁴⁰. Ciò non sarebbe infatti spiegabile se le due tipologie derivassero dalla lavorazione del medesimo minerale, spingendo la rimozione dell'arsenico solo mediante tempi più lunghi e/o temperature più elevate o fornaci differenti.

Tra il XIV e il XV secolo avviene dunque un passaggio cruciale: la produzione di coloranti a base di cobalto si fa consapevole, rendendosi indipendente dalla metallurgia dell'argento. In altre parole l'estrazione del cobalto non è più ricavata solo da prodotti di scarto o di riciclo ma si iniziano a conoscere e a lavorare i minerali di cobalto. La capacità di riconoscere direttamente i minerali di cobalto nel XIV secolo è testimoniata da quanto scritto da Abū'l Qāsim e dal fatto che essi potevano essere importati anche dall'Europa¹⁴¹. La determinazione di cobalto, arsenico e nichel nelle tessere musive trecentesche di Orvieto e nei trecenteschi vetri di Saint-Denis attesta inoltre che tale capacità di distinzione era nota anche in Occidente a una data posteriore solo di alcuni decenni rispetto ad Abū'l Qāsim.

4.7 Bismuto

Su manufatti realizzati a partire dal XV secolo, sporadicamente, e dal XVI secolo in maniera sempre più ricorrente, è frequente l'associazione al cobalto di bismuto, oltre che di arsenico e nichel. Come abbiamo visto nel paragrafo 1.8, l'associazione bismuto-cobalto trova un'immediata giustificazione nel fatto che già nel XVI secolo era nota la possibilità di estrarre i coloranti a base di cobalto dalle scorie del bismuto, al punto che Agricola, e molti dopo lui fino alla scoperta del cobalto come elemento da parte di Georg Brandt, riteneva

¹³⁷ ZUCCHIATTI 2006, pp. 149-150.

¹³⁸ Da una parte l'argento da fondere o raffinare, dove l'eventuale presenza di arsenico poteva essere rimossa prima di arrivare alla purificazione del metallo, dall'altra minerali che potevano essere reperiti nei giacimenti di argento, ma che erano estremamente ricchi di arsenico.

¹³⁹ "According to the historical sources, after 1520 the minerals were processed in reverberatory ovens, which were described (KUNCKEL 1689) as being equipped with long wooden horizontal chimneys for the recuperation of As", ma Kunckel non cita alcuna data né, tanto meno, Peter Weidenhammer e la sua presunta scoperta. ZUCCHIATTI 2006, p. 149. Il dato è poi ripreso nella chiusa dell'articolo: "This industrial change is documented by the historical sources, which date it at 1520". ZUCCHIATTI 2006, p. 151.

¹⁴⁰ Idem, pp. 143 e 145.

¹⁴¹ L'importazione di un semilavorato vetroso non sarebbe passata sotto silenzio dall'autore persiano.

che la zaffera derivasse direttamente dal bismuto¹⁴². L'impiego della "terra di bismuto" per colorare in azzurro i vetri (in alternativa o insieme al cobalto) è ancora ribadito, alla metà del XVIII secolo, da Carl Friedrich Zimmermann, intendente alle miniere sassoni, nell'esordio del decimo trattato (*Bericht von denen Blau-Farben-Wercken und Zugutmachung der Kobolde und Wissmuth-Graupen*) della terza parte della *Ober-Sächsische Berg-Academie*.

On faisoit autrefois un très-grand mystere de la maniere de faire le saffre ou la couleur bleue: mais il est fort inutile de tenir la chose si secrete, car quoiqu'il y ait différentes opérations & tours de mains qui contribuent à la pureté & à la finesse de cette couleur; c'est cependant le cobalt & la terre du bismuth, *Wismuth graupen*, qui en font la base, & partout où l'on trouvera ces deux matieres, l'on ne manquera point de gens qui sauront en tirer la couleur bleue, l'on n'aura qu'à se servir de Verriers qui auront déjà travaillé aux verres de différentes couleurs, ils ne tarderont point à trouver les manipulations nécessaires pour faire réussir l'entreprise¹⁴³.

L'associazione del bismuto al cobalto segnalata nel *Mémoire* di Carl Friedrich Zimmermann ha portato Gabriel Paul Marie Joseph Chesneau (Bordeaux 1859 - 1937) a ricercare e dosare il bismuto nelle analisi di campioni di azzurro in vetrate medievali francesi.

Cette indication m'a conduit à rechercher le bismuth dans les quatre verres bleus analysés, et je l'y ai trouvé, en effet, en quantité dosable, parfois même assez notable, comme dans le verre bleu de Châlons, où le bismuth atteint plus du double de la teneur en cobalt. Ces résultats confirment en même temps l'ancienneté des prescriptions contenues dans le mémoire susdit¹⁴⁴.

La determinazione del bismuto nei vetri azzurri medievali francesi effettuata da Chesneau rimane isolata per opere di datazione così alta, mentre è frequente su opere realizzate a partire dal XVI secolo¹⁴⁵; l'assenza di riscontri su altri manufatti medievali, pertanto, potrebbe rimettere in discussione l'attendibilità di un'analisi effettuata oltre ottant'anni fa, o quanto meno il campionamento, che potrebbe aver interessato un vetro non originale. A quest'ultimo proposito si sottolinea che il vetro azzurro proveniente dalla Cattedrale di Châlons e datato al XII secolo, in cui la presenza di bismuto è effettivamente significativa, apparteneva a un gruppo di vetri erratici pervenuti al Musée du Trocadero, per i quali è più che lecito il dubbio che alcuni potessero appartenere a restauri antichi e non alla fase originaria. Dal punto di vista degli elementi associati al cobalto la presenza o meno di bismuto viene a discriminare due tipologie distinte: Co-Ni-As e Co-Ni-As-Bi¹⁴⁶. La prima deriva dall'arrostimento dei minerali solitamente chiamati *cobaltum*, da cui si estraeva anche

¹⁴² AGRICOLA 1558, p. 348. È interessante sottolineare la totale immiscibilità di queste scorie col bismuto metallico, una volta raffinato, come rimarcato nella voce *COBOLT OU COBALT, ou KOBALD* dell'*Encyclopédie*: "le cobalt ne s'amalgame point avec le mercure, & jamais par la fusion on ne peut l'unir avec le bismuth, quoique les mines de ce dernier demi-métal contiennent presque toujours du cobalt". DIDEROT 1753, pp. 556-557.

¹⁴³ Anche nel presente caso, per motivi di accessibilità del testo si propone il brano nella traduzione francese pubblicata nel 1752 da d'Holbach. ZIMMERMANN 1752, p. 589. Il testo originale è: "Vor diesem wurde das Blau-Farbenmachen vor ein grosses Geheimniss gehalten, ohne dass es so nöthig gewesen wäre diese Arbeit selbst zu verhohlen; denn obwohl verschiedene Handgriffe und Vortheile sind, welche zur Rein- und Feinigkeit der Farbe etwas beitragen, so ist doch das Hauptwerck dabey der Kobold und die Wissmuth-Graupen: Wo diese in einem Lande befindlich sind, so werden sich auch bald Leute finden, die blaue Farbe daraus machen können, und kann man sich allein der Glassmacher, wenn selbige zumahl in bunten Gläsern etwas gekünstelt haben, hierzu bedienen, es fehlet nicht, dass sie nicht behörigen Handgriffe treffen sollten". ZIMMERMANN 1746, p. 249.

¹⁴⁴ CHESNEAU 1933, p. 286.

¹⁴⁵ Secondo Bernard Gratuze la tipologia in cui al cobalto è associato il bismuto caratterizza manufatti databili dal XV al XVIII secolo. GRATUZE 1996, p. 80. Analisi effettuate su un cospicuo numero di smalti dipinti di Limoges sembrerebbero indicare che l'associazione del bismuto al cobalto caratterizzi in genere manufatti datati a partire dal 1530 circa. BRONK 2002, pp. 44-45; RÖHRS 2004, p. 103; BIRON 2004, p. 95; WYPYSKI 2004, p. 128.

¹⁴⁶ Per alcuni autori anche il ferro è associato a questa tipologia. BIRON 2004, p. 95.



Fig. 4.18 - Raffaello e aiuti, *Loggia di Amore e Psiche*, Roma, Villa Farnesina, pennacchio con *Giove e Amore* (1518). La base azzurra dei cieli, lasciata a vista da un restauro novecentesco, è stata realizzata con azzurro di smalto contenente impurezze di nichel, arsenico e bismuto.

l'arsenico. La seconda deriva invece, come si è appena osservato, dalla rilavorazione delle scorie del bismuto. Si deve comunque osservare che con alcune tecniche analitiche può risultare difficile individuare il bismuto in piccoli quantitativi, a causa delle interferenze col piombo, in quanto le righe di fluorescenza x dei due elementi sono molto vicine, soprattutto quelle a bassa energia¹⁴⁷; ciò vale essenzialmente per il microscopio elettronico e per l'analisi XRF applicati allo studio di ceramiche o di dipinti non murali, dove in genere la presenza di piombo è elevata.

Gli ambiti cronologici relativi alle due tipologie vengono a essere quasi completamente sovrapposti, così come per la provenienza del minerale si è soliti localizzarle entrambe nell'Erzgebirge, in particolare

a Schneeberg. Dal punto di vista storico, come testimonianza cinquecentesca riguardo alla produzione a Neustädtel (vicino a Schneeberg) del colore azzurro con le scorie del bismuto (*Wismuthgrauen*) si può addurre la più volte ricordata agiatezza raggiunta da Peter Weidenhammer grazie all'esportazione a Venezia della zaffera così prodotta¹⁴⁸; la manifattura a Schneeberg di un azzurro derivato dalle scorie del bismuto è inoltre direttamente attestata alla fine del XVI secolo da Petrus Albinus come un'attività praticata in passato¹⁴⁹. Il fatto che, seppur poco frequentemente, bismuto associato a cobalto sia stato rilevato anche su manufatti anteriori al XVI secolo, non consente comunque di riconoscere come un'esclusiva di Peter Weidenhammer la scoperta di tale metodo.

Se per gli autori tedeschi del XVI e del XVII secolo la zaffera derivava dal bismuto, la situazione cambia notevolmente dopo la metà del XVIII secolo, in quanto si avverte la possibilità che un'eccessiva concentrazione di bismuto possa compromettere la resa cromatica del pigmento. Nell'*Encyclopédie* di Diderot e d'Alembert, alla voce *SAFRE, SAFFRE, ZAFFRE OU SMALTE*, d'Holbach afferma infatti: "Comme les mines de cobalt qui se trouvent en Misnie sont accompagnées d'une très-grande quantité de bismuth, on est obligé d'en séparer ce demi-métal, qui donnoit une mauvaise couleur au safre"¹⁵⁰.

In chiusura del paragrafo relativo al bismuto si deve infine osservare che i sali di questo metallo possono essere utilizzati nella tecnica del lustro su ceramica, per ottenere per riduzione la deposizione di *nanocluster* metallici che conferiscono alla superficie una lucentezza metallica, il lustro appunto, di color azzurro-indaco¹⁵¹. L'impiego di bismuto nei lustri è abbastanza recente, pertanto si esclude l'eventualità che l'associazione di questo metallo all'azzurro e alla zaffera nelle fonti anteriori al XIX secolo contempli tale possibilità.

¹⁴⁷ Pb M α = 2,34, Pb L α = 10,50, Pb L β = 12,62, Pb L γ = 14,76 keV; Bi M α = 2,42, Bi L α = 10,76, Bi L β = 13,00, Bi L γ = 15,25 keV.

¹⁴⁸ MELTZER 1716, pp. 635 e 683. Come già detto, su Peter Weidenhammer si rimanda al paragrafo 8.2.1.

¹⁴⁹ ALBINUS 1590, p. 186.

¹⁵⁰ DIDEROT 1765, p. 491.

¹⁵¹ FRANCHET 1906, p. 46.

4.8 Manganese

Elevati tenori di manganese in associazione al cobalto possono indicare che il colorante è stato ricavato da un asbolano, minerale dall'aspetto terroso e costituito da ossido idrato di manganese, con tenori di cobalto che possono raggiungere il 20-30%. Come vedremo nei paragrafi 7.1 e 7.2, la presenza di elevati tenori di manganese è normalmente utilizzata per discriminare sui manufatti cinesi l'impiego di minerali di cobalto locali o importati, a causa dell'abbondanza di asbolano in Cina rispetto agli altri minerali di cobalto. Si deve però porre attenzione al fatto che il manganese nelle ceramiche e nei vetri può essere introdotto anche indipendentemente dal cobalto. Nel caso dei vetri, infatti, l'ossido di manganese era aggiunto con funzione di decolorante, per eliminare dominanti verdastre impartite dalla presenza di impurezze di ferro negli ingredienti utilizzati per ottenere la massa vetrosa; se il colorante veniva aggiunto a un vetro rifuso¹⁵² o a un vetro incolore preparato normalmente ne deriva che nella composizione del vetro azzurro così ottenuto erano presenti quantitativi non trascurabili di manganese.

L'aggiunta di ossido di manganese in quantitativi più consistenti impartiva una tonalità violacea all'azzurro, rendendone più apprezzabile il colore, analogamente a quanto avveniva in pittura, dove la leggera dominante violacea del lapislazzuli, rispetto all'azzurrite o ad altri pigmenti azzurri, era accentuata mescolando al pigmento piccoli quantitativi di lacca rossa o stendendo l'azzurro sopra una base cromatica rossa. Troviamo esplicitamente dichiarato l'accorgimento di aggiungere l'ossido di manganese alla zaffera in un ricettario vetrario veneziano trascritto nella seconda metà del XVI secolo.

[La zaffera] che è una terra nera che viene adoperata dai fabbricanti di scodelle [ceramisti] per fare la loro maiolica, terra che viene dalla Alemagna e che ha la proprietà di rendere azzurro il vetro. Bisogna che tale zaffera la pesti e la lavi e, impiegando solo la parte fine, ne prendi mezza oncia, come ti ho detto prima, e altrettanto manganese. Mescola bene insieme, setaccia e metti nel crogiolo e lascia così per 12 ore. Poi guarda se il colore è quello che vuoi avere: se lo vuoi più intenso aggiungi della zaffera, se lo vuoi più chiaro aggiungi dei pani cristallini ovvero pani di frittata comune. Lascialo affinare, lavalo. Se lo vorrai di un azzurro vivo aggiungi del manganese perché quando l'azzurro ha una tonalità violetta, è un azzurro più vivo; ma sta a te farlo secondo la tonalità di colore che desideri¹⁵³.

Quando è fuso dagli la zaffera, bruciata e lavata, fino a che il colore ti aggradi. Dagli anche un po' di manganese, che rende il colore più vivo¹⁵⁴.

Gabriel Chesneau, discutendo le composizioni degli azzurri di alcune vetrate medievali francesi, interpreta la presenza di manganese come dovuta a un'aggiunta intenzionale.

Pour le verre bleu de la cathédrale de Reims, il est possible que le manganèse ait été ajouté intentionnellement pour renforcer le ton bleu donné par le cobalt, dont la proportion est quatre fois plus faible que dans le verre de Saint-Remi [a Reims]. Celui-ci, très cobaltifère est extrêmement peu manganisé, a une couleur bleu de ciel beaucoup plus belle que celle un peu violacée de la cathédrale de Reims¹⁵⁵.

Dopo il riscontro delle differenze tra la composizione dei vetri azzurri appartenenti a vetrate realizzate per la stessa città a circa un secolo di distanza¹⁵⁶ e l'osservazione che i vetri più recenti, aventi una tonalità più violacea, mostrano un calo dei tenori di cobalto e un incremento di quelli di manganese, Gabriel Chesneau avanza l'ipotesi che il manga-

¹⁵² Ad esempio ottenuto dal recupero di rottami di colletti.

¹⁵³ Ricetta VI, *Per fare vetro azzurro*. MORETTI 2001, p. 70.

¹⁵⁴ Ricetta XXI, *Per fare smalto azzurro, intenso e tenue di più tipi*. Idem, pp. 75-76. Nello stesso ricettario l'utilizzo di manganese e zaffera in quantitativi analoghi, se non uguali, è anche indicato nelle ricette XXVIII (*Per fare smalto come il precedente, ma migliore*), XLIX (*Per fare vetro colore zaffiro buono*) e CI (*Per fare vetro azzurro*). Idem, pp. 78, 85 e 97.

¹⁵⁵ CHESNEAU 1933, p. 287.

¹⁵⁶ Le vetrate di Saint-Remi (XII secolo) e quelle della Cattedrale (1225-50).

nese possa contribuire direttamente alla tonalità azzurra del vetro, non solo attraverso la dominante violacea che impartisce nello stato di ossidazione più alto.

L'oxyde de manganèse donne, en effet, aux verres des couleurs très différentes suivant son degré d'oxydation. Au maximum d'oxydation qu'il peut atteindre dans un verre en fusion ($Mn^{2}O^{3}$), il donne d'abord une belle couleur violette; mais si le verre est exposé à une atmosphère réductrice, la teinte violette s'atténue en bleuisant, donne à un certain moment une teinte bleu de lin assez pâle, comme j'ai eu l'occasion de le constater, et devient bientôt tout à fait incolore lorsque le manganèse est complètement passé à l'état de protoxyde MnO. Il est possible, d'ailleurs, que les verriers de Reims aient utilisé au XIII^e siècle cette propriété du manganèse de passer par une teinte bleue en atmosphère réductrice avant de se décolorer complètement, pour suppléer à l'insuffisance de la teneur en cobalt; mais il semble, en tout cas, d'après la teinte souvent un peu violacée des verres bleus du XIII^e siècle, qu'ils ne soient arrivés qu'imparfaitement au degré d'oxydation voulue du manganèse, très difficile à atteindre pour une masse un peu considérable de verre ¹⁵⁷.

L'ipotesi formulata molto cautamente da Chesneau in merito al contributo alla formazione del colore azzurro da parte del manganese in atmosfera riducente, rinforzando e sopperendo a tenori troppo esigui di cobalto, è stata fatta propria dagli storici d'arte francesi che hanno trattato di vetrate ¹⁵⁸, sino quasi giungere a identificare nell'impiego di manganese un'alternativa e non un coadiuvante al cobalto. Si possono trovare esempi di ciò in recenti contributi di Michel Pastoureau (Parigi 1947), in cui il presunto cambiamento di colorante viene posto in relazione con i mutamenti cromatici subiti dall'azzurro nelle vetrate al passaggio tra romanico e gotico: "Dans le vitrail, par exemple, la diffusion des tons bleus s'accompagne peu à peu d'un assourdissement de ses différentes nuances, dû en partie à des contraintes techniques et financières (emploi de plus en plus fréquent du cuivre ou du manganèse à la place du cobalt). D'où de vraies mutations sémantiques; le bleu de la Sainte-Chapelle n'est plus le bleu de Chartres, pour prendre un exemple célèbre" ¹⁵⁹, "Dans les vitraux de la fin du XII^e siècle, les splendides tons de bleu, clairs et lumineux, créés pour les verrières de Saint-Denis, de Chartres et du Mans une ou deux générations plus tôt, commencent à se faire plus sombres et plus épais en raison de l'emploi de sels de cuivre ou de manganèse à la place du cobalt. Le bleu du roman tardif n'a déjà plus la limpidité du roman à son apogée" ¹⁶⁰ e "Ce bleu verrier exprime une conception nouvelle du ciel et de la lumière. Toutefois, au fil des décennies, il se diversifie en de nouvelles nuances, au point parfois, dans l'art du XIII^e siècle, de prendre des tonalités plus sombres ou plus denses. Cela est dû en partie à des contraintes techniques et financières (emploi de plus en plus fréquent du cuivre ou du manganèse à la place du cobalt) et entraîne de véritables mutations esthétiques: le bleu gothique de la Sainte-Chapelle, vers 1250, n'a plus grand rapport avec le bleu roman de Chartres, posé sur les verrières près d'un siècle plus tôt" ¹⁶¹.

Nelle ceramiche, colorazioni molto scure richiedevano, oltre all'uso di zaffera in quantità maggiori che per gli azzurri, l'aggiunta di pirolusite (ossido di manganese con cui generalmente si ottenevano tonalità bruno-violacee); è questo il caso, per esempio, dei neri nelle robbiane (scritte, pupille ecc.), in cui i quantitativi rilevanti di manganese e rame testimoniano l'aggiunta di pirolusite e ramina ¹⁶² alla *zaffara nera*, per intensificarne il colore.

Oltre alle prescrizioni sopra indicate, l'impiego congiunto di ossido di manganese e di zaffera per ottenere particolari tonalità di colore azzurro-violacee nei vetri è comunque testimoniato: si vedano per esempio la ricetta IV (*A fare piastre cammelline*) nel primo dei tre

¹⁵⁷ CHESNEAU 1933, p. 287.

¹⁵⁸ GRODECKI 1954, p. 186.

¹⁵⁹ PASTOUREAU 1995, p. 13. Lo stesso, con variazioni minime, è riportato in PASTOUREAU 1997, p. 109.

¹⁶⁰ PASTOUREAU 2000, p. 47.

¹⁶¹ Idem, p. 52.

¹⁶² Ossido di rame II (tenorite), con cui si ottengono colorazioni verdi più o meno intense, in funzione della concentrazione.

trattatelli del ms. 707 dell'Archivio di Stato di Firenze pubblicati da Gaetano Milanese¹⁶³ o alcune delle prescrizioni per fare lo smalto nero trascritte nel *Ricettario Darduin*¹⁶⁴. Prescrizioni analoghe si trovano anche per gli smalti utilizzati in oreficeria, come testimoniato da Blaise de Vigenère: "La couleur noire s'y adjouste avec du Saphre, et du Pierigot¹⁶⁵, autrement Manganese, à discretion autant de l'un que de l'autre, bien calcinez"¹⁶⁶. Relativamente agli smalti utilizzati in oreficeria si sottolinea inoltre che la funzione del manganese non era comunque solo quella di correttivo cromatico, come rilevato in un ricettario vetrario veneziano della seconda metà del XVI secolo: "il vetro biavo, quando è a contatto con l'argento, muta di colore e diventa nero, ma se avrà del manganese ciò non succederà come invece succede con lo smalto azzurro, a meno che non venga aggiunto tanto manganese quanto è la zaffera"¹⁶⁷.

Tra le ricette per ceramiche che prescrivono un uso congiunto di ossido di manganese e di zaffera si ricordano le prescrizioni di Cipriano Piccolpasso già discusse nel paragrafo 4.3.

Dal punto di vista analitico, per avere maggior sicurezza nel valutare se la presenza di manganese è effettivamente associata al minerale di cobalto o meno è necessario il riscontro di una correlazione su un gruppo di campioni omogenei, che non siano però frammenti di un medesimo manufatto o pezzo, perché altrimenti sarebbe come se si analizzasse più volte lo stesso campione.

4.9 Rame e ferro

L'associazione di rame e cobalto è frequente¹⁶⁸. Il rame è spesso presente in piccoli quantitativi nei vetri azzurri, d'altra parte, nel caso i coloranti a base di cobalto fossero ricavati dalle scorie della purificazione dell'argento (ed è questa, verosimilmente, la situazione concernente le opere romane e altomedievali) i tenori di rame tendono a essere consistenti, a causa della sua presenza non trascurabile nell'argento metallico.

L'uso intenzionale di composti di rame per ottenere gli azzurri nelle vetrate medievali (in alternativa o come coadiuvante del cobalto) è invece riconosciuto dalla letteratura francese, soprattutto quella storico-artistica¹⁶⁹. Gli storici dell'arte francesi hanno rilevato che la diminuzione dei tenori di rame negli azzurri delle vetrate francesi avviene in concomitanza con il passaggio dal romanico al gotico, quindi in coincidenza con un cambiamento di gu-

¹⁶³ MILANESI 1864, p. 4. Il primo ricettario è stato redatto a Firenze verso la fine del XIV o gli inizi del XV secolo.

¹⁶⁴ Ricettario trascritto da Giovanni Darduin (Murano 1585 - 1654); Archivio di Stato di Venezia, miscellanea di atti diversi, manoscritti, filza 41. Ricette XX (*A far smalto negro per oro et per arzeno*), XXII (*A far smalto negro bonissimo in un altro modo*), XXIII (*Negro in un altro modo*) e XXIV (*Negro in un altro modo*). ZECCHIN 1986, pp. 121-123.

¹⁶⁵ Il riferimento è al manganese proveniente dal Périgord, già utilizzato come pigmento nero nelle pitture rupestri preistoriche locali.

¹⁶⁶ VIGENÈRE 1995, p. 406; CRESCENZO 1999, p. 219.

¹⁶⁷ Ricetta XXXVII, *Per fare mosaico che sembrerà simile alla lega di piombo e stagno, per fare qualche ornamento da chiesa o camere per signori*. MORETTI 2001, p. 82. Un'indicazione analoga, dove però insieme al manganese è aggiunto anche sale comune, si trova nel ricettario vetrario muranese ricopiato nel *Manoscritto di Montpellier*, (ZECCHIN 1987, p. 275). Su di essa si tornerà nel paragrafo 4.10.

¹⁶⁸ DE LAUNAY 1913, vol. II, pp. 607-609.

¹⁶⁹ "Les bleus du XIII^e siècle sont plus variés de teinte; de plus, pour combattre la teinte violacée donnée par le cobalt seul, reconnue lourde et de mauvais effet, on y ajoutait, en faible proportion, de l'oxyde de cuivre obtenu en calcinant au rouge sombre du cuivre métallique divisé en lames minces. Cet oxyde, qui est le bioxyde du commerce, donne un ton vert bleu très brillant s'il est employé seul, ce qui n'a jamais été fait dans les vitraux anciens". APPERT 1896, p. 48. Tra i numerosi ulteriori esempi possibili si citano i brani di Michel Pastoureau riportati nel paragrafo 4.8.

sto, opinione sostenuta, per esempio, anche da Françoise Perrot, la quale non sembra prendere posizione sull'intenzionalità o meno di tale cambiamento tecnologico.

Avec le développement de l'architecture gothique - dès le milieu du XII^e s. en Ile-de-France, mais les dates varient selon les régions, c'est pourquoi il me paraît plus approprié de prendre le système de construction pour référence, plutôt que la chronologie -, la dimension des baies devient très étendue et c'est le vitrail qui, en remplaçant la maçonnerie, devient un mur de lumière. Ceci correspond à la vision de l'église comme le reflet terrestre de la Jérusalem céleste. La gamme colorée est alors très saturée; le bleu en particulier a une tonalité violacée due à une plus faible teneur en cuivre que les verres du XII^e s.¹⁷⁰.

Dal punto di vista dei materiali, contemporaneamente al passaggio dal romanico al gotico nell'Ile-de-France, attorno alla metà del XII secolo avviene l'immissione sul mercato europeo dall'argento di Freiberg, i cui giacimenti argentiferi sono stati scoperti nel 1168. Pertanto il notato mutamento di tonalità degli azzurri, sfruttato per fini estetici in questo cambiamento di gusto, potrebbe essere stato invece imposto da motivi di disponibilità di coloranti a base cobalto di differente origine.

In merito al periodo in cui la presenza di rame in associazione al cobalto tende a essere più consistente negli azzurri delle vetrate medievali francesi, Françoise Perrot sembrerebbe comunque contraddire quanto affermato da Jean-Jacques Grüber (Nancy 1904 - 1988), il quale a proposito della zaffera osserva: "cette préparation semble avoir eu une plus forte teneur de cobalt au XII^e siècle, s'être chargée de cuivre aux XIII^e siècle et de nickel à partir du XV^e siècle"¹⁷¹.

Lo studio di un cospicuo numero di smalti medievali realizzati dal X al XIII secolo ha portato ad affermare che il rame raramente sembra essere stato aggiunto intenzionalmente al cobalto per gli azzurri, mentre lo è negli smalti di colore turchese. Diversamente dal rame, gli stessi autori hanno invece riscontrato una frequente correlazione tra i contenuti di cobalto e quelli di ferro¹⁷².

È stata inoltre segnalata una significativa presenza di ferro nei vetri azzurri delle vetrate medievali, superiore alla media riscontrata nei vetri di altri colori¹⁷³. Tale caratteristica, non ancora interpretata, potrebbe essere dovuta ad aggiunte intenzionali di minerali ferrosi¹⁷⁴ o a impurezze legate alla provenienza del cobalto o al suo trattamento. Una correlazione tra ferro e cobalto sembrerebbe caratterizzare anche quindici campioni di ceramiche ispanomoresche del XIV e XV secolo investigati mediante analisi PIXE da un gruppo di ricercatori italiani¹⁷⁵. L'impiego di minerali di cobalto differenti per ottenere colorazioni azzurre e nere è stato inoltre ipotizzato da Gratuze in relazione alle analisi di perle vitree databili all'inizio dell'età del ferro rinvenute negli scavi dei siti francesi di Courtesoult e Mons; in questo caso la colorazione nera è dovuta a elevate concentrazioni di ferro¹⁷⁶.

¹⁷⁰ PERROT 1996, p. 213.

¹⁷¹ GRÜBER 1958, p. 59.

¹⁷² BIRON 1996, p. 56.

¹⁷³ FOY 2001a, p. 42. Ciò si verifica anche in campioni che come epoca risalgono al periodo caratterizzato dalla tipologia Co-Zn-In, tipologia non contraddetta dalle analisi (presenza di zinco affermativa, mentre l'indio non poteva essere determinato con la tecnica di indagine utilizzata). È questo il caso di alcuni vetri recuperati negli scavi dell'abbazia benedettina a Psalmodie (Montpellier) e della chiesa dei Santi Pietro e Paolo a Pont-Audemer. VASSAS 1971b.

¹⁷⁴ Relativamente alle invetriature William J. Young osserva che "iron in a cobalt blue glaze would act as a reducing agent, while the presence of nickel would act as a dulling agent". YOUNG 1949, p. 102.

¹⁷⁵ CORVISIERO 2002, p. 13.

¹⁷⁶ Cfr. capitolo 2. GRATUZE 2005, p. 274. Lo studioso è inoltre giunto alla conclusione che sia nel caso dei vetri neri che di quelli azzurri i coloranti impiegati derivino da allumi provenienti dalle oasi a ovest del Nilo: ferruginosi per i neri e allumino-magnesiaci per gli azzurri.

Fonti ottocentesche sembrerebbero suffragare l'ipotesi concernente aggiunte intenzionali di ossidi di ferro: "Dans les arts et en français, on donne le nom de safre à un mélange de trois parties de sable siliceux ou de quartz pulvérisé, et d'une partie du résidu de l'oxyde de cobalt mêlé de silice et d'oxyde de fer"¹⁷⁷.

L'associazione di cobalto e ferro è stata riscontrata anche in manufatti di epoca protostorica: nei vetri azzurri celtici¹⁷⁸ e, insieme al rame, in vetri del I millennio a.C. rinvenuti in Georgia¹⁷⁹.

Facendo riferimento a contesti storici e geografici differenti, si cita la presenza di ferro in contenuti significativi negli azzurri di alcune ceramiche islamiche analizzate da Barbara Kleinmann, costituiti da invetriature azzurre di manufatti prodotti a Sāmarrā' nel IX secolo d.C. e dall'azzurro sotto vetrina di una ceramica persiana del XII-XIV secolo. La studiosa ipotizza in questo caso che il ferro sia essenzialmente dovuto a un'aggiunta intenzionale al minerale di cobalto eseguita durante il suo trattamento, per meglio eliminare la presenza di zolfo¹⁸⁰.

Tornando al rame, sono comunque conosciute ricette per vetri o smalti azzurri in cui sono utilizzati come ingredienti zaffera o smalto in combinazione con ossido di rame. Sia per i vetri che per gli smalti citiamo quelle particolarmente rappresentative contenute nell'*Arte vetraria* di Antonio Neri¹⁸¹ e nel *Ricettario Darduin*¹⁸², in genere relative a tonalità di colore acquamarina o turchese perfettamente giustificate dalla presenza del rame. Per gli smalti, inoltre, si cita una ricetta riportata in *The handmaid to the arts* di Robert Dossie, pubblicato per la prima volta a Londra nel 1758¹⁸³.

Si sottolinea, infine, che una presenza di rame significativa, insieme a rilevanti quantitativi di ferro e nichel, caratterizza il cobalto utilizzato su alcune ceramiche aragonesi prodotte a Teruel nel XV e all'inizio del XVI secolo¹⁸⁴.

4.10 Aggiunta di alcali

La colorazione azzurra sviluppata dal cobalto risulta più intensa nel caso di vetri potassici, mentre in quelli sodici presenta dominanti violacee¹⁸⁵; per tale motivo i vetri e gli smalti azzurri medievali sono generalmente potassici, anche quando in un determinato contesto storico e geografico a questo tipo di vetro se ne preferiva un altro (ad esempio sodico o sodico-calcico). Spesso l'impiego di vetri potassici solo per gli azzurri è stato interpretato non come variante tecnologica consapevole, bensì come fattore involontario, dovuto all'importazione del vetro azzurro da altri centri di produzione vetraria. A partire dal XV secolo si hanno invece numerose attestazioni che documentano l'aggiunta di composti po-

¹⁷⁷ HONNORAT 1847, voce *SAFFRE*, p. 1117.

¹⁷⁸ HAHN-WEINHEIMER 1956, p. 7 e tabella a p. 9.

¹⁷⁹ SHORTLAND 2009.

¹⁸⁰ "The granulation into small droplets indicates a kind of roasting and smelting of the Co-Ni-Fe-minerals, a process, during which the former Co-Ni-arsenids or Co-Ni-(As)-sulfides with incorporated or admixed (for binding the sulfur) Fe were transformed into oxides (spinel)". KLEINMANN 1990, p. 330.

¹⁸¹ Per i vetri cfr. NERI 1612, pp. 21 e 26; per gli smalti cfr. Idem, pp. 85 e 86.

¹⁸² Per i vetri cfr. ZECCHIN 1986, pp. 151, 183, 186 e 226; per gli smalti cfr. Idem, pp. 126, 127, 130, 183 e 221.

¹⁸³ "Composition of azure blue from copper. N° 10 "Take of the fluxes N° 3 or 4. five parts, of copper calcined to a purple colour and of zaffer each one part. Mix and flux them well together; and then levigate, with the mixture, of the calx of antimony or tin, calcined by nitre, one part; and keep the matter for painting." This is so precarious with respect to the success, that it is rarely used: but it will sometimes produce a good blue; and it is then cooler and better for some purposes than the blues formed, either of zaffers and white, or the ultramarine-ashes". DOSSIE 1758, pp. 290-291.

¹⁸⁴ PÉREZ-ARANTEGUI 2009, p. 2505.

¹⁸⁵ "When soda was used instead of potash, a violet tint was obtained". ROY 1993, p. 114.

tassici (liscivia, tartaro ecc.) per la purificazione della zaffera¹⁸⁶ o come fondenti per il vetro. In un ricettario vetrario veneziano trascritto nella seconda metà del XVI secolo, riguardo all'aggiunta di un composto potassico tra gli ingredienti se ne dichiara esplicitamente la funzione che esso ha sulla resa cromatica: "nota che quando metti la zaffera devi mettergli anche un po' di allume cotto perché il colore diventerà più allegro"¹⁸⁷.

Gli alti tenori potassici costituiscono però un fattore di instabilità, con conseguente tendenza alla devetrificazione. Tale vulnerabilità, soprattutto in presenza di forti tenori di umidità, è ben nota e facilmente riscontrabile dal disuguale stato di conservazione dei vetri di differenti colori nelle vetrature medievali. La stessa reattività è manifestata anche dall'azzurro di smalto, pigmento utilizzato in pittura, il quale devetrificando perde colore, dando luogo ai caratteristici viraggi e sbiadimenti che si riscontrano in molti dipinti a olio¹⁸⁸.

Una prescrizione del ricettario vetrario contenuto nel *Manoscritto di Montpellier*, datato al 1536, mostra che il rischio di devetrificazione di paste vitree azzurre colorate con la zaffera (verosimilmente a causa degli elevati tenori di potassio che essa conteneva) era ben noto nel XVI secolo: "A far che l'azuro non se roversa in smalto in su l'argento. Piglia l. 2 gafaro et sal comune, et meseda ogni cosa in una ola et metila al foco in uno fornello per 8 o 10 hore, poi piglia 3 onze gafaro, onze 1 manganese, meseda insieme et metile in la padella quando tu tengi: el non se roverserà mai"¹⁸⁹. Luigi Zecchin, nel commento alla prescrizione, ipotizza infatti per "riversare" un significato analogo a "inversià", termine attualmente utilizzato nelle vetriere muranesi per "devetrificare". L'aggiunta di cloruro di sodio (sale comune), ingrediente impiegato per purificare la zaffera anche nella ricetta XXV del primo trattatello del ms. 797 dell'Archivio di Stato di Firenze, sembrerebbe pertanto compensare l'effetto negativo dovuto agli elevati tenori di potassio della zaffera¹⁹⁰, sebbene per un vero e proprio effetto stabilizzante sarebbe stata opportuna l'aggiunta di composti contenenti ioni bivalenti o trivalenti (ad esempio calcio o alluminio).

4.11 Uranio

C.D. Vassas ha rilevato l'associazione di uranio, comunque in bassissime concentrazioni, al cobalto utilizzato per colorare alcuni vetri azzurri di vetrature francesi del XVI secolo¹⁹¹. L'associazione di uranio, insieme a cobalto, bismuto e nichel può intervenire nei filoni argentiferi¹⁹²; in particolare alcuni giacimenti dell'Erzgebirge sassone e boemo, dove sono stati estratti argento, bismuto e cobalto, successivamente hanno avuto uno sfruttamento intensivo per l'uranio¹⁹³. La determinazione di incrementi di uranio nei vetri azzurri del XVI secolo potrebbe pertanto essere ricollegata all'inizio della diffusione del cobalto proveniente dall'Erzgebirge, dove proprio all'esordio del XVI secolo è stata avviata l'estrazione dei coloranti a base di cobalto dalle scorie di lavorazione del bismuto.

¹⁸⁶ Alcune di queste ricette saranno prese in considerazione alla fine del paragrafo 9.1.

¹⁸⁷ Ricetta XXXVIII, *Per fare mosaico di qualsiasi colore*. MORETTI 2001, p. 82.

¹⁸⁸ Sul degrado dell'azzurro di smalto esiste una cospicua letteratura, cui si rimanda. PLESTERS 1969; GIOVANOLI 1970; AKIYAMA 1999; BOON 2001; ALTAVILLA 2004; SPRING 2005; SANTOPADRE 2006; CIANCHETTA 2012.

¹⁸⁹ Ricetta 148, c. 29v, ZECCHIN 1987, p. 275. Zecchin legge erroneamente 20, invece di 2 nella dose di *gafaro*.

¹⁹⁰ È stato inoltre sottolineato che i vetri meglio conservati nelle vetrature del XII secolo, per esempio a Chartres, sono quelli azzurri che si distinguono da quelli coevi aventi altre colorazioni e da quelli azzurri dei secoli successivi per i forti tenori di sodio, appunto. VELDE 2004.

¹⁹¹ VASSAS 1971a, pp. 252-253.

¹⁹² DE LAUNAY 1913, vol. II, p. 608 et segg.

¹⁹³ Tra questi si citano Annaberg, Joachimstal/Jáchymov, Johanngeorgenstadt, Neustädtel (Schneeberg) ecc.

Capitolo 5

Principali siti europei d'estrazione dei minerali di cobalto fino al 1800

Jean-Daniel Saur il Giovane conclude il *Mémoire sur un minéral nommé Cobalt ou Mine arsénicale, que l'on trouve en France* presentato all'Académie Royale des Sciences di Parigi nel 1750, affermando che "Si le Commerce fait l'âme des Etats, les Mines sont assurément l'âme du Commerce"¹. Tale affermazione ci porta a indagare riguardo ai principali siti di estrazione del cobalto, presunti o noti, precedenti alla fine del XVIII secolo. Le caratteristiche dei minerali ivi reperibili e quelle storico-economiche dei centri sorti in prossimità consentono infatti di delineare un quadro estremamente interessante, che integra e chiarisce molti dei dati analitici e delle informazioni discusse nei capitoli precedenti. Nel presente capitolo ci limiteremo ai siti europei e agli estremi cronologici sopra indicati rimandando, per periodi successivi o siti extraeuropei, a pubblicazioni specifiche dettagliate².

Come è stato sottolineato nel paragrafo 4.2, dal punto di vista geologico e storico nella maggioranza dei casi il minerale di cobalto è associato all'argento. Al cobalto è inoltre sistematicamente associato il nichel e, frequentemente, il bismuto, in giacimenti a filoni idrotermali, come nell'Erzgebirge, catena montuosa che si estende dal sud della Sassonia al nord della Boemia³. Spesso troviamo associati al cobalto anche rame o stagno, per esempio negli scisti cupriferi (*Kupferschiefer*) del Siegerland (zona intorno a Siegen) in Vestfalia e del Richelsdorfer Gebirge (Montagne di Richelsdorf) in Assia⁴, o ancora in siti della Repubblica Slovacca, della Slesia, del Tirolo ecc.

Non è questa la sede più opportuna per entrare in dettagli sulle particolarità di ogni sito o dei vari minerali di cobalto ivi reperibili; ci limiteremo pertanto a citare le caratteristiche essenziali dei filoni cobaltiferi, facendo riferimento a quanto riportato da Louis De Launay⁵:

- 1) filoni di cobalto e nichel, con rame frequente (ex-regno di Ungheria [oggi Repubblica Slovacca], Tirolo, Spagna, Harz, Piemonte ecc.),
- 2) filoni di cobalto, con rame, talvolta bismuto, molibdeno e, eccezionalmente, stagno, con poco o niente nichel (Norvegia, Svezia, Assia ecc.),
- 3) filoni di cobalto argentiferi, con bismuto, uranio e poco nichel (Erzgebirge sassone, Erzgebirge boemo [oggi Repubblica Ceca], Vosgi, Foresta Nera ecc.).

Nei siti di Freiberg (Erzgebirge sassone), Kuttenberg/Kutná Hora (Repubblica Ceca) e Rammelsberg (Harz inferiore) oltre ad argento, zinco, nichel e bismuto, troviamo associato al cobalto anche l'indio, congiuntura rara, utile indicatore per spiegare una possibile provenienza del cobalto utilizzato nei manufatti.

Quasi tutti i siti dove il cobalto è associato all'argento si trovano sullo strato geologico postvariscico⁶, lungo la catena variscica, che costituisce la parte orientale della catena ercinica⁷, caratterizzata dalla direzione NE-SO e comprendente la parte orientale del Massiccio Centrale francese, i Vosgi, la Foresta Nera, le Ardenne, lo Harz e l'Erzgebirge⁸ sassone e boemo.

¹ SAUR 1750, p. 344.

² ANDREWS 1962; GMELIN 1961; FUCHS 1893; DE LAUNAY 1913; DUNNING 1986.

³ DE LAUNAY 1913, vol. I, pp. 31 e 51.

⁴ Dal punto di vista geologico il Richelsdorfer Gebirge è il prolungamento del *Kupferschieferbezirk* (distretto degli scisti cupriferi) di Mansfeld. RÖHRING 1998, p. 28.

⁵ DE LAUNAY 1913, vol. II, p. 608 et segg.

⁶ DUNNING 1986, pp. 6-9; BAUMANN 2000, pp. 66-86.

⁷ L'orogenesi ercinica è avvenuta dalla fine del carbonifero alla fine del permiano.

⁸ La Selva Ercina o, più alla lettera, i Monti Metalliferi. Nell'alto medioevo la regione era ricoperta di foreste dense, che a partire dall'epoca carolingia, si chiamavano *Miriquidi/Miriquido*

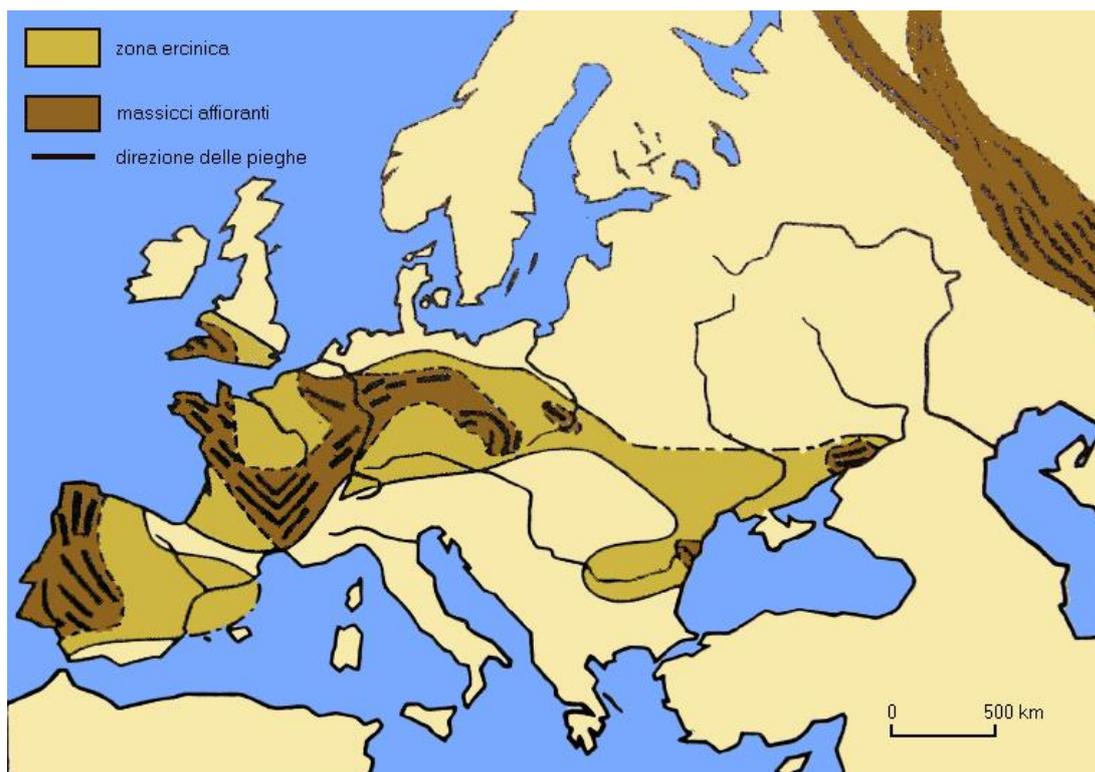


Fig. 5.1 - Catena ercinica, lungo la quale si trovano quasi tutti i siti europei dove il cobalto è associato all'argento.

Non esiste una letteratura che evoca in maniera sistematica tutti i siti europei dove sono stati estratti minerali di cobalto, malgrado qualche tentativo sia avvenuto a partire dall'inizio del XVIII secolo con le pubblicazioni di Ignaz von Born (Karlsburg/Weissenburg/Alba Iulia [Transilvania] 1742 - Vienna 1791), Giovanni Antonio Scopoli (Cavalese 1723 - Pavia 1788) e Abraham Gottlob Werner (Wehrau 1749 - Dresda 1817)⁹. Le loro opere suscitarono il gusto per il collezionismo dei minerali e per i gabinetti di storia naturale, collezionismo che prima era avvenuto soltanto nei gabinetti di curiosità, in particolare delle corti, come la *Kunstammer* di Ferdinando II d'Asburgo, duca di Tirolo (Innsbruck 1529 - 1595). Per esempio, il catalogo dei minerali provenienti dal gabinetto del naturalista Don Pedro Franco Dávila (Guayaquil [Ecuador] 1711 - Madrid 1786), pubblicato in occasione della loro vendita, fornisce un quadro dettagliato dei numerosi siti dove erano reperibili minerali di cobalto nella seconda metà del XVIII secolo (il che non implica un'attività estrattiva). Ai centoventitré minerali di cobalto della collezione Dávila riassunti nella tabella 5.1 si devono aggiungere quarantanove barattoli di smalto di differenti manifatture sassoni (di cui quattordici dalla "Manufacture Royale de Saxe à Schneeberg") e boeme (di cui sei dalla "Manufacture de Butz [Putz] en Bohème"), nonché differenti campioni di bismuto estratti dai minerali di cobalto di Schneeberg, Johanngeorgenstadt e Riddarhyttan¹⁰.

(probabilmente per "foresta oscura/nera"); il nome *Erzgebirge* è invece attestato solo dalla metà del XVIII secolo. CLAUSS 1967, p. 9. Altri nomi attestati nel medioevo sono *Ferguna* ("bosco di abeti/pini rossi") e *Böhmischer Wald* o *Böhmisches Gebirge*. Attualmente la zona settentrionale fa parte della Sassonia (Repubblica Federale Tedesca), quella meridionale della Repubblica Ceca e quella orientale della Bassa Slesia (Polonia).

⁹ Prima di questi autori, infatti, non si era ancora affermata una vera e propria scienza della mineralogia.

¹⁰ ROMÉ DE L'ISLE 1767, pp. 349-364.

provenienza	n. campioni	paese
Schneeberg	44	Elettorato di Sassonia
Annaberg	22	Elettorato di Sassonia
Johanngeorgenstadt	9	Elettorato di Sassonia
Joachimsthal/Jáchymov	7	Regno di Boemia
Riddarhyttan	6	Regno di Svezia
Spagna (senza indicazione del sito)	6	Regno di Spagna
Württemberg (senza indicazione del sito)	5	Ducato di Württemberg
Freiberg	3	Elettorato di Sassonia
Tunaberg	3	Regno di Svezia
Pirenei (senza indicazione del sito)	3	Regno di Spagna
Sassonia (senza indicazione del sito)	2	Elettorato di Sassonia
Alpirsbach	2	Ducato di Württemberg
Sainte-Marie-aux-Mines	2	Regno di Francia
Wittichen	2	Principato di Fürstenberg
Färila (Hälsingland)	1	Regno di Svezia
Sahlberg (Västmanland)	1	Regno di Svezia
Cornovaglia (senza indicazione del sito)	1	Regno d'Inghilterra
Niegelsdorf [sic. = Richelsdorf]	1	Landgraviato di Assia-Kassel
Wirtenbach (Siegerland)	1	Landgraviato di Assia-Kassel
de Plan (Aragona)	1	Regno di Spagna
Côte Poutin (Franca contea, Jura francese)	1	Regno di Francia

Tab. 5.1 - Minerali di cobalto provenienti dal gabinetto di mineralogia di Don Pedro Franco Dávila a Parigi (seconda metà del XVIII secolo).

Come si è detto, in assenza di fonti scritte che documentino in maniera esauriente e concreta la conoscenza, l'estrazione e il commercio dei minerali di cobalto prima della fine del XVI secolo, abbiamo esaminato la storia dei principali siti europei (come Freiberg, Kuttenberg/Kutná Hora, Schneeberg, Sankt-Andreasberg, Rammelsberg e Sainte-Marie-aux-Mines) dove l'associazione cobalto-argento potrebbe aver avuto un legame con la produzione locale di zaffera o vetri azzurri, oppure potrebbe aver comportato una seppur limitata relazione di tipo mercantile, come si vedrà nel paragrafo 11.5, dedicato al commercio e in particolare al ruolo di *Wahlen*, *Welschen* e *Venezianern* (cercatori ambulanti d'oro e di minerali).

Per tutti i siti più antichi esaminati le fonti scritte relative all'attività delle miniere sono raramente anteriori al XV secolo e concernono anzitutto contratti o liti, in seguito regolati dalle famose *Bergordnungen* (ordinamenti che regolamentano l'attività estrattiva) ispirate da quelle di Jihlava/Iglau (1248) e Kuttenberg/Kutná Hora (1300-05). In più, queste miniere hanno quasi tutte conosciuto fra la fine del XII e quella del XIV secolo una crisi, se non un'interruzione delle attività, per cause simili (mancanza di capitali, problemi di ordine tecnico, in particolare l'evacuazione dell'acqua e la mancanza di legna, le guerre, la peste ecc.).

È inoltre importante sottolineare i legami che intercorrono tra i vari siti minerari, in quanto per ciascuno le attività sono state avviate da minatori provenienti da un altro fiorito in epoca precedente e ormai in declino. Insieme allo spostamento di manodopera, in alcuni casi ingente, si è determinato, di conseguenza, un trasferimento di tradizioni e conoscenze tecnologiche che ha garantito una forte continuità. Tali legami hanno inoltre consentito un ritorno utile anche per i vecchi siti, in quanto eventuali innovazioni tecnologiche, messe a punto nelle aree metallifere che si iniziavano a coltivare, hanno in alcuni casi determinato la riapertura di giacimenti argentiferi considerati non più redditizi¹¹. Questa circolazione di cono-

¹¹ "At the same time [poco dopo la metà del XV secolo] a series of technical innovations, for example in the refining of silver, and in the development of pumps for draining the mines, made it profitable to reopen old mines. These revived mines included those at Kutná Hora in Bohemia, at Freiberg in Saxony and at Goslar in the Harz, each of which had already possessed the richest silver-mines in Europe in turn. The second period of exploitation of these revived mines produced relatively small amounts, however, compared with their first period of exploitation, or compared with the most important of the new mines being opened up in the second half of the fifteenth century". SPUFFORD 1988, p. 363.

scenze potrebbe aver avuto conseguenze sull'evoluzione e la diffusione del know-how concernente l'estrazione del cobalto. È anche interessante rilevare il ripetersi dei toponimi Schneeberg, Silberberg, Freiberg, Annaberg, Kuttenberg e Rammelsberg¹², nonché i nomi dei pozzi estrattivi o delle miniere (come Sophia, Dorothea, Hilfe Gottes, Sankt Joseph, Sankt Anna, Drei Brüder ecc.) nei paesi di lingua tedesca, Erzgebirge boemo incluso.

Il sito europeo più frequentemente chiamato in causa per la provenienza dei minerali di cobalto in epoca alta è quello di Schneeberg, vista l'importanza che esso ha rivestito successivamente, a partire dal XVI secolo. Sulla base della presunta rarità di cobalto e bismuto John E. Dayton ipotizza Schneeberg addirittura quale fonte dei minerali di cobalto per il mondo celtico (cultura di Hallstatt) e per quelli miceneo ed egizio, a partire dalla metà del II millennio a.C.¹³.

Schneeberg non è stata comunque l'unica area geografica segnalata per la provenienza dei minerali di cobalto in epoca medievale. Marcel Aubert, per esempio, suppone che il vetro blu delle vetrate di Saint-Denis sia stato colorato con cobalto proveniente dallo Harz¹⁴.

Per l'antichità, i dati forniti dall'archeologia mineraria riguardo al cobalto sono praticamente inesistenti. I siti minerari protostorici, romani o celtici che sono stati oggetto di ricerche, prospezioni, sondaggi o scavi archeologici e in cui è stato estratto il cobalto in età moderna sono rari; tra questi meritano di essere citati per l'argento (associato al cobalto) Guadalcanal, Sulzburg e Schemnitz/Banská Štiavnica, per il rame (sempre associato al cobalto) Brixlegg, Kitzbühel, Clausthal, Saalfeld-Kamtsdorf o, nel VII secolo, la zona di Huelva sotto il dominio islamico¹⁵. A partire dal XIII secolo sono numerose le miniere d'argento o di rame dove si trovava associato il cobalto, circostanza che ne rende plausibile un'eventuale estrazione diretta o, più verosimilmente, un recupero sfasato nel tempo dalle *Halden*, ossia gli accumuli di scorie presso le miniere o le officine metallurgiche a esse collegate. Di questi siti segnaliamo i principali, in ordine alfabetico, rinviando a quanto contenuto nei paragrafi successivi per informazioni più dettagliate: Clausthal, Cruvino, Eibenstock, Freiberg, Glücksbrunn (solo rame), Kupferberg/Miedzianka (solo rame), Kuttenberg/Kutná Hora, Mansfeld, Rammelsberg (già dal 970), Sainte-Marie-aux-Mines, Sankt-Andreasberg, Schmöllnitz/Szomolnok/Smolník, Schneeberg, il Siegerland, Usseglio, Wolkenstein, Zipser Neudorf/Spišská Nová Ves ecc.

Se per il XVII secolo e per l'Erzgebirge siamo ben informati, bisogna invece aspettare la fine del XVIII secolo per trovare un autore che oltre alle particolarità geologiche e mineralogiche riporti informazioni sull'estrazione e sulla lavorazione del cobalto per tutta l'Europa. Fu Johann Georg Friedrich Kapff (Wittichen 1759 - Breslau 1797) a fornire per primo nel 1792 una descrizione completa ed esaustiva dei giacimenti europei noti alla fine del XVIII secolo, da cui era estratto e lavorato il cobalto¹⁶.

Bisogna sottolineare che, con l'eccezione dei siti di Schneeberg, Wittichen e Joachimsthal, l'estrazione del cobalto è sempre stata accessoria in confronto a quelle di argento o

¹² Schneeberg nell'Erzgebirge sassone, nei Vosgi e nella Val Passiria; Silberberg vicino Johanngeorgenstadt, al confine tra Sassonia e Boemia, e Silberberg/Srebrna Góra nella Bassa Slesia; Freiberg nell'Erzgebirge sassone e Freiberg/Příbram/Przibram a sudovest di Praga; Annaberg nell'Erzgebirge sassone e nella Val Venosta e Sankt-Annaberg nella Bassa Austria; Rammelsberg, vicino Goslar nello Harz inferiore, Rammelsberg nel Siegerland e Kleiner Rammelsberg nella Klinkenthal, presso l'attuale confine tra Germania e Repubblica Ceca, a circa venti chilometri da Johanngeorgenstadt, Rammelsberg accanto Hilbersdorf (presso Gera); Kuttenberg in Boemia, in Slesia e in Sassonia, vicino Niederpfannenstiel.

¹³ DAYTON 1980a, 1980b e 1993, p. 11.

¹⁴ AUBERT 1950, nota 88 a p. 155.

¹⁵ DOMERGUE 2008, pp. 87 e 88.

¹⁶ KAPFF 1792. Kapff, figlio di minatori e *Bergschreiber* (segretario delle miniere) di Wittichen, fornisce anche informazioni utili sulle officine/fabbriche di smalto (*Blaufarbenwerke*) di cui tratteremo nel capitolo 8.

rame, che costituivano attività più remunerative, come rilevato anche da Johann Georg Krünitz nel 1775, il quale facendo l'elogio del cobalto sassone e boemo ribadisce che la sua produzione in Svevia, nello Harz e in altre zone come a Saalfeld era insignificante¹⁷.

Si deve infine ricordare che le miniere, soprattutto quelle di argento, da cui era potenzialmente possibile estrarre il cobalto fra il XII e il XIV secolo, erano all'inizio possedimenti integrali, poi parziali, delle abbazie cistercensi (fig. 5.2), come per esempio quelle di Leberau per i Vosgi, Wittichen per la Foresta Nera, Walkenried e Neuwerk per lo Harz, Altzella per l'Erzgebirge, Osek/Osseg e Sedlec/Sedletz per la Boemia, Henryków/Heinrichau, Kameniec/Kamenz e Krzeszów/Grüssau nella Bassa Slesia. Inoltre le tecniche metallurgiche e l'arte vetraria, strettamente connesse all'estrazione e all'uso del cobalto, erano familiari agli ordini monastici dei primi tempi¹⁸.



Fig. 5.2 - Monaci cistercensi come minatori davanti al crocifisso; frontespizio della *Cellifodina* di Johannes von Paltz (1455 - 1511). VON PALTZ, 1502.



Fig. 5.3 - Accumulo di scorie (*Halde*) situato nei pressi di un'officina metallurgica (C, *Officinæ metallicæ*) a Marienberg, nell'Erzgebirge, lungo la strada per Praga (D, *Via Pragam ducens*); particolare della tavola *Marienberg Misniæ civitas* nelle *Civitates orbis terrarum* di Georg Braun (Colonia 1541 - 1622) e Frans Hogenberg (Mechelen 1541 - Colonia 1622). BRAUN 1617-1618, vol. 6, p. 19.

¹⁷ KRÜNITZ 1775, p. 612.

¹⁸ BARTELS 2001, p. 58.

Per tutto il medioevo l'estrazione del cobalto rimase nell'argento non raffinato, lontano dai siti di produzione, potrebbe inoltre costituire un'eventualità da non sottovalutare, ma solo in relazione a piccoli quantitativi. Poco sopra si è accennato alle *Halden* (discariche vicino a miniere, cave e fucine, e accumuli di scorie intorno ai forni; fig. 5.3) dove il cobalto o le scorie di bismuto (*Wismuthgrauen*) sono stati recuperati prima segretamente dai *Wahlen/Welschen/Venezianern* e poi nel XVIII secolo, in maniera sistematica, dalle officine in cui si produceva lo smalto (*Blaufarbenwerke*), la cui effettiva importanza non è stata sinora sempre presa nella dovuta considerazione.

5.1 Francia

5.1.1 Vosgi (Alsazia)

Fra il 774 e il 777 l'abate Fulrad di Saint-Denis (morto nel 784) fondò nei Vosgi, a sudovest di Strasburgo (Lebertal, Vallée de la Liepvre o de la Lièprvette o Val d'Argent), un monastero che in seguito prese il nome di Leberau. La documentazione precedente al XIII secolo è molto lacunosa; sembra comunque che in questa valle, a Sainte-Marie-aux-Mines (ted. Markirch), oggi nel dipartimento dell'Haut-Rhin, già fra i secoli XI e XIII ci sia stata un'attività mineraria intensa, che fornì l'argento per battere moneta a Nancy e Saint-Dié¹⁹.

Il distretto minerario di Sainte-Marie-aux-Mines contiene spettacolari resti d'esplorazione mineraria risalenti anche a epoche alte. I filoni sono incassati in una formazione di gneiss rosso e contengono differenti mineralizzazioni (Ag, Cu, Pb, Zn, Co, Ni, Fe, As, Sb, Bi); in particolare l'Altenberg, dove sussistono resti di circa duecento pozzi, presenta soprattutto formazioni piombifere²⁰.

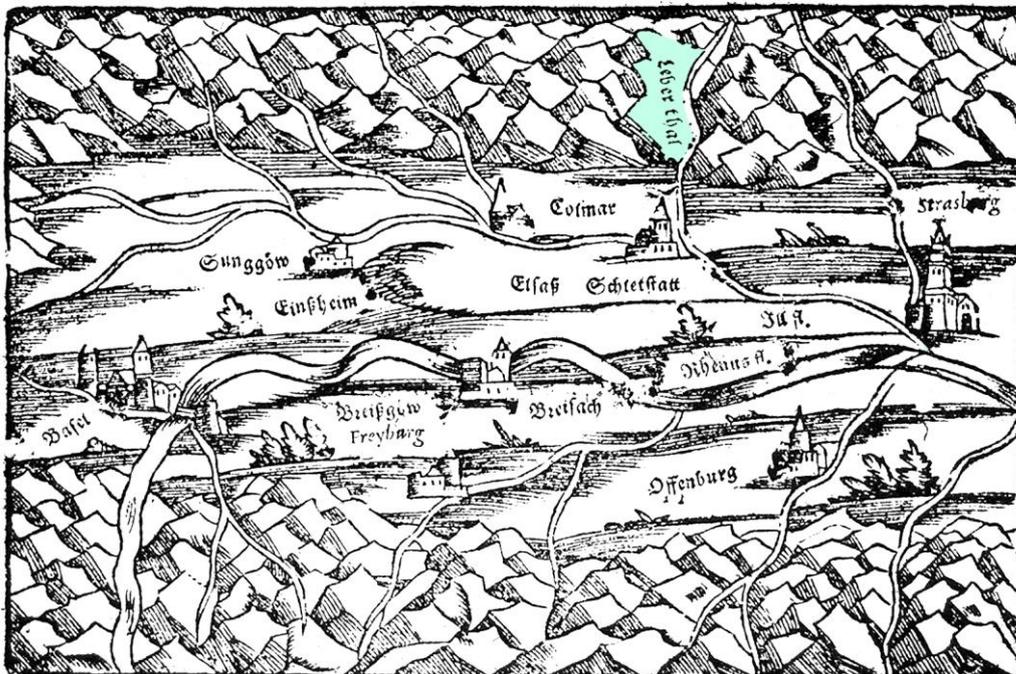


Fig. 5.4 - Carta dell'Alsazia con evidenziato il Lebertal; rielaborata dalla *Cosmographie* di Sebastian Münster. MÜNSTER 1588, p. 626.

¹⁹ BUROSE 1971, p. 4.

²⁰ ANCEL 1988, pp. 11-15.



Fig. 5.5 - Carta del Leberthal, con l'elenco delle principali miniere d'argento, dalla *Cosmographie* di Sebastian Münster. MÜNSTER 1588, p. 631.

L'attività estrattiva è stata interrotta verso il 1280, per una presunta mancanza di legname, piuttosto sembrerebbe per l'assenza di una tecnologia adeguata per il drenaggio dell'acqua nei pozzi estrattivi. Nel frattempo il versante sinistro della valle era divenuto feudo dei conti di Rappoltstein²¹.

²¹ STOLZ 1939, p. 135.

Dopo la ripresa delle attività nel 1480, Sigismondo d'Asburgo der Münzreiche/il Danaroso (Innsbruck 1427 - 1496), dal 1477 duca d'Austria e reggente del Tirolo e del Vorderösterreich (Austria anteriore, in cui si trovava il Lebertal), arrogò a sé il diritto sul controllo delle miniere (*Bergrecht*) sul versante destro della valle e siglò contratti prima con i conti di Rappoltstein e poi, nel 1518, con i duchi di Lotaringia. Nel contratto con i conti si parla anche di *Galmey*, rivendicato dagli Asburgo²².

La gestione della successiva attività estrattiva a Sainte-Marie-aux-Mines e nei dintorni è stata controllata dagli amministratori degli arciduchi di Austria e Tirolo. Sebastian Münster (Ingelheim 1489 - Basilea 1552), che visitò la regione nel 1545, fornisce una descrizione molto dettagliata delle miniere dell'Alsazia e commenta quelle dell'Impero nella *Cosmographia*, pubblicata per la prima volta nel 1544 e tradotta e ristampata più volte. Ovviamente, tale descrizione non è presente nella prima edizione, in quanto antecedente al viaggio dell'autore in Alsazia, ma costituisce un'aggiunta inserita a partire dalla seconda edizione²³.

Alla fine del XVI secolo iniziò una crisi dovuta a vari fattori (esaurimento dei giacimenti, inflazione, esodo dei minatori, incendi, peste, Guerra dei Trent'Anni). Col trattato di Vestfalia del 1648 l'Alsazia, con le miniere totalmente decadute, fu attribuita al re di Francia; l'attività mineraria riprese soltanto nel 1710, fino alla Rivoluzione francese²⁴.

Le miniere ricche di cobalto si trovavano nel vallone di Phaunoux (Rauenthal): "La principale mine se trouvait au commencement du vallon et s'appelait mine de Saint-Chrétien, probablement en l'honneur du prince Chrétien de Birckenfeld²⁵. On voit encore actuellement [nel 1873] le bâtiment où était établi le moulin qui servait à l'exploitation de la fabrique de cobalt dont les produits furent l'objet d'un commerce très-considérable"²⁶.

L'estrazione di minerali di cobalto a Sainte-Marie-aux-Mines è documentata già nella seconda metà del XVI secolo, come segnalato nel 1586 in un rapporto destinato all'amministrazione degli arciduchi d'Austria²⁷. Molto tempo dopo, l'inchiesta ordinata nel 1716 dal reggente di Francia Filippo d'Orléans (Saint-Cloud 1674 - Versailles 1723) sulle miniere, segnala che a Sainte-Marie-aux-Mines si trova cobalto con cui si fa l'*azur* ma che gli *établissements* sono in cattive condizioni ("chancelants"). Un anno dopo, grazie all'intervento del fisico e naturalista René Antoine Ferchault de Réaumur (La Rochelle 1683 - Saint-Julien-du-Terroux 1757), seguì un rapporto dettagliato sulle miniere di cobalto e la manifattura d'*azur* di Sainte-Marie-aux-Mines con piante e disegni²⁸. Nel 1750 Jean-Daniel Saur il Giovane registrò: "Les mêmes mines de Sainte Marie-aux-Mines qui produisent aujourd'hui ces différentes espèces de mines d'argent, ont donné il y a quelques années de la mine de cobalt en si grande quantité qu'on a jugé à propos de faire les dépenses nécessaires pour pouvoir en fabriquer le smalte, ce cobalt s'est ap-

²² Nel contratto del 1486 con i conti di Rappoltstein si afferma: "ci sono alcune notevoli miniere d'oro, argento, piombo, rame e *galmey* ... che ci appartengono" ("ettlich merkliche pergkwerch von gold, silber, pley, kupfer und *galmey* ... unserm rate, zugerhörn"). Ibidem. Per l'identificazione di *Galmey* con i minerali di cobalto si rimanda al paragrafo 1.9.

²³ È stata consultata l'edizione in tedesco del 1550. MÜNSTER 1550, pp. 529-535.

²⁴ BUROSE 1971, p. 9. Nel 1789 Philippe-Frédéric de Dietrich dedica alle miniere di Sainte-Marie-aux-Mines più di quaranta pagine, usando quasi sempre il passato e non soffermandosi particolarmente sul cobalto. DIETRICH 1789, pp. 154-187.

²⁵ Christian II (Bischwiller [Bas-Rhin, Alsazia] 1637 - Birkenfeld [Renania-Palatinato] 1717), conte palatino, duca di Birkenfeld-Bischweiler dal 1654 e di Zweibrücken-Birkenfeld dal 1671, fu conte di Rappoltstein dal 1673 al 1699, in seguito al matrimonio con Catherine Agatha von Rappoltstein (Rappoltsweyer/Ribeauvillé [Bas-Rhin, Alsazia] 1648 - Bischweiler [Bas-Rhin, Alsazia] 1683) nel 1667, anno che pertanto sembra costituire un termine *post quem* all'apertura della miniera.

²⁶ RISLER 1873, p. 79.

²⁷ "A San Paolo nella valle del Krelitz ... ricca di cobalto e minerali di piombo" ("Zu St. Paulus im Krelitztal ... reich Kobalt und Bleierz"). STOLZ 1939, p. 154.

²⁸ DEMEULENAERE-DOUYERE 2008, pp. 139-144.

pauvri à mesure que la mine d'argent a paru, de manière qu'aujourd'hui on n'y trouve pas, à beaucoup près, une quantité suffisante pour la fabrication de cette couleur”²⁹. Questo momento di gloria fu effimero e l'attività mineraria fu presto abbandonata nonostante le grandi potenzialità, stando almeno a quanto affermato da Ignaz von Born in una lettera del 1778 a Johann Jakob Ferber (Karlskrona [Svezia] 1743 - Berna 1790): “c'est une honte pour la France qu'elle laisse dépérir les mines d'Alsace”³⁰.

Etienne de Gensanne (Parigi 1744 - 1780), ingegnere e proprietario di miniere in Alsazia e Borgogna nonché corrispondente dell'Académie Royale des Sciences di Parigi, ha messo su carta le sue esperienze e scoperte mineralogiche in un rapporto (*Sur l'exploitation des mines d'Alsace et Comté de Bourgogne*) pubblicato nel quarto volume dei *Mémoires de mathématique et de physique* (1763). Etienne de Gensanne cita in particolare una miniera nel paese di Osenbach (valle di Soultzmatt) in Alsazia, dove aveva trovato del minerale di cobalto che aveva fatto purificare nelle *fonderies* di Les Planches-en-Montagne (Jura)³¹. Purtroppo le miniere di Etienne de Gensanne e dei suoi figli ebbero vita breve e furono quasi tutte chiuse dopo la Rivoluzione francese, come peraltro quella del conte di Beust, di cui parleremo nel paragrafo seguente³².

5.1.2 Altri giacimenti in Francia

Per la Francia del XVIII secolo, Buffon, oltre a Sainte-Marie-aux-Mines segnala altri siti in cui era stata rilevata la presenza di minerali di cobalto, sebbene non ne fosse stato intrapreso uno sfruttamento redditizio, tra i quali uno tra La Minera [Lamanère] e Notre-Dame-du-Coral, a sudest di Perpignan nel Rossiglione³³, e quello di Osenbach nei Vosgi, cui abbiamo accennato nel paragrafo precedente.

Importanti per il cobalto in Francia nel XVIII secolo sono anche Les Chalanches, presso Allemont nel Delfinato (oggi nel dipartimento dell'Isère). I giacimenti argentiferi si trovano ad alta quota, tra 1800 e 2250 metri sul livello del mare, e furono scoperti nel 1768³⁴, sebbene alcuni autori, tra cui De Launay, indichino il 1746³⁵, data autorevolmente confutata da Jean-Godefroy [Johann Gottfried] Schreiber (Boberschau [Marienberg, Sassonia] 1746 - Grenoble 1827), che a partire dal 1777, per lungo tempo, diresse i lavori di estrazione dei minerali nella zona. Schreiber fu chiamato dal conte di Provenza (il futuro Luigi XVIII, Versailles 1755 - Parigi 1824), che aveva ottenuto la concessione: “Cette mine, découverte par des Paysans en 1768, fut ouverte & dirigée pour le compte du Roi jusqu'en 1776, époque à laquelle *Monsieur*, Frère du Roi, a commencé à la faire exploiter en son nom. C'est donc sans fondement que le Rédacteur des *Anciens Minéralogistes* avance, page 666, qu'on en avait accordé en 1746 la concession à une Compagnie, sous le nom de Micoud, & qu'elle y avait inutilement dépensé plus de 200,000 liv.. Cette Compagnie a effectivement eue une concession, en vertu de laquelle elle a

²⁹ SAUR 1750, p. 341.

³⁰ GOBET 1779, seconda parte, p. 590.

³¹ GENSANNE 1763, p. 176. Queste informazioni sono messe in dubbio da Dietrich, che si chiede se Gensanne non abbia scambiato per minerali di cobalto l'azzurrite (“bleu de montagne”). DIETRICH 1789, p. 133.

³² Su Gensanne e la sua vita si rimanda alla scheda *M. de Gensanne et Pechelbronn* di Jean-Claude Streicher, sul sito internet membres.lycos.fr/daney/Gensanne.htm.

³³ BUFFON 1785, pp. 19-20. Il sito di Lamanère sarebbe stato attivo soltanto dal 1731 al 1737. MORER 1854, p. 308.

³⁴ KAPFF 1792, p. 41. La pagina internet louis.gandoy.free.fr/oisanschal.html anticipa la scoperta di un anno, durante il quale la popolazione locale iniziò lo sfruttamento, senza il controllo delle autorità: “Elle fut découverte en 1767 par une bergère et rapidement exploitée en secret par les habitants d'Allemont. Mais à la suite d'un éboulement grave les autorités sont alertées et la mettent en exploitation dès 1768, stoppant net les grattages clandestins”.

³⁵ DE LAUNAY 1908, p. 95.

fait exploiter différentes mines de plomb, de cuivre & de cristaux dans les montagnes de l'Oisans; mais elle n'a jamais touché à la montagne des Chalanches”³⁶.

Secondo De Launay le miniere di Les Chalanches sarebbero rimaste attive fino al 1839³⁷; Buffon riprendendo la notizia da Pierre Clément Grignon (Saint-Dizier [Champagne, Haute-Marne] 1723 - Bourbonne les Bains [Haute-Marne] 1784), assicura che ad Allemond “on a jeté dans les décombres de ces mines, peut-être plus de cobalt qu'il n'en faudroit pour fournir toute l'Europe de saffre”³⁸. Tale entusiasmo è però eccessivo, in quanto molte autorevoli testimonianze sembrerebbero ridimensionare la qualità del cobalto reperibile a Les Chalanches. Lo stesso Schreiber, pur citando vari minerali di cobalto, non si dilunga molto su di essi, affermando che non sono abbondanti, a fronte, invece, della spettacolarità e della bellezza dei campioni ivi reperibili³⁹; un anno prima sullo stesso argomento si era dilungato, in maniera poco lusinghiera, Philippe-Frédéric de Dietrich⁴⁰ (Strasburgo 1748 - Parigi 1793) in una lettera al *Journal de Physique*⁴¹.

Un altro sito di interesse per il cobalto in Francia nel XVIII secolo è quello di Juzet-de-Luchon (Haute-Garonne), vicino Saint-Mamet, il cui giacimento cobaltifero è stato segnalato da Baumé nel 1773⁴² e gestito dal 1775 da Carl von Beust⁴³, noto nei documenti francesi come conte di Beust⁴⁴, il quale ebbe una concessione nel 1784⁴⁵. Mal-

³⁶ SCHREIBER 1784, p. 381.

³⁷ DE LAUNAY 1913, vol. II, p. 602.

³⁸ BUFFON 1785, pp. 19-20. Pierre Clément Grignon, metallurgista e archeologo, è stato corrispondente dell'Académie Royale des Sciences di Parigi dal 1768, pertanto è possibile che l'informazione riferita da Buffon sia stata tratta da un *mémoire* pubblicato negli organi dell'Académie, come il *Journal des Sçavans* o l'*Histoire de l'Académie Royale des Sciences, avec les Mémoires de Mathématique et de Physique*, comunque impossibile da reperire in assenza di un riferimento diretto.

³⁹ SCHREIBER 1784, pp. 386-387.

⁴⁰ Questo personaggio è stato spesso confuso con Paul Heinrich Thiry, barone d'Holbach. Per una messa a fuoco della figura scientifica di Philippe-Frédéric barone de Dietrich si rimanda a PERRIN 1982.

⁴¹ “Mais M. Schreiber vous aura dit, pendant votre séjour en Dauphiné, qu'il n'existe point de filon de cobalt pur aux Chalanches; le cobalt ne s'y trouve qu'accidentellement; il y est presque toujours accompagné d'argent, soit natif, soit minéralisé, & dans ce cas on en extrait l'argent. Sur cent quintaux de minérai on trouve à peine vingt livres de cobalt pur & propre à donner du saffre; & depuis cinq ans que M. Schreiber est Directeur des mines, il n'est pas parvenu à en ramasser deux quintaux de cette nature.

M. Binelly, ancien Directeur de ces mines, n'avoit pas oublié les cobalts d'Allemond: il existe des procès-verbaux d'essais faits à la manufacture de Sèvre[s], du temps que la mine étoit au Roi; ils constatent que les cobalts d'Allemond étoient de mauvaise qualité; raison qui a empêché l'Administration de MONSIEUR de rechercher le paiement de plusieurs quintaux de pareille mine vendus ci-devant à des Genevois. Si ce que l'on nomme communément mine de cobalt d'Allemond n'étoit souillé que par un trop grand mélange de fer, on auroit cherché à en faire usage”. DIETRICH 1783, p. 314.

⁴² “D'une mine à six lieues de Bagnieres”. BAUMÉ 1773, vol. II, p. 257.

⁴³ Friedrich Kapff afferma erroneamente che il sito in esame è stato scoperto da Beust. KAPFF 1792, p. 95.

⁴⁴ Nel *Genealogisches Handbuch der Gräflichen Häuser* il conte di Beust, sotto la designazione Karl Leopold von Beust, nominato conte dell'impero a Vienna il 4 gennaio 1777, è citato senza indicazione delle date di nascita e di morte. GENEALOGISCHES HANDBUCH 1967, p. 25. “Le comte Charles de Beust, Saxon d'origine, avait quitté le service de sa patrie en 1775 pour se livrer à des spéculations d'exploitation de mines et de fabriques chimiques dans les Pyrénées. Il avait joué depuis à Paris un rôle d'aventurier devenu plus qu'équivoque pendant la révolution. Le Prince-Primat [Karl Theodor Anton Maria von Dalberg (Mannheim 1744 - Ratisbona 1817), primate della Confederazione del Reno] qui employa plus tard M. de Beust ... Il avait revêtu M. de Beust du titre de son ministre”. SENFFT 1863, p. 23.

⁴⁵ CONCHON 2004, p. 461.

grado le grandi aspettative iniziali, lo sfruttamento fu interrotto dalla Rivoluzione francese. La caratteristica di questo giacimento risiedeva nel fatto che il cobalto era associato a quarzo, in modo che aggiungendo un fondente alcalino direttamente al minerale così come veniva estratto era possibile ottenere uno smalto intensamente colorato e di buona qualità, come comunicato dallo stesso Beust nella seguente missiva.

Lettre de M. le comte de Beust à M. le baron de Dietrich.

Je m'empresse, Monsieur, de vous faire part d'une découverte des plus avantageuses pour l'établissement de la fabrique que vous avez vu s'élever sous vos yeux. Faisant ramasser très-près du village de Juset du quartz abondant, dans un petit ruisseau qui, dans les fontes de neiges, se change souvent en un petit torrent, et forme une cascade de douze à seize toises de hauteur, et ayant fait calciner ce quartz comme de coutume, je fus très-agréablement surpris de trouver la plus grande partie de sa surface, sur tout de celle qui avoit été le plus exposée à l'action de la flamme, toute couverte du plus beau bleu; et brisant plusieurs morceaux de ce quartz, j'y trouvai non seulement de l'efflorescence rose en plusieurs endroits, mais même de petits nids de mine de cobalt spéculaire. J'ai d'abord fait des essais avec ce quartz calciné seul, en n'y ajoutant que de l'alcali, notre fondant ordinaire, et le produit en fut un bel azur de la qualité qu'on marque O.C. Cette importante découverte m'engagea à examiner soigneusement les lieux d'où ce quartz avoit été tiré, et je trouvai au pied de la montagne, nommée Chédau, presque au niveau du torrent, un beau filon de quartz dirige sur trois heures, ayant pour toit et pour mur un schiste grisâtre et ferrugineux; la montagne elle-même étant formée d'un schiste grisâtre et compact. Le quartz tiré de ce filon paroît être absolument de la même texture que celui de la rivière; et j'en ai rencontré plusieurs morceaux qui renfermoient les mêmes petits nids de mine de cobalt, moins riches néanmoins que ceux qui se trouvent dans le quartz de la rivière. J'ai fait ouvrir une galerie sur ces filons, me flattant qu'à une certaine profondeur on trouveroit peut-être du cobalt en plus grande quantité; ce que je desire d'autant plus, que ce cobalt est d'une qualité supérieure et très-propre à être employé sur les porcelaines et fayances. Voilà donc, Monsieur, vos espérances réalisées. La nature a placé du cobalt dans les Pyrénées Françaises; et il n'est pas douteux que des recherches bien suivies n'aboutissent à d'autres découvertes. Je me réserve de vous faire passer du quartz calciné et coloré en beau bleu sur toute la surface, et du quartz brut contenant de l'efflorescence rose et des petits nids remplis de minéral⁴⁶.

sito	dipartimento	cobalto e altri metalli	riferimenti
Les Chalanches, Allemont	Isère	Ag, Co dal 1768 chiuso nel 1839	SCHREIBER 1784, p. 381; KAPFF 1792, p. 41 DE LAUNAY 1913, vol. II p. 602
Giromagny	Territoire de Belfort	Ag, Pb, Cu dalla I metà del XVIII sec. Co citato nella II metà del XVIII sec. chiuso nel 1793	DE LAUNAY 1908, p. 95 WERNER 1790, p. 242 DE LAUNAY 1908, p. 95
Lamanère, Notre-Dame-du-Coral	Languedoc-Roussillon	Ag, Pb dal 1731 al 1737 Co citato nel 1785	MORER 1854, p. 308 BUFFON 1785, pp. 19-20
Osenbach	Haut-Rhin	Co estratto nella II metà del XVIII sec.	GENSANNE 1763, p. 176
Côte Poutin/Les Planches-en-Montagne	Jura	Co citato nella II metà del XVIII sec. (minerale di Co nella collezione Dávila)	GENSANNE 1763, p. 150
Juzet-de-Luchon	Haute-Garonne	Co nel 1773	BAUMÉ 1773, vol. II p. 257
La Croix-aux-Mines	Vosges	Ag, Pb dal 1315 Co citato nel XVIII sec.	OEYNHAUSEN 1837, pp. 206-207 HENCKEL 1756, p. 81
Saint-Lary	Hautes-Pyrénées	Co segnalato nel XVIII sec.	DIETRICH 1786, p. 276
Sainte-Marie-aux-Mines/Markirch	Haut-Rhin	Ag dall'XI sec. Co dalla fine del XVI sec. (dopo un abbandono lo sfruttamento riprese nel 1713, per circa 25 anni)	BUROSE 1971, p. 4 STOLZ 1939, p. 154; DE LAUNAY 1913, vol. III p. 104; RISLER 1873, pp. 79-80

Tab. 5.2 - Siti francesi in cui è stato segnalato o estratto il cobalto prima del 1800.

⁴⁶ DIETRICH 1786, pp. 302-304.

Dietrich ha inoltre segnalato a Beust la presenza di minerali di cobalto presso il villaggio di Saint-Lary, negli Hautes-Pyrénées (presumibilmente dell'asbolano, in quanto è definito "cobalt terreuse noire, mêlée de manganèse")⁴⁷. Ritroveremo Beust e la sua manifattura di *saffre* a Saint-Mamet, situata accanto a Juzet-de-Luchon, nel paragrafo 8.9.3.

Nei trattati di mineralogia della fine del XVIII secolo, infine, sono stati segnalati minerali di cobalto provenienti da Giromagny (territorio di Belfort)⁴⁸, da Côte Poutin/Les Planches-en-Montagne (Jura), dove argento e oro sono stati estratti per poco tempo alla fine del XVIII secolo⁴⁹, e da La Croix-aux-Mines (Vosgi)⁵⁰.

5.2 Germania

5.2.1 Harz (Land attuali: Sassonia inferiore, Sassonia-Anhalt)

Al confine tra la Sassonia inferiore e la Sassonia-Anhalt, nelle miniere della regione dello Harz, massiccio montagnoso fra l'Elbe e la Weser, a Düna vicino Osterode e nella zona di Goslar sono stati estratti rame, piombo e argento già nel III secolo d.C.; l'attività mineraria iniziata dai romani è stata poi ripresa nel periodo ottoniano⁵¹. Queste miniere, in particolare quella di Rammelsberg, situata a due chilometri da Goslar, hanno prodotto grandi quantità di argento durante i secoli X e XI, consentendo di battere monete come i famosi *Sachsen* e *Otto-Adelheid Pfennige*⁵². L'attività mineraria fu ridotta, addirittura interrotta, durante le guerre fra l'imperatore Federico il Barbarossa (Waiblingen 1122 circa - Cilicia 1190) e il duca Enrico il Leone (Heinrich III von Sachsen; ? 1129/30 - Braunschweig 1195) e durante le epidemie di peste alla metà del XIV secolo; successivamente sono state trascurate a causa dell'esaurimento dell'argento. In particolare l'estrazione di minerali argentiferi nella regione è iniziata poco dopo il 960, espandendosi e assumendo rilievo circa un trentennio dopo e raggiungendo il massimo sviluppo nel 1025. Dopo il 1040 la produzione di argento ha avuto un rapido declino, fino a quando, attorno alla metà del XIV secolo Alberto Magno cita Goslar solo per il rame⁵³.

Poco dopo il 1200 furono individuati nuovi giacimenti argentiferi a Clausthal-Zellerfeld (Harz superiore) e riscoperti quelli nella zona di Mansfeld (Harz meridionale)⁵⁴.

Successivamente al controllo imperiale diretto, le miniere dello Harz, quando ormai l'estrazione di argento andava declinando, furono quasi tutte alle dipendenze dalle abbazie cistercensi di Walkenried e di Neuwerk (fondate rispettivamente nel 1127 e nel 1147), fino al momento in cui, ancora meno attive, furono cedute a Goslar e ad altre città dello Harz, tra la fine del XIV e l'inizio del XV secolo.

⁴⁷ "Il en a retiré environ quatorze quintaux qu'il peut employer utilement; il se propose d'y faire des recherches plus suivies, pour voir s'il ne s'en trouveroit pas encore de meilleure qualité dans la profondeur". DIETRICH 1786, p. 276.

⁴⁸ WERNER 1790, p. 242. "Giromagny qui fut donné par Louis XIV à la famille de Mazarin et exploité jusqu'en 1793". DE LAUNAY 1908, p. 95.

⁴⁹ GENSANNE 1763, p. 150.

⁵⁰ HENCKEL 1756, p. 81.

⁵¹ In uno studio relativo al sito archeologico intorno alle miniere di Düna si sottolinea comunemente l'esistenza di molti problemi rimasti aperti in merito alla metallurgia dei metalli non ferrosi. KLAPPAUF 1990, p. 85.

⁵² BARTELS 2001, p. 64; SPUFFORD 1988, p. 74; NOWOTHNIG 1965, p. 240. L'*Otto-Adelheid Pfennig* era una moneta conosciuta dall'imperatrice Adelaide (931 - Seltz [Alsazia] 999), reggente dal 991 al 995, per conto del nipote Ottone III (Kessel [Ketil] 980 - Castel Paterno 1002) e battuta ancora con i nomi di entrambi per quarant'anni dopo la morte di Adelaide.

⁵³ SPUFFORD 1988, p. 111.

⁵⁴ Idem, p. 118.

Relativamente a Sankt-Andreasberg, uno dei siti più importanti nello Harz superiore, si hanno documenti ufficiali riguardo all'argento nel XV secolo, ma è probabile che vi fosse stato scoperto molto prima, forse già nel XII secolo ⁵⁵. Sankt-Andreasberg divenne indipendente nel 1520, quando furono scoperti nuovi ingenti filoni di argento. Nei primi sessant'anni del XVI secolo la zona ebbe un grande sviluppo economico; nei centosedici pozzi (*Gruben*) da cui veniva estratto il minerale argentifero lavoravano soprattutto minatori dell'Erzgebirge. L'attività mineraria di Sankt-Andreasberg si interruppe durante la Guerra dei Trent'Anni per poi riprendere; il declino cominciò dopo il 1730 ⁵⁶.

Nello Harz inferiore e superiore il cobalto associato a nichel (arseniuri di cobalto e nichel) è presente a Rammelsberg, Sankt-Andreasberg e Grund, vicino Clausthal. Il cobalto è anche presente a Hasserode (ad est di Sankt-Andreasberg) e nella zona di Mansfeld, nello Harz sudorientale, nel cosiddetto *Kobaltrücken*, dove è associato a rame, nichel e argento.

Il mineralogista Johann Friedrich Ludwig Hausmann (Hannover 1782 - Gottinga 1859) ricorda nel 1807 la scoperta di qualche anno precedente di cobalto nel *Bleiglanz* (galena) della miniera di Lorenz, vicino Clausthal, che forniva uno smalto chiaro ma puro ⁵⁷ che, tuttavia, non sembra essere stato effettivamente sfruttato ⁵⁸.

Nel sito di Sankt-Andreasberg il cobalto, secondo Wilfried Liessmann (Herzberg [Harz] 1958) e Kurt Mohr (Kulmbach 1926), sarebbe già stato estratto dal 1550, ma non era molto apprezzato per fare i colori perché la concentrazione dell'elemento nei minerali era ritenuta insufficiente e con troppo ferro e nichel ⁵⁹. A Hasserode il cobalto è stato estratto dal 1684 ⁶⁰, ma spesso la produzione non bastava a soddisfare la *Blaufarbenwerk* creata nel 1693 ⁶¹. Nella zona di Mansfeld, più precisamente a Sangerhausen e a Gerbstädt, il cobalto è stato sfruttato nel XVIII secolo ⁶².

Riguardo a Grund, purtroppo, non abbiamo trovato informazioni su un'eventuale lavorazione del cobalto, nonostante la sua vicinanza a Clausthal.

Il sito minerario più importante dello Harz è comunque Rammelsberg dove, come già accennato, l'estrazione dei minerali argentiferi è iniziata nel settimo decennio del X secolo ⁶³, sebbene non si abbiano informazioni circostanziate in merito allo sfruttamento del cobalto. Georg Engelhard(t) von Löhneyss (Löhneiss, Löhneys(s)en o Lehneiss; Witzlasreuth 1522 - Remlingen 1622) riferisce che a Rammelsberg si è iniziato a estrarre il cobalto nel XVI secolo ⁶⁴; tale coltivazione si è poi interrotta, in quanto da un rapporto dello *Zehender* (*locator decimarum*, responsabile/esattore delle tasse) Meyer di Goslar, redatto nel 1795 e pubblicato da Johann Friedrich Ludwig Hausmann, apprendiamo che a Rammelsberg il cobalto un tempo è stato estratto e che nel 1733, oltre al rame, il *Farben-Kobalt* era di nuovo reperibile ⁶⁵.

⁵⁵ MOHR 1978, p. 218.

⁵⁶ Ibidem.

⁵⁷ HAUSMANN 1807, pp. 120 e 121.

⁵⁸ KRÜNITZ 1788, p. 18, che cita SINAPIUS 1781, p. 944 et segg.

⁵⁹ MOHR 1978, p. 221. "Zu wenig Kobalt und zu viel Eisen und Nickel enthielt". LIESSMANN 1992, p. 202. Johann Georg Krünitz, sia in riferimento al cobalto di Sankt-Andreasberg che a quello di Clausthal, afferma invece che il minerale è troppo ricco di arsenico e povero di colore. KRÜNITZ 1788, p. 19.

⁶⁰ Johann Kunckel in persona era stato interessato alle miniere di bismuto e di cobalto di Hasserode e le aveva acquistate, parzialmente nel 1684 e totalmente tra il 1686 e il 1690. STAMMLER 1926, pp. 123-131.

⁶¹ HAUSBRAND 1936, p. 534.

⁶² GRODDECK 1884, p. 287. La notizia è già riferita in KAPFF 1792, p. 24.

⁶³ La scoperta di questa miniera è ricordata, tra il 961 e il 968, dal cronista Widukind di Corvey (Bassa Sassonia [Harz] 925 circa - Corvey 973). SPUFFORD 1988, p. 74, che rimanda a HILLEBRAND 1967.

⁶⁴ LÖHNEYSS 1690, p. 80.

⁶⁵ HAUSMANN 1807, p. 24.

sito	Land	cobalto e altri metalli	riferimenti
Clausthal (Zellerfeld)	Sassonia inferiore	attività estrattiva in epoca preistorica Ag dal 1200 ca Pb dal 1548 Co presente alla fine del XVIII sec.	BARTELS 2008, p. 205 SPUFFORD 1988, p. 118 WILSDORF 1971, p. 351 HAUSMANN 1807, pp. 120 e 121
Grund (Bad Grund)	Sassonia inferiore	Ag dall'inizio del XVI sec. Co presente alla fine del XVIII sec.	WILSDORF 1971, pp. 364 e 366 HAUSMANN 1807, pp. 120 e 121
Hasserode	Sassonia-Anhalt	Cu dal 1570 Co dal 1684 (spesso insufficiente per la <i>Blaufarbenwerk</i> locale)	MOHR 1978, p. 219 HAUSBRAND 1936, p. 534
Mansfeld (zona di), in particolare a Gerbstädt e Sangerhausen	Sassonia-Anhalt	Ag dopo il 1200 Cu documentato nel XV sec. Co dalla II metà del XVIII sec.	SPUFFORD 1988, p. 118 WILSDORF 1971, p. 406 KAPFF 1792, p. 24
Rammelsberg (Goslar)	Sassonia inferiore	Ag dal 970 ca Co dal XVI sec. - estratto di nuovo dal 1733	NOWOTHNIG 1965, p. 240 HAUSMANN 1807, p. 24
Sankt-Andreasberg	Sassonia inferiore	attività mineraria dal XII sec. Ag dal XV sec. Co e Cu dal 1550 a Engelsburg	MOHR 1978, p. 218 WILSDORF 1971, p. 340 MOHR 1978, p. 221

Tab. 5.3 - Siti dello Harz in cui è stato segnalato o estratto il cobalto prima del 1800.

5.2.2 Erzgebirge sassone (Land attuale: Sassonia)

La letteratura e le fonti sull'Erzgebirge sassone, in confronto alle altre zone esaminate, sono particolarmente ricche. Ciò è dovuto al fatto che nel 1795 è stata fondata una *Bergakademie* (università/accademia mineraria) a Freiberg, considerata l'"Atene della metallurgia europea"⁶⁶, la quale favorì la divulgazione dell'arte mineraria e la pubblicazione di studi geologici, storici ecc.. Gli autori sassoni del XVIII secolo hanno abbellito la storia locale a detrimento di quella della Boemia, come vedremo nel paragrafo 8.5.1, e hanno spesso anticipato la data della scoperta dell'argento e del cobalto⁶⁷. Oltre alle fonti storiche, in particolare quelle del XVIII secolo, ci siamo riferiti principalmente alle importanti pubblicazioni di Helmut Wilsdorf⁶⁸ (Berlino 1912 - Dresda 1996) e alla monografia sulle miniere dell'Erzgebirge curata da Otfried Wagenbreth (Zeititz 1927) ed Eberhard Wächtler (Dresda 1929 - 2010)⁶⁹.

Non sappiamo esattamente quando e da quali miniere (o pozzi) dell'Erzgebirge fu consapevolmente estratto per la prima volta il cobalto e nemmeno sotto quale esatta designazione era messo in circolazione⁷⁰. Lo fu sicuramente molto prima della creazione delle *Blaufarbenwerke*, come anche affermato da Balthasar Rössler nello *Speculum metallurgiae politissimum*. È comunque sicuro che l'estrazione e la vendita del cobalto derivato da scorie del bismuto (*Wismuthgrauen*) nei primi anni furono effettuate liberamente, senza alcuna apparente regolamentazione. Sempre secondo Rössler, nell'Erzgebirge sassone la produzione e la vendita di cobalto (inteso come minerale

⁶⁶ BRIANTA 2007, pp. 91 e 104. La *Bergakademie*, che vanta tra i suoi allievi Alexander von Humboldt (Berlino 1769 - 1859), Friedrich Novalis (Wiederstedt 1772 - Weissenfels 1801) e Theodor Körner (Dresda 1791 - Gadebusch 1813), è stata preceduta di una *Stipendienkasse*, una sorta di laboratorio per studi minerari, creato nel 1702 e aperto anche agli stranieri (tra gli studenti stranieri che hanno frequentato la *Stipendienkasse* va segnalato il russo Michail Vasilievich Lomonossov, sul quale torneremo nel paragrafo 8.9.5). Simili istituzioni sono state create a Joachimsthal/Jáchymov nel 1716, Schmöllnitz/Szomolnok/Smolník, Oraviza/Oravica e Parigi nel 1747, Kongsberg nel 1757, Praga e Schemnitz/Banská Štiavnica nel 1763 e Clausthal nel 1775.

⁶⁷ KLOTZSCH 1770, pp. 363 e 364; SCHWABENITZKY 2002, nota 19 a p. 170.

⁶⁸ WILSDORF 1954 e 1971.

⁶⁹ WAGENBRETH 1990.

⁷⁰ Tra le possibili fonti di produzione, oltre che dalle scorie dell'argento, vi potevano essere anche quelle derivate dall'attività dei cosiddetti *Arsenwerke* (officine/fabbriche per l'arsenico) o le officine in cui era prodotto il bismuto.

grezzo, *Kobalterz oxidisch*), e *Safflor/zaffera* (intesa come minerale arrostito, macinato ed eventualmente addizionato di silice) dopo un certo tempo furono regolamentate da contratti⁷¹. Il primo conosciuto è quello con cui l'elettore e duca di Sassonia August I (Freiberg 1526 - Dresda 1586) concesse nel 1575 a suoi consiglieri, il *Kammermeister* Hans Harrer⁷² e il *Kammersekretär* Hans Jenitz⁷³, il privilegio esclusivo sul *Wismuthgrauen* e il *Safflorfarbe*. Questa situazione agevolata e i successivi simili tentativi di appalti, malgrado l'istituzione di depositi centrali di cobalto a Schneeberg (*Kobaltkammer*) e a Dresda (*Lasurhof*)⁷⁴, non crearono un mercato veramente redditizio per la Sassonia; la situazione mutò nel 1640, quando l'elettore Johann Georg I (Dresda 1585 - 1656) iniziò a conferire privilegi per la costruzione di quattro officine/fabbriche per lo smalto (*Blaufarbenwerke*), come vedremo in dettaglio nel paragrafo 8.5.1.



Fig. 5.6 - Particolare relativo all'Erzgebirge tratto dalla *Cosmographie* di Sebastian Münster (MÜNSTER 1550, p. 848). Sono indicati Freiberg (*Friburg*), Chemnitz (*Kemnitz*), Marienberg (*Marieberg*), Annaberg (*St Anne berg*), Schneeberg (*Schneberg*) e Sankt-Joachimsthal (*Joachims tal*).

5.2.2.1 Freiberg

Freiberg non deve la sua fama al cobalto, bensì all'argento. Vista l'associazione del cobalto all'argento e l'importanza che essa ha rivestito per l'ottenimento del cobalto nel medioevo conviene comunque soffermarsi su questo sito. La scoperta accidentale di argento nella zona di Freiberg è riferita circa quattro secoli dopo da Georgius Agricola nel *De veteribus et novis metallis*: alcuni mercanti che portavano il sale in Boemia passando a guado il fiume Mulde riconobbero dei minerali di galena, che portarono a Goslar nello Harz per saggiarli, verificando così che questa galena argentifera conteneva più argento di quella estratta a Goslar⁷⁵.

La regione disabitata e ricoperta da foreste, dove sarà eretta la città di Freiberg, fu colonizzata a partire dal 1162 grazie alla fondazione dell'abbazia cistercense di Cella Sanctae Mariae, in seguito chiamata Altzella, dopo la fondazione di Neuzelle sull'Oder

⁷¹ RÖSSLER 1700, p. 165.

⁷² Su Harrer, morto suicida nella camera del tesoro (*Silberkammer*) a Dresda nel 1580 a seguito di investimenti fallimentari, cfr. MÜLLER 1894, p. 116.

⁷³ Gli interessi in campo alchemico di Jenitz, morto nel 1589, sono testimoniati da un manoscritto conservato presso l'Universiteitsbibliothek di Leida (ms. Vossianus Chym. F. 18), contenente un'attestazione di suo pugno (cc. 280-281v) - deliberata da notabili di Joachimstadt in merito alla riuscita degli esperimenti, soprattutto concernenti l'arsenico, di Davidt Beutter [David Beuther], alchimista alla corte degli elettori August e Christian I (Dresda 1560 - 1591)-, nonché, sempre dello stesso Jenitz, una descrizione di tali esperimenti (cc. 282-322). www.levity.com/alchemy/almss30.html.

⁷⁴ MELTZER 1716, p. 753; BRUCHMÜLLER 1897, pp. 5-8.

⁷⁵ AGRICOLA 1546, p. 397; AGRICOLA 1558, p. 394.



Fig. 5.7 - Miniere in prossimità della città di Freiberg (in alto); particolare della tavola *Fribergum Misinae* nelle *Civitates orbis terrarum* di Georg Braun e Frans Hogenberg. BRAUN 1617-1618, vol. 2, p. 39.

segnazioni di terre⁷⁹. Il contratto del 1185, che valida questo scambio, è il primo documento che attesta la presenza di argento a Christiansdorf/Freiberg⁸⁰. La secolarizzazione precoce ha permesso uno sviluppo economico florido, con una gestione modello delle miniere, la creazione di corporazioni, officine e un fiorente mercato. Tutto ciò ha fatto sì che la giovane agglomerazione di Freiberg divenisse in un secolo la città più importante del margraviato di Meissen e contribuisse nei secoli successivi al favoloso arricchimento dei duchi e degli elettori di Sassonia⁸¹.

(Brandeburgo) nel 1268. Subito dopo la fondazione dell'abbazia, promossa da Otto von Wettin il Ricco (? 1125 - ? 1190 [sepolto ad Altzella]) dal 1156 margravio di Meissen⁷⁶, iniziò il dissodamento, con la nascita di piccoli agglomerati di contadini e boscaioli, fra cui quello di Christiansdorf, sulla via commerciale fra Sassonia e Boemia. Nel 1168, soltanto sei anni dopo la fondazione dell'abbazia, si scoprì l'argento a Christiansdorf; l'anno seguente minatori provenienti dallo Harz operavano già a Christiansdorf, che in seguito fu denominato Sächsstadt (*civitas Saxonum*) e successivamente Freiberg⁷⁷. Nella scoperta dei giacimenti argentiferi si può facilmente ipotizzare un intervento diretto dell'abbazia cistercense, in relazione con le consorelle dello Harz⁷⁸, esperte nella gestione di miniere. A causa di questa scoperta, particolarmente importante dal punto di vista economico, il margravio Otto ritirò l'affidamento della regione di Christiansdorf all'abbazia, in cambio di indennità e ingenti as-

⁷⁶ La donazione dei possedimenti all'abbazia da parte del margravio Otto von Wettin fu ratificata dall'imperatore Federico il Barbarossa.

⁷⁷ "The discovery took place in the lands with which the Margrave Otto had very recently endowed his new monastery of Zella, which was still in the course of building and not yet occupied by monks. Otto's appreciation of the potentialities of the discovery is revealed by the way in which he rapidly arranged for the territory of the three villages affected by the discovery to be given back to him". SPUFFORD 1988, p. 112.

⁷⁸ Altzella era una filiazione del convento Pforta (Sancta Maria ad Portam), a sua volta filiazione di Walkenried. KIRSCHKE 2005, p. 33.

⁷⁹ "In 1185 the Margrave Otto deliberately turned this mining-camp into a chartered town, to which he gave the name of Freiberg ('free mountain') presumably in allusion to the freedoms enjoyed by the miners (*Bergmänner*)". SPUFFORD 1988, p. 112.

⁸⁰ WAGENBRETH 1973, p. 7.

⁸¹ La fortuna rapida di Freiberg, a causa delle miniere di argento, è attestata, attorno alla metà del XIII secolo, dalla citazione da parte di Alberto Magno nel *De mineralibus*, scritto tra il 1248 e il 1262: "Vuriebeg, quod sonat liber mons". *De mineralibus*, libro III, tractatus I, cap. 10, WYCKOFF 1967, p. 181.

Comunque, Freiberg è l'unico posto nell'Erzgebirge dove già nella seconda metà del XII secolo veniva estratto l'argento; in tutti gli altri siti, sulla base di documenti e ricerche archeologiche, l'estrazione di argento ha avuto inizio soltanto nel corso del XIII e del XIV secolo. Wolfgang Schwabenitzky ritiene inoltre che le notizie di presunte cronache secondo cui l'argento sarebbe già stato trovato nel X secolo siano falsificazioni del XVIII secolo⁸².

Dopo il pressoché totale impoverimento dei filoni argentiferi di Goslar, nello Harz, i giacimenti di Freiberg rappresentarono una delle principali fonti europee di argento per quasi tutto il XIII secolo; l'attività estrattiva cominciò comunque a declinare nella seconda metà del secolo. Si stima che, all'inizio della coltivazione dei giacimenti sotto il margravio Otto von Wettin, i quantitativi di argento estratti nella zona raggiungessero circa le quattro tonnellate annue⁸³.

Il fatto che la quasi totalità del cobalto impiegato nel XIII e all'inizio del XIV secolo, come si evince dalle analisi, sia caratterizzata dall'associazione di indio e zinco contribuisce ad avvalorare l'ipotesi della provenienza del cobalto da Freiberg⁸⁴; inoltre, gli ambiti cronologici definiti dalle date di realizzazione dei manufatti contraddistinti dalla compresenza di indio, zinco e cobalto coincidono con quelli della prima fase estrattiva. Nuovi filoni argentiferi furono scoperti all'inizio del XVI secolo, quando l'avvio dell'attività estrattiva di Schneeberg rese trascurabile la potenzialità di cobalto a Freiberg. A fronte dell'associazione di indio e zinco quale indicatore di una provenienza da Freiberg del cobalto utilizzato durante il XIII e parte del secolo successivo, non sussistono testimonianze medievali che lo possano confermare in maniera diretta, neanche negli scritti di eminenti personalità che hanno avuto contatti diretti con Freiberg: Albert von Bollstadt, più noto come Alberto Magno (Lunigen [Svevia] 1193 - Colonia 1280), e Dietrich von Freiberg (Freiberg 1250 circa - 1310 circa). Per quanto concerne il *De mineralibus* di Alberto Magno, testo capitale per le conoscenze tecnologiche medievali nel campo della metallurgia e della mineralogia, il frequente ricorrere del termine *sapphirum* non è riconducibile a minerali di cobalto, cui peraltro non si allude mai. Nel *De coloribus* di Dietrich von Freiberg l'omissione di riferimenti al cobalto è legata alla natura teorica dello scritto, un trattato di ottica, in cui vengono esaminate le proprietà dei colori nei corpi opachi e in quelli trasparenti; visto l'argomento, la menzione del *sapphirum* per la colorazione di vetri e smalti sarebbe stata possibile, mentre la nascita a Freiberg dello studioso avrebbe presupposto la conoscenza diretta di minerali e metalli ivi estratti. Dietrich von Freiberg si riferisce all'azzurro col termine *lazulium*⁸⁵, parola che probabilmente denuncia un'origine colta derivata dal mondo bizantino⁸⁶, a sua volta importata da quello islamico⁸⁷.

I testi tecnici, in particolare quelli del XVIII secolo, segnalano la presenza di cobalto (sotto forma di arseniuri di nichel e cobalto) in piccole quantità nei dintorni di Freiberg⁸⁸. L'unica testimonianza scritta in merito all'estrazione di cobalto a Freiberg da noi reperita si riferisce a Großschirma, dove c'era la miniera dei principi di Sassonia detta *Churprinz Friedrich August*, attiva dal 1707⁸⁹; nonostante questa miniera abbia avuto un'attività importante fino al 1900, non sembra tuttavia che il cobalto vi sia stato raccolto con grande successo⁹⁰.

⁸² SCHWABENITZKY 2002, nota 19 a p. 170.

⁸³ SPUFFORD 1988, p. 188.

⁸⁴ Cfr. paragrafo 4.4.

⁸⁵ *De coloribus*, 4. DIETRICH VON FREIBERG 1985, p. 287; WALLACE 1959, pp. 368-369.

⁸⁶ KRISTOL 1978, p. 238.

⁸⁷ Cfr. paragrafo 1.5.

⁸⁸ NORRMANN 1805, p. 181; WAGENBRETH 1985, p. 12.

⁸⁹ AUBUISSON 1802, p. 30.

⁹⁰ WAGENBRETH 1985, pp. 172-174.

5.2.2.2 Neustädtel e Schneeberg

Bisogna aspettare quasi un secolo e mezzo dopo la scoperta dell'argento di Freiberg per sentire parlare dell'estrazione di argento in una zona, distante sessanta chilometri verso ovest, dove sorgerà Schneeberg nel 1470. Lo sappiamo grazie alle liti che hanno opposto dal 1316 al 1337 i margravi di Meissen ai balivi di Plauen riguardo alle rendite delle miniere dello Hohen Forst (Fürstenberg)⁹¹.

Nel 1470 (1471 secondo Christian Meltzer)⁹² avvenne la scoperta, a pochi chilometri dallo Hohen Forst, di un importante sito sullo Schneeberg (Monte della neve), che dopo rivolte dei minatori e altri problemi fu regolato nel 1477 da una prima *Bergordnung*, seguita da altre, motivate dalla crescita economica della zona, dallo sviluppo tecnico minerario e, soprattutto, dagli interessi della casa dei Wettin. Sempre nel 1477, si segnalano l'estrazione di quattordici tonnellate di argento e la visita a Schneeberg, importante dal punto di vista politico, del duca di Sassonia Albrecht III (Grimma 1443 - Emden 1500). Malgrado ciò, la produzione totale di argento dai numerosi pozzi intorno a Schneeberg non sorpassò quella di Freiberg.

Nei dintorni di Schneeberg i giacimenti di bismuto e cobalto erano concentrati a Neustädtel, possedimento della famiglia von der Planitz dall'inizio del XV secolo⁹³ e preesistente alla stessa Schneeberg, cui fu annessa nel 1564, quando il suo territorio fu venduto dai von der Planitz ad August I, elettore di Sassonia⁹⁴. A Neustädtel è documentata l'estrazione di minerali, in particolare di stagno dal 1316 e di bismuto dal 1463; nel 1477 vi fu inoltre impiantata un'officina per la lavorazione del bismuto (*Wismuthzeche*)⁹⁵.

Risale al 1478 una notizia particolarmente interessante concernente Georg von der Planitz (1428-1489), feudatario di Neustädtel, che rivendicò a sé il bismuto, in quanto non incluso nella *Bergordnung* del 1477⁹⁶, pertanto i von der Planitz incassavano le decime per stagno, bismuto e *Wismuthgraupen*⁹⁷; a questo si aggiunge che Peter Weidenhammer, il presunto mitico inventore della zaffera, era al servizio della famiglia von der Planitz⁹⁸.

Dopo il 1540 si osserva un esaurimento generale del minerale di argento in tutta la zona. Schneeberg riuscì a superare la crisi grazie alla straordinaria presenza di cobalto (associato a nichel, bismuto e arsenico), al punto che dopo qualche anno divenne uno dei principali fornitori europei di bismuto e cobalto⁹⁹.

La creazione di *Blaufarbenwerke* (distanti dal centro di Schneeberg al massimo otto chilometri)¹⁰⁰ stimolò ulteriormente l'attività mineraria che, come in tutti gli altri siti, subì un rallentamento durante la Guerra dei Trent'Anni. Alla fine del XVII secolo Schneeberg contava quarantasei miniere da cui venivano estratti cobalto e bismuto. La produzione di cobalto conobbe l'apogeo fra il 1760 e il 1770; dopo il 1800 il minerale divenne più raro e, malgrado investimenti tecnologici, non raggiunse più risultati soddisfacenti¹⁰¹.

⁹¹ WAGENBRETH 1990, pp. 209-211.

⁹² MELTZER 1716, p. 662.

⁹³ HEILFURTH 1989, p. 45.

⁹⁴ MELTZER 1716, p. 444; WAGENBRETH 1990, p. 210.

⁹⁵ FISCHER 1938, p. 583.

⁹⁶ WAGENBRETH 1990, p. 209.

⁹⁷ FISCHER 1938, p. 583.

⁹⁸ GERBER 1864, pp. 9 e 10. Cfr. paragrafo 8.2.1.

⁹⁹ MELTZER 1716, pp. 724-725.

¹⁰⁰ Cfr. paragrafo 8.5.1.

¹⁰¹ WAGENBRETH 1990, p. 222.

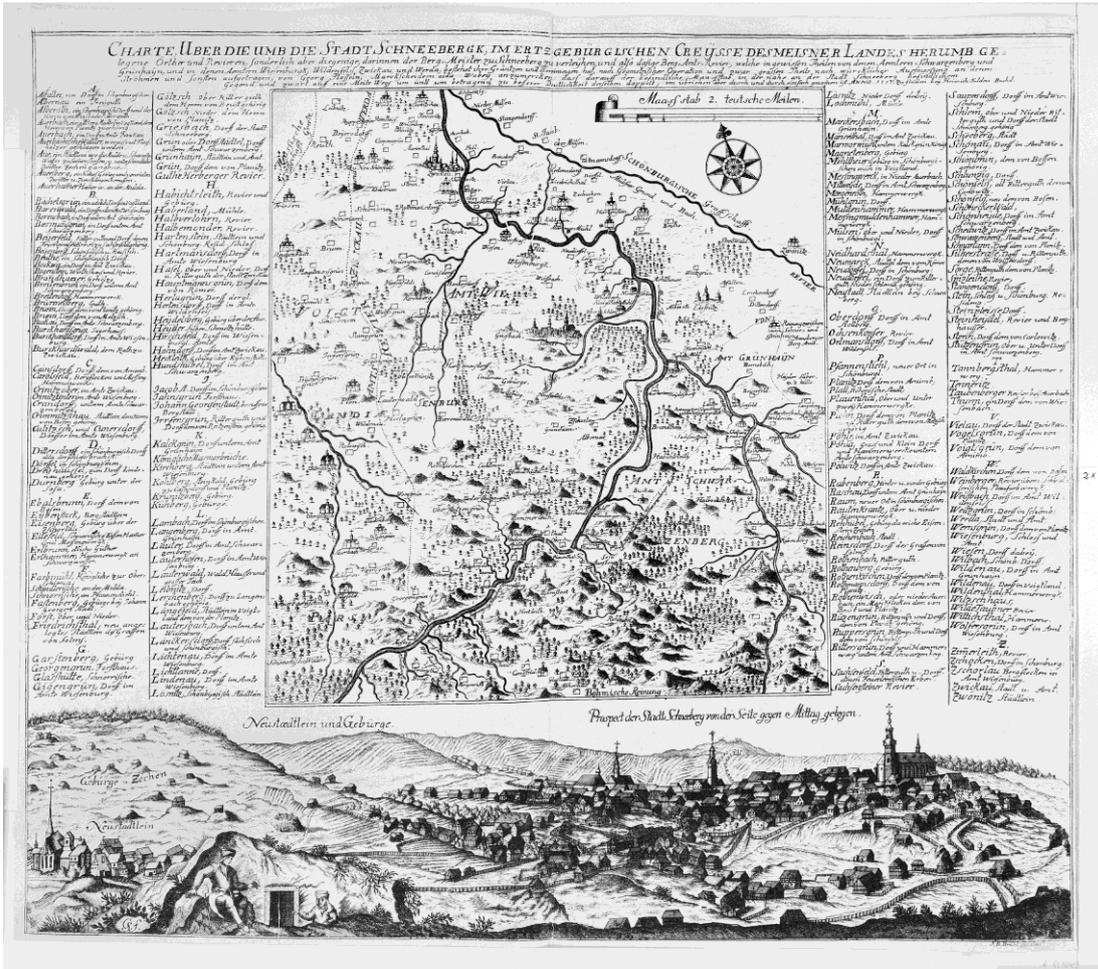


Fig. 5.8 - Carta e vista di Schneeberg e Neustädtel (1717), acquatinta di Johann Benjamin Brühl (Lipsia 1691-1763). Dresda, Kupperstich-Kabinett, Staatliche Kunstsammlungen Dresden.

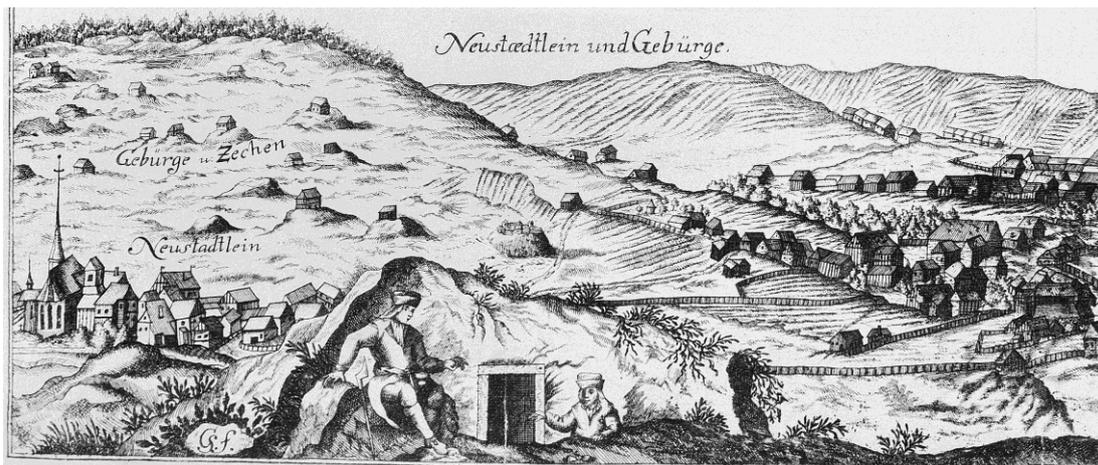


Fig. 5.9 - Particolare della figura precedente, in cui sono visibili i siti estrattivi e di lavorazione dei minerali nei pressi di Neustädtel, con in primo piano due minatori davanti all'ingresso di una galleria.



Fig. 5.10 - Franz Maidburg (Freiberg? 1480/85 - Freiberg 1533), particolare della balaustra della scala del pulpito (1516) della chiesa di S. Anna ad Annaberg-Buchholz, con un minatore.

Christian Meltzer, nella *Historia schneebergensis renovata* (1716), ha registrato, anno per anno, dal 1620 al 1714, i quantitativi di minerali di cobalto estratti a Schneeberg e gli importi ricavati dalla loro vendita in *Gulden* (fiorini), nonché il numero di pozzi (*Gruben*) in attività, che varia da sei a quarantuno. All'inizio questi quantitativi sono particolarmente elevati (attorno a 9.000 *Kübel*¹⁰² negli anni 1620-22) per poi scendere drasticamente (1.000-2.000 *Kübel* nel quarto decennio del XVII secolo)¹⁰³ e rimanere fortemente oscillanti. A partire dal 1642 i quantitativi vengono espressi in *Zentnern*¹⁰⁴; i dati oscillano ancora molto, con un valore massimo (6.141 *Zentnern*) verificatosi nel 1673 seguito da un minimo (616 *Zentnern*) verificatosi nel 1675; da questo momento in poi i quantitativi annui estratti crescono costantemente per assestarsi su valori medi di circa 5.000 *Zentnern* negli ultimi due decenni del XVII secolo; nel periodo tra il 1700 e il 1714 la produzione rimane stabile a 5.500 *Zentnern*. Si sottolinea che spesso dei contratti limitavano in maniera cautelativa la produzione annua e in genere si rimaneva al di sotto di tali limiti.

Infine, notizia di particolare interesse fornita da Christian Meltzer, già a partire dal 1522 si recuperava l'argento dalle *Halden* e dal 1524 un certo Hans Wespen recuperava da quella del pozzo di St. Margaretha argento, bismuto, *Graupen* e *Kobalt*, attività che col tempo si è allargata anche ad altre *Halden*¹⁰⁵.

5.2.2.3 Altri giacimenti nell'Erzgebirge sassone

Fra i siti più importanti dell'Erzgebirge, dove i filoni di argento associato a cobalto, nichel e bismuto si incrociano con quelli di stagno, bisogna citare Annaberg, Ehrenfriedersdorf, Geyer, Johanngeorgenstadt, Marienberg e Schwarzenberg. Tutti conobbero, come anche Schneeberg, un declino nella seconda metà del XVI secolo, in seguito all'esaurimento dell'argento, e cercarono di ripiegare su rame, cobalto e bismuto. Non è comunque possibile entrare in dettaglio su tutti i siti dell'Erzgebirge sassone dove è stato estratto il cobalto, in particolare su quelli attivi soltanto a partire dal XVIII secolo; per semplificare, abbiamo elencato alfabeticamente in tab. 5.4 quelli dove il cobalto è stato estratto prima del 1800.

¹⁰² Il *Kübel* (letteralmente mastello/secchio) era il contenitore con cui i minerali venivano trasportati fuori dalle gallerie e dai pozzi. Come unità di misura era molto variabile, in funzione delle dimensioni; nell'Erzgebirge il *Kübel* corrispondeva a circa un *Zentner*. Cfr. nota 104.

¹⁰³ Nel 1632 Schneeberg è stata messa a sacco dalle truppe imperiali e le attività sono state penalizzate negli anni immediatamente successivi, con anche episodi di epidemia di peste.

¹⁰⁴ Il *Zentner*, o *Centner*, è un'unità di misura ponderale corrispondente a cento libbre; negli scambi tra paesi con sistemi di misura differenti, tenuto conto delle variazioni ponderali dell'unità di riferimento, il numero di libbre costitutive di un *Zentner* poteva variare da 110 a 120. In Sassonia il *Zentner* era composto da 100 libbre (*Pfund*) e corrispondeva a 51.4 chili.

¹⁰⁵ MELTZER 1716, p. 659.

sito	cobalto e altri metalli	riferimenti
Annaberg	Cu dal 1442 ca, Ag dal 1480 ca Sn dal XVI sec. As dal 1658 (<i>Arsenhütte</i> , fornace per l'arsenico) Co [dal Bi] dal 1624 al più tardi	WAGENBRETH 1990, p. 237 BAUMANN 2000, p. 159 WAGENBRETH 1990, p. 238 WAGENBRETH 1990, p. 238
Bochau	attività mineraria dal 1534 soprattutto Sn e Fe, ma anche Ag e Co nel XVIII sec.	BAUMANN 2000, p. 230 KÖRNER 1760, p. 345
Ehrenfriedersdorf	Sn dal 1278 Ag dal 1377 As dal 1554 (<i>Arsenhütte</i> 1564) Co dal 1559	BAUMANN 2000, p. 178 WAGENBRETH 1990, p. 111 WAGENBRETH 1990, p. 140 WAGENBRETH 1990, p. 140
Eibenstock	Sn dal XIII sec. Co dal 1776	WAGENBRETH 1990, p. 111 WAGENBRETH 1990, p. 199
Falkenstein (Vogtland)	Cu dal 1516 Co dal XVIII sec.	WAGENBRETH 1990, p. 127 KAPFF 1792, p. 39
Freiberg	Ag dal 1168 Co presente in piccole quantità, estratto nel XVIII sec.	WAGENBRETH 1985, p. 18 AUBUISSON 1802, p. 30
Geyer	Sn dal XIV sec. Ag dal 1390 Co fino all'inizio del XIX sec.	WAGENBRETH 1990, p. 111 PRESCHER 1994, p. 122 LEONHARDI 1804, p. 199
Hohenstein	Ag, Au intorno al 1400-50 Co nel XVIII sec.	WAGENBRETH 1990, p. 112 LEONHARDI 1804, p. 9
Johanngeorgenstadt	Fe dal 1550 e Sn dal 1560 Ag, Co dal 1658	BAUMANN 2000, p. 209 WAGENBRETH 1990, p. 112
Marienberg	Ag dal 1519 Sn dal 1526 Co citato nel 1698 con capitale olandese	WAGENBRETH 1990, pp. 113, 259, 262 WAGENBRETH 1990, p. 260 WAGENBRETH 1990, p. 279
Neustädtel (dal 1939 fa parte di Schneeberg)	Sn nel 1316 Bi nel 1463, <i>Wismuthzeche</i> nel 1477 <i>Wismuthgraupen</i> citato nel 1478; nel 1563 Neustädtel è comprata dal principe elettore, già proprietario di Schneeberg	FISCHER 1938, p. 583 FISCHER 1938, p. 583 WAGENBRETH 1990, p. 210
Oberwiesenthal	Ag dal 1526 Co almeno dal XVIII sec.	WAGENBRETH 1990, p. 112 LEONHARDI 1804, p. 9
Scheibenberg	Ag dal 1515 Co nel XVIII sec.	WILSDORF 1971, p. 112 LEONHARDI 1804, p. 9
Schneeberg	Ag dal 1471 dal 1575 produzione di Co più importante di Ag 1685-1715 da 40 a 45 miniere di Ag-Bi-Co Co periodo di massima estrazione 1760-70 U dal 1797	MELTZER 1716, p. 662 WAGENBRETH 1990, p. 210 WAGENBRETH 1990, pp. 218-220 WAGENBRETH 1990, p. 210 WAGENBRETH 1990, p. 211
Schwarzenberg	Fe dal 1380 Sn dal 1361, Ag dal 1533 Co dal XVII sec.	BAUMANN 2000, p. 211 WAGENBRETH 1990, p. 306 WAGENBRETH 1990, pp. 306-307
Wolkenstein	Ag dal XIII sec. 1323 diritto di battere moneta Co dall'inizio del XVIII sec.	WAGENBRETH 1990, p. 259 WILSDORF 1971, p. 132 KIRSCHKE 2005, p. 166

Tab. 5.4 - Siti dell'Erzgebirge in cui è stato segnalato o estratto il cobalto prima del 1800.

5.2.3 Foresta Nera/Schwarzwald] (Land attuale: Baden-Württemberg)

Già i celti e i romani hanno svolto attività minerarie nel triangolo tra Offenburg, Freiburg im Breisgau e Donaueschingen, limitatamente a ferro e rame; nel medioevo si ebbe inoltre lo sfruttamento di piombo e argento¹⁰⁶.

Tra le formazioni minerarie della zona vi sono anche mineralizzazioni di Co-Ag-Ni-Bi-U nella parte superiore del Kinzigtal, in particolare a Wittichen, Reinerzau, Alpirsbach e Schiltach. Tra questi il sito di Wittichen è il più importante e il più antico; l'attività estrattiva è stata avviata probabilmente all'inizio del XIV secolo, sebbene notizie certe su di essa si hanno solo a partire dal XVI secolo. Nel 1334 è stato fondato il convento di Wittichen. Tale fondazione sembrerebbe comunque indipendente dalla nascita dell'attività mineraria nella

¹⁰⁶ Nel 1267 è documentata l'estrazione di argento a Kniebis/Domstetten, a est della Foresta Nera. METZ 1955, p. 232.

zona, in quanto si tratta di un convento di clarisse, sebbene in seguito abbia percepito benefici da tale attività: nel 1517, infatti, dette in concessione per dodici anni una miniera.

Nella *Bergordnung* del 1529 sono citati "colori minerali" (*Ertzfarben*); è tuttavia probabile che si tratti di minerali di rame (malachite e/o azzurrite) e non di cobalto. I principi di Fürstenberg, signori del Kinzigtal dalla fine del XV secolo, promossero e gestirono l'attività mineraria nella zona e provvidero nel 1706 a una nuova *Bergordnung*. Sarebbe comunque che, almeno nel XVII secolo, i privilegi sull'attività mineraria fossero condivisi con i duchi di Württemberg, nei cui domini alla fine del XVIII secolo si trovavano i siti di Wittichen, Reinerzau e Schiltach¹⁰⁷.

Il XVIII secolo rappresenta dal punto di vista produttivo il periodo più importante per le attività nella zona; in tabella 5.6 sono riportate le quantità di argento e di minerali di cobalto estratti nelle miniere di Wittichen. I giacimenti di Schiltach, infine, sono stati esplorati soltanto nel XVIII secolo.

Johann Georg Friedrich Kapff, originario di Wittichen¹⁰⁸, afferma che il cobalto di questa zona è il migliore; in particolare quello della miniera *Güte Gottes* poteva essere quasi utilizzato direttamente come veniva estratto, o con un arrostitimento molto blando¹⁰⁹.

miniera	periodo	argento		minerali di cobalto	
		kg	fiorini	tonnellate	fiorini
St. Joseph u. Gnade Gottes	1707-1804	603,0	53.748	766,18	101.614
Neu St. Joseph	1756-57	-		1,89	302
Güte Gottes	1724, 1817, 1847	34,2	3.120	951,27	177.324
Neuglück	1742-1817	8,1	758	532,03	79.073
Sophia	1725, 1737-1818, 1848-56	5.235,4	501.451	127,68	33.414

Tab. 5.5 - Quantità di argento e di minerali di cobalto estratte nelle miniere di Wittichen durante il XVIII e il XIX secolo (elaborata da BLIEDTNER 1986, p. 486).

Si sa molto poco sull'inizio dell'attività mineraria nella zona di Alpirsbach, dove è stata fondata un'abbazia benedettina nel 1095, che però, diversamente da quella di Wittichen, non sembra mai aver avuto parte all'attività mineraria. La prima fonte scritta sulle miniere di Alpirsbach è del 1550; l'argento sembrerebbe comunque essere stato estratto già nel XIV secolo, mentre il cobalto lo fu soltanto dal 1707, in maniera irregolare e con interruzioni, nonostante nel 1710 vi sia stato impiantato un mulino per colori (*Farbmühle*)¹¹⁰.

I primi documenti relativi ad attività estrattive a Reinerzau risalgono al 1564-65 e concernono ferro e *Flusspat* (fluoruro di calcio), quest'ultimo usato come ingrediente per la produzione dello smalto nei mulini per colori (*Farbmühlen*) a Wittichen e Alpirsbach¹¹¹.

Nella valle di Sulzburg, a sud della Foresta Nera, i minerali di cobalto sono stati estratti all'inizio del XVIII secolo, quando la valle apparteneva al margraviato di Baden, e hanno rifornito la *Blaufarbenwerk* (fabbrica di smalto) di Nordrach¹¹². È stato ipotizzato che il sito di Sulzburg, attivo già in epoca pre- e protostorica, abbia fornito a celti e romani il cobalto per colorare in azzurro il vetro¹¹³.

¹⁰⁷ METZ 1955, p. 247; KAPFF 1792, p. 33. Le miniere di questi ultimi due siti funzionavano secondo il modello di Wittichen.

¹⁰⁸ Per i dati biografici e l'attività di Johann Georg Friedrich Kapff si rimanda a MARKL 2005, pp. 153-154.

¹⁰⁹ KAPFF 1792, p. 47.

¹¹⁰ HAUSBRAND 1936, p. 537. Oskar Hausbrand (Berlino 1890 - 1971) utilizza il termine *Farbmühle* come sinonimo di *Blaufarbenwerk*. Cfr. paragrafo 8.5.

¹¹¹ BLIEDTNER 1986, p. 570. Anche Michael Bliedtner utilizza il termine *Farbmühle* come sinonimo di *Blaufarbenwerk*.

¹¹² METZ 1955, pp. 257-258.

¹¹³ HAEVERNICK 1960, p. 13; KALTWASSER 1993, p. 73 et segg. In HAEVERNICK 1960 questo particolare vetro azzurro è definito *Latèneblau* (*blu di La Tène*).

sito	cobalto e altri metalli	riferimenti
Alpirsbach	Ag dal XVI sec. Co dal 1707	BLIEDTNER 1986, p. 193 et segg. HAUSBRAND 1936, p. 537; BLIEDTNER 1986, p. 608 et segg.
Reinerzau	Fe dal 1564-65 Ag dal 1597 Co dal 1725	BLIEDTNER 1986, p. 570 MARKL 2005, p. 34 BLIEDTNER 1986, p. 574
Schiltach	Ag, Cu, Fe dal XVIII sec. Co nel 1771	BLIEDTNER 1986, pp. 628-667 BLIEDTNER 1986, pp. 640, 645, 647
Sulzburg, valle di	attività mineraria già in epoca preistorica Ag, Pb già in epoca romana (I-III sec. d.C.) Ag documentato nell'XI sec. Co inizio del XVIII sec.	KALTWASSER 1993, p. 73 et segg.; WERNER 2004, pp. 84-87 WERNER 2004, pp. 84 e 106 DENNERT 1993, p. 126 METZ 1955, pp. 257-258
Wittichen	Ag dal 1517 Co dal 1703	BLIEDTNER 1986, pp. 484 e 608 METZ 1955, p. 236

Tab. 5.6 - Siti della Foresta Nera (Land attuale: Baden-Württemberg) in cui è stato segnalato o estratto il cobalto prima del 1800.

5.2.4 Altri giacimenti in Germania

Nel XVIII secolo la presenza e l'estrazione di minerali di cobalto (associato ad arsenico) è ampiamente documentata nel centro della Germania, in giacimenti lavorati essenzialmente per il rame e quasi mai per l'argento, per esempio nel Kobaltrücken, a nord di Francoforte, in particolare nelle miniere di scisto cuprifero (*Kupferschiefer*) nelle montagne di Richelsdorf (Richelsdorfer Gebirge) a sud di Sontra [Assia], a Bieber [Spessart], a Gosenbach, Eiserfeld, Kirchen e Niederschelden nel Siegerland [Vestfalia] e a Glücksbrunn vicino Schweina [Turingia]. Sempre nel XVIII secolo, nei siti di Saalfeld-Kamsdorf, Schmalkalden, Gollwitz-Rothenburg, Kesselgraben, Catterfeld/Katterfeld e Sitzendorf in Turingia, dove si trovano minerali di cobalto, predomina il ferro, mentre argento e rame sono secondari.

sito	Land	cobalto e altri metalli	riferimenti
Bieber (Spessart)	Assia	Fe, Cu dal 1450 ca Co dal 1730	www.spessartit.de/263FUEHR.PDF ibidem
Catterfeld/Katterfeld	Turingia	Co nel XVIII sec.	HAUSBRAND 1936, p. 518; LEONHARD 1816, p. 243
Glücksbrunn, vicino Schweina	Turingia	Cu dal 1268 a Schweina Co scoperto nel 1714	Wikipedia "Schweina" HAUSBRAND 1936, p. 530
Gollwitz-Rothenburg (25 km NE di Halle)	Turingia	Cu dal 1512 Co nel XVIII sec.	WILSDORF 1971, p. 400 HAUSBRAND 1936, p. 518; KRÜNITZ 1788, p. 18; KAPFF 1792, pp. 24 e 66; LEHMANN 1759, p. 384
Imsbach	Renania-Palatinato	attività mineraria in epoca celta o romana; Cu dal 1120; Ag e Cu ripresi all'inizio del XVIII sec.; Co nel XVIII sec.	www.mgas.de-imsbach
Kesselgraben (vicino Friedrichroda)	Turingia	Fe nel 1477 Co nel XVIII sec.	WILSDORF 1971, p. 357 HAUSBRAND 1936, p. 518; LEONHARD 1816, p. 243
Richelsdorfer Gebirge	Assia	Cu dal XV sec. Co dal 1708	WILSDORF 1971, pp. 514-515 RÖHRING 1968, p. 62
Saalfeld-Kamsdorf	Turingia	attività estrattiva in epoca preist. Cu dalla II metà del XV sec. Co dal XVII sec.	WILSDORF 1971, p. 378 WILSDORF 1971, p. 378 KAPFF 1792, p. 7; HAUSBRAND 1936, p. 529
Schmalkalden	Turingia	Fe dal XV sec. Co nel XVIII sec.	WILSDORF 1971, pp. 407-410 REUSS 1805, p. 794; ZILCHER 1832, p. 88
Siegerland (Vestfalia)	Renania Settentr.	Fe nel periodo La Tène; Cu, Ag dall'XI sec. Co dalla II metà del XVIII sec.	Wikipedia "Liste von Bergwerken im Siegerland" KAPFF 1792, p. 29
Sitzendorf	Turingia	Fe, Ag dal XV sec. Co dal 1727	WILSDORF 1971, p. 415 Wikipedia "Sitzendorf (Thüringen)"

Tab. 5.7 - Siti tedeschi (esclusi quelli dell'Erzgebirge, della Foresta Nera e dello Harz) in cui è stato segnalato o estratto il cobalto prima del 1800.

Secondo Micha Röhring, l'estrazione dei minerali di cobalto nel Richelsdorfer Gebirge è iniziata nel 1708¹¹⁴. Johann Georg Krünitz elogia il cobalto di Richelsdorf, qualificandolo come il migliore dell'Assia¹¹⁵.

A Imsbach, nel Palatinato, l'attività mineraria è stata condotta già in epoca celta e romana, ma si hanno notizie certe per l'estrazione di minerali di cobalto solo nel XVIII secolo.

In Turingia, nel sito di Saalfeld-Kamsdorf, come in quello di Glücksbrunn, si estraevano rame, argento e piombo già nell'alto medioevo.

Krünitz, riferendosi a Johann Jakob Ferber, scrive che il colore blu fatto con i minerali di Saalfeld non è così buono come quello di Schneeberg, a causa della presenza di rame¹¹⁶.

5.3 Antichi regni di Boemia e di Ungheria (in particolare nelle attuali Repubblica Ceca, Repubblica Slovacca e Romania [Banat])

I territori delle attuali Repubblica Ceca, Repubblica Slovacca e Romania (Banat) comprendono località che storicamente sono appartenute a domini differenti, in particolare ai regni di Boemia e di Ungheria, possedimenti degli Asburgo. Per i nomi dei siti o delle località abbiamo in genere optato per l'appellazione in lingua tedesca, seguita da quella attuale in lingua ceca, slovacca o romena; tale scelta è dovuta al fatto che sino a dopo la Seconda Guerra Mondiale in queste zone la lingua amministrativa è stata quella tedesca; l'appellazione tedesca è pertanto quella solitamente reperibile nelle fonti consultate.

Lo sfruttamento dei giacimenti dell'Erzgebirge boemo, nel nord dell'attuale Repubblica Ceca, è stato spesso in concorrenza con quello dell'Erzgebirge sassone, d'altro canto alcune di queste località facevano parte della Sassonia, come per esempio Platten/Horní Blatná e Gottesgab/Boží Dar, prima di essere cedute al regno di Boemia a seguito della sconfitta di Mühlberg (1547), della Lega di Smalcalda e degli accordi di Praga entrati in vigore nel 1548. Ciononostante, per oltre due secoli il prodotto di queste miniere è stato spartito a metà tra il regno di Boemia e l'elettorato di Sassonia, sulla base dei citati accordi¹¹⁷.

L'importanza e la preminenza dell'estrazione dei minerali di cobalto della Boemia rispetto a quelli della Sassonia nel XVI secolo è inoltre testimoniata nel *De omni rerum fossilium genere* dell'umanista svizzero Conrad von Gessner il quale, a proposito della *CAD-MIA METALLORUM quæ est foβilis*, antepone la Boemia alla Sassonia (Misnia)¹¹⁸.

5.3.1 Kuttenberg/Kutná Hora (Repubblica Ceca)

Le miniere boeme di argento più importanti erano quelle di Kuttenberg/Kutná Hora in Boemia centrale (sessanta chilometri a est di Praga), dove l'argento è stato scoperto nel 1298, nel territorio dell'abbazia cistercense di Sedlec/Sedletz, fondata nel 1192-94. "Just as Otto of Meissen had rapidly retrieved the future Freiberg from the abbey of Zella [Altzella] when silver was discovered there, so the King of Bohemia, Wenceslas II, now did precisely the same. By 1300 Kutná Hora was in royal hands and very opportunely so, for Wenceslas II is reputed to have said that, when the discovery was made there, the silver-

¹¹⁴ RÖHRING 1998, p. 62.

¹¹⁵ KRÜNITZ 1788, p. 19.

¹¹⁶ KRÜNITZ 1788, p. 22, che si riferisce a FERBER 1778, p. 303 et segg.

¹¹⁷ PEITHNER 1780, p. 54.

¹¹⁸ "Cadmia metallica foditur in venis Bohemiæ, & Misniæ magna copia: quam nostri metallici cobaltum nominant, ut & genus quoddam dæmonis metallici, Cobaltum: quæ voces quam notionem habeant, huius laboris non est investigare aut expendere". GESSNER 1565, p. 72r-v.

mines at Jihlava [Iglau] and elsewhere in the kingdom were almost all exhausted”¹¹⁹. Il declino delle miniere di Kuttenberg cominciò nella seconda metà del XIV secolo e l'attività si arrestò durante le guerre hussite all'inizio del XV. Questo declino fu comunque lento; nella prima metà del XV secolo si producevano venti tonnellate annue di argento e, probabilmente, dieci nella seconda metà del secolo, nonostante l'interruzione dell'attività e la chiusura temporanea a causa del sacco di Kuttenberg da parte delle truppe di Sigismondo di Lussemburgo (Norimberga 1368 - Znojmo 1437) nel 1422¹²⁰. Fino al 1460 circa rappresentarono comunque per l'Europa una delle più importanti fonti di argento.

I ricchi giacimenti di argento hanno permesso la famosa riforma monetaria di Venceslao II, re di Boemia (? 1271 - Praga 1305), che creò a Kuttenberg una zecca centrale e ordinò a un giurista di origine orvietana (Grotius Urbevetanus) la redazione della *Kuttenberger Bergordnung (Constitutiones iuris metallici Wenzeslai II)*, prima raccolta sistematica dei diritti e regolamenti applicabili alle miniere (1300-05). Kuttenberg ebbe inoltre legami commerciali con Venezia e scambi con Freiberg¹²¹.

La composizione mineraria di Kuttenberg era simile a quella di Freiberg (Ag, Co, Ni, Bi), anche in relazione alla presenza di tracce di indio¹²². Oltre a tali analogie di composizione e struttura, i legami tra Kuttenberg e Freiberg sono stati molto forti, in quanto è stata frequente e ingente nel sito boemo la presenza di manodopera specializzata e non specializzata proveniente da Freiberg che, come abbiamo visto, alla fine del XIII secolo stava conoscendo il declino¹²³. Kuttenberg fu soppiantata da Joachimsthal/Jáchymov, come vedremo nel paragrafo seguente.

Nonostante la presenza a Kuttenberg di minerali di cobalto, non è stato possibile reperire notizie dirette in merito alla loro estrazione.

5.3.2 Joachimsthal/Jáchymov (Repubblica Ceca)

I giacimenti argentiferi di [Sankt] Joachimsthal/Jáchymov, in cui è documentata la presenza di minerali di cobalto, si trovano nell'Erzgebirge boemo, pochi chilometri dopo l'attuale confine con la Sassonia, pertanto presentano caratteristiche (Ag, Co, Ni, Bi) e vicende analoghe a quelle dei siti sassoni. I giacimenti argentiferi furono scoperti nel 1516, col graduale avanzamento dell'esplorazione verso sud, mano a mano che si andavano esaurendo quelli coltivati precedentemente; come spesso è avvenuto, la scoperta dell'argento determinò un elevatissimo incremento di popolazione e Joachimsthal divenne presto la seconda città più importante del regno¹²⁴. In questo panorama anche il ritrovamento del cobalto costituì un importante fattore economico, consentendo la fondazione, dal 1611, di numerose fabbriche di smalto nelle vicinanze e, nella seconda metà del XVIII secolo, lo sviluppo dell'esportazione di cobalto verso la Germania e l'Olanda¹²⁵.

¹¹⁹ SPUFFORD 1988, p. 124.

¹²⁰ Idem, pp. 343-344.

¹²¹ LMA 1991, coll. 1593-1594.

¹²² “Si segnalano particolari analogie nel chimismo dei minerali delle due zone (Kuttenberg/Kutná Hora e Freiberg), soprattutto in relazione agli elementi isomorfi cobalto e nichel” (“Als sehr typisch kann die Aehnlichkeit des Chemismus aller genannten Kiese der beiden Bezirke bezeichnet werden, hauptsächlich im Bezuge auf die isomorphen Elemente Kobalt und Nickel”). BERNARD 1963, p. 406, con tabelle comparative alle pp. 408 e 409.

¹²³ In un documento del 1283 è comunque testimoniato l'investimento a Kuttenberg/Kutná Hora di capitale proveniente da Freiberg. SLOTTA 1990, p. 91.

¹²⁴ “Jáchymov (Joachimsthal) in Bohemia, grew in population from 1050 to 14,072 in the 10 years 1516 to 1526”. SPUFFORD 1988, p. 112. Nel 1533 Joachimsthal aveva 18.000 abitanti (quasi due terzi in più di Dresda, nella stessa epoca).

¹²⁵ HAUSBRAND 1936, p. 524; KRÜNITZ 1788, pp. 16 e 17.



Fig. 5.11 - *Joachimsthaler* coniato attorno al 1517 in nome di Luigi II Jagellone re d'Ungheria e Boemia (Buda 1506 - Mohács 1526), dal conte Stefan Schlick (ceco Šlikovč; Schlackenwerth 1487 - Mohács, 1526) (grandezza naturale). [foto Classical Numismatic Group, Inc., Classical Numismatic Group, Inc., <http://www.cngcoins.com>].

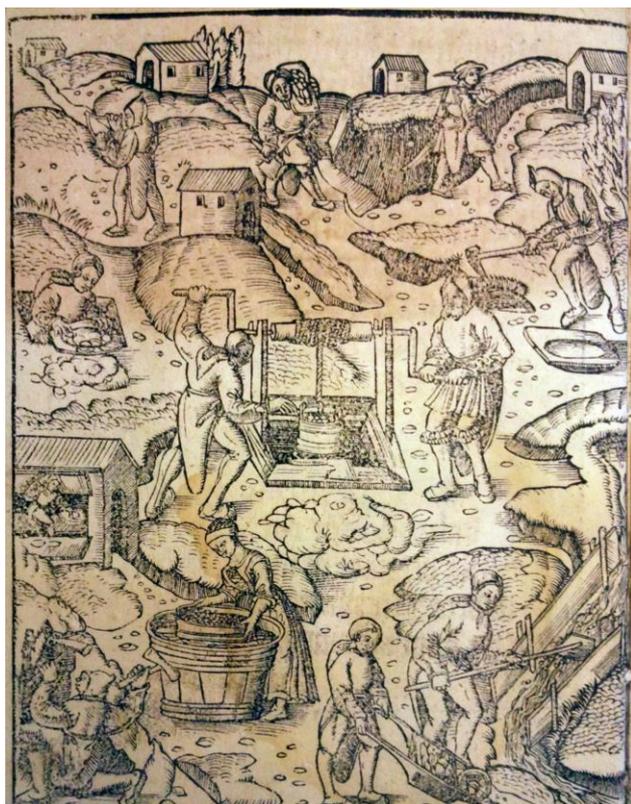


Fig. 5.12 - Immagine relativa alle attività minerarie in un opuscolo di Hans Rudhart sulle miniere di Joachimsthal pubblicato a Lipsia nel 1523. RUDHART 1523. Basilea, Universitätsbibliothek, UBH hv III 50:1.

Agricola e Mathesius hanno vissuto a Joachimsthal rispettivamente dal 1527 al 1530 e dal 1532 al 1565; sempre a Joachimsthal, nel 1717, è stata fondata a una scuola mineraria. Dalla moneta d'argento ivi battuta dal 1520 (lo *Joachimsthaler*, fig. 5.11), secondo il modello del *Golden* tirolese, derivano il *Thaler/Taler* (tallero in Toscana e Veneto, *Daaler* nei Paesi Bassi, *Jokondale* in Francia) e, infine, il *dollaro* negli Stati Uniti. In circa quattrocento anni di sfruttamento minerario (dal 1517 al 1900) si stima che siano stati estratti 554.436 chili di argento, a fronte di 1.824.227 chili di minerali di cobalto estratti in circa settantacinque anni (dal 1775 al 1851)¹²⁶.

5.3.3 Altri giacimenti in Boemia, Ungheria e Romania

Per la cultura di Hallstadt Dayton cita Schemnitz/Banská Štiavnica nella Repubblica Slovacca come possibile origine del cobalto utilizzato dai celti in Europa Centrale¹²⁷. Schemnitz/Banská Štiavnica e la zona circostante (comprendente Püganz/Pukanec) facevano parte dell'antico regno di Ungheria ed ebbero un'attività mineraria importante¹²⁸.

Il regno di Boemia promosse i principali siti minerari a *freie königliche Bergstädte* (regie città minerarie libere), con privilegi che rimasero fino al XIX secolo¹²⁹. Le antiche miniere di stagno e argento attive anteriormente al XVI secolo (come Abertham/Aberthamy,

¹²⁶ HEILFURTH 1989, p. 14.

¹²⁷ DAYTON 1981, p. 129.

¹²⁸ ZAMORA 2008, p. 29 et segg. (per l'estrazione del cobalto gli autori citano soltanto Dobschau/Dobšínà p. 61).

¹²⁹ In quasi tutte queste *regie città libere* è stato raccolto il cobalto (Abertham, Böhmisches Wiesenthal, Breitenbach, Joachimsthal, Gottesgab, Kuttenberg, Platten, Pressnitz, Prziham, Schmöllnitz, Zipser Neudorf e Weipert).

Principali siti europei d'estrazione dei minerali di cobalto fino al 1800

sito		cobalto e altri metalli	riferimenti
Abertham/Aberthamy	CZ	Bi dal 1530 Ag dal 1529 Sn dal 1530 Co nel XVI sec.	PRESCHER 1994, p. 123 WAGENBRETH 1990, p. 113 WAGENBRETH 1990, p. 198 HINGENAU 1855, p. 53
Alt-Albenreuth/Lipová-Mýtina	CZ	Au nel XVI sec. Co citato all'inizio del XIX sec.	KATZER 1892, p. 241 SERRES 1814, p. 46
Böhmisch-Wiesenthal/Loučná	CZ	Ag dal 1530 Co in seguito	WAGENBRETH 1990, p. 114; WILSDORF 1971, p. 187
Breitenbach/Potůčky	CZ	Ag, Sn, Co dal XVI sec.	KATZER 1892, p. 408
Frühbus/Přebuzs	CZ	Sn dal 1340/1347 Co nella II metà del XVI sec.	WILSDORF 1971, p. 148/HRABÁNEK 2007, p. 29 HRABÁNEK 2007, p. 29
Gottesgab/Boží Dar	CZ	Ag, Sn dal 1530 Co citato nel XVIII sec. Co dopo il 1650	WAGENBRETH 1990, p. 113; WILSDORF 1971, p. 149 FERBER 1774, p. 101 informazione reperita in <i>situ</i>
Hengstererben/Hřebečná	CZ	Sn dal 1545, Co in seguito	KATZER 1892, p. 407; SCHMIDT 1873, p. 217
Joachimsthal/Jáchymov	CZ	Ag dal 1516 Bi dal 1516 Co dall'inizio del XVII sec. fino al 1686 Co riprende nel XVIII sec.	WAGENBRETH 1990, p. 113 PRESCHER 1994, p. 123 VESELOVSKÝ 1997, p. 129; HAUSBRAND 1936, pp. 524-525 HRABÁNEK 2007, p. 25
Kuttenberg/Kutná Hora	CZ	Ag dal 1276 (1298) Co solo segnalato	WILSDORF 1971, p. 226 (SPUFFORD 1988, p. 118) BERNARD 1963, p. 406
Kuttenplan-Michelsberg/Chodová Planá-Michalovy Hory	CZ	Sn, Ag dal XV sec. (forse prima) Co nella II metà del XVIII sec.	WILSDORF 1971, pp. 168 e 169 SCHMIDT 1873, p. 191
Mayersgrün/Visoká	CZ	Co e <i>Manganerz</i> nella II metà del XVIII sec.	KATZER 1892, p. 243
Platten/Horní Blatná	CZ	Sn dal 1530 Co dal XVI sec.	WAGENBRETH 1990, pp. 114 e 198 HRABÁNEK 2007, p. 27
Pressnitz/Přísečnice	CZ	Fe dal 1339 Ag dal 1380 Co dalla fine del XVIII sec.	BAUMANN 2000, p. 176 WAGENBRETH 1990, p. 114; WILSDORF 1971, p. 175 MÜLLER 1851, p. 223
Przibram/Příbram (Freiberg in Böhmen)	CZ	Ag citato nel 1406 Co dal XVIII sec. ?	SCHMIDT 1873, p. 193 FUCHS 1893, vol. II p. 86; KRÚNITZ 1826, p. 329
Sangerberg/Prameny	CZ	Sn dal 1454 Ag dal 1486 Co segnalato nel 1834 (forse già prima)	WILSDORF 1971, p. 177 STERNBERG 1836, p. 270 HOFFMANN 1834, p. 245
Schönficht/Smrkovec	CZ	Sn nel XVI sec. Co citato nel 1836 (forse già prima)	WILSDORF 1971, p. 167 STERNBERG 1836, p. 230
Silberbach/Stříbrná (vicino Graslitz/Kraslice)	CZ	Pb, Sn dal 1601 Co inizio XVII sec.-inizio XIX sec.	WIKIPEDIA "Silberbach" www.silberbach-graslitz.de
Taubrath/Doubrava	CZ	Co citato alla fine del XVIII sec. Co e <i>Manganerz</i> nella II metà del XVIII sec.	SERRES 1814, p. 46; JOKÉLY 1856, p. 492 KATZER 1892, p. 243
Weipert/Vejprty	CZ	Ag dal 1500; Cu dal 1602 Co nel XVIII sec.	WAGENBRETH 1990, p. 114 LIECHTENSTERN 1817, p. 735; FERBER 1774, p. 53
Dobschau/Dobšíná	SL	attività mineraria dall'inizio del XV sec. Co dal 1780 (forniva la Sassonia)	WILSDORF 1971, p. 259 PÉCLET 1829, p. 204; ESMARK 1798, p. 188
Püganz/Pukanec o Bugganz, vicino Schemnitz/Banská Štiavnica	SL	Ag, Cu dal XIV sec. Co dalla II metà del XVIII sec.	WILSDORF 1971, p. 259 KAPFF 1792, p. 41
Schemnitz/Banská Štiavnica	SL	Co nel periodo di Hallstadt (?) Ag dall'VIII sec. almeno Cu dal XII sec. Co citato nel 1755 in una collezione mineralogica all'asta a Lipsia	DAYTON 1981 DE LAUNAY 1913, vol. III p. 342 ZÁMORA 2008, pp. 17 e 18 LIPSIA 1755, p. 24
Schmöllnitz/Szomolnok/S molník	SL	Ag dal 1270; Cu dal 1270 Co dal XVIII sec.	WILSDORF 1954, p. 1270; WILSDORF 1971, p. 271 KAPFF 1792, p. 41
Zipser Neudorf/Spišská Nová Ves	SL	Cu, Ag dal 1270 Co alla fine del XVIII sec.	WILSDORF 1971, p. 264 KAPFF 1792, p. 41
Oraviza/Oravica (Banat)	R	Cu dall'inizio del XVIII sec. Co nel XVIII sec.	ESMARK 1798, p. 57; Wikipedia "Oravița" KAPFF 1792, p. 41

Tab. 5.8 - Siti degli antichi regni di Boemia e di Ungheria (nelle attuali Repubblica Ceca [CZ], Repubblica Slovacca [SL] e Romania [R]) in cui è stato segnalato o estratto il cobalto prima del 1800.

Gottesgab/Boží Dar¹³⁰, Platten/Horní Blatná, Kuttenberg/Kutná Hora, Breitenbach/Potůčky, Frühbus/Přebuz, Przibram/Příbram, Pressnitz/Přísečnice¹³¹ e Weipert/Vejprty, tutte nell'Erzgebirge meridionale) fornirono presto, ma irregolarmente, cobalto ed ebbero un'esistenza difficile malgrado vi siano spesso documentate delle *Blaufarbenwerke* già nella seconda metà del XVI secolo, che conobbero un periodo fecondo ma effimero. Il sito di Przibram/Příbram (a sudovest di Praga), conosciuto dall'inizio del XV secolo per l'estrazione di piombo e argento e collegato a Kuttenberg, fornì anch'esso poco cobalto nel XVIII secolo¹³². Johann Georg Krünitz riferisce qualche informazione sull'estrazione di cobalto di questa zona, sottolineando, come tutti gli autori, che il cobalto boemo era meno buono di quello sassone¹³³. Bisogna infine citare altri siti dove è stato raccolto il cobalto, a ovest di Praga o nella zona di Marienbad/Márianske Lázně, sui quali sappiamo soltanto che erano attivi nel XVIII secolo, come pure quelli di Kuttenplan-Michelsberg/Chodová Planá-Michalovy Hory, Taubrath/Doubrava, Alt-Albenreuth/Lipová-Mýtina, Sangerberg/Prameny, Silberbach/Stříbrná e, probabilmente, anche Schönficht/Smrkovec.

Nei siti del vecchio regno di Ungheria (Dobschau/Dobšín, Püganz/Pukanec, Schmöllnitz/Szomolnok/Smolník, Zipser Neudorf/Spišská Nová Ves, attualmente nella Repubblica Slovacca) il cobalto è stato estratto soltanto a partire dal XVIII secolo. La stessa cosa vale per la Romania, a Oraviza/Oravica (Banat)¹³⁴, sebbene l'estrazione di rame e argento sia iniziata molto addietro nel tempo¹³⁵. Stando a quanto afferma Johann Georg Krünitz, l'estrazione di cobalto in quest'ultimi territori deve essere comunque considerata di scarso rilievo¹³⁶.

5.4 Bassa Slesia/Dolny Śląsk (Polonia)

La Bassa Slesia, situata a ovest della Polonia, ha fatto parte del regno di Boemia fino al 1526, quando quest'ultimo diventò possedimento degli Asburgo d'Austria. Nel 1745, infine, dopo la Guerra di Successione d'Austria, la Slesia fu ceduta alla Prussia e dal 1945 fa parte della Polonia.

I giacimenti di argento e di rame, analoghi a quelli scandinavi, sono situati nell'Eulengebirge (Monti Sowie) e nel Riesengebirge (Monti dei giganti), a sinistra dell'Oder. A Wilhelmsthal/Bolesławów, Kupferberg/Miedzianka, Silberberg/Srebrna Góra e Reichenstein/Złoty Stok l'attività estrattiva è cominciata intorno all'inizio del XIII secolo, a seguito della chiamata di minatori tedeschi da parte della dinastia polacca dei Piast¹³⁷. La germanizzazione e lo sviluppo minerario furono favoriti, analogamente all'Erzgebirge, dalla fondazione di abbazie cistercensi come quelle di Heinrichau/Henryków (1222), Kamenz/Kamienec (1247) e Grüssau/Krzeszów (1292)¹³⁸.

L'estrazione e la produzione di cobalto in Slesia, secondo fonti citate da Krünitz, non sono state importanti, a parte la scoperta, intorno al 1760-66, di tracce di cobalto con

¹³⁰ Dopo la fine della Guerra dei Trent'Anni (1618-48) l'attività mineraria, a Gottesgab come in molti altri centri vicini, si concentrò solo su cobalto, arsenico e stagno.

¹³¹ MÜLLER 1851, p. 223.

¹³² FUCHS 1893, tomo II, p. 86, KRÜNITZ 1826, p. 329. Sembrerebbe comunque, sulla base di rilievi archeologici, che una prima attività mineraria nella zona, riferita solo ad argento e ferro, sia stata condotta già dai celti.

¹³³ KRÜNITZ 1788, p. 17, che cita FERBER 1774, p. 83. Secondo quest'ultimo autore la qualità dei minerali era identica, mentre più carente era la loro lavorazione, che determinava uno smalto scadente.

¹³⁴ KAPFF 1792, p. 41.

¹³⁵ A Dobschau, Püganz e Schmöllnitz l'estrazione di argento è già documentata nel XIII-XIV secolo.

¹³⁶ KRÜNITZ 1788, p. 20; DUNNING 1986, p. 168.

¹³⁷ WECZERKA 1977, pp. XXXVII-XLI.

¹³⁸ BARTELS 2001, p. 58.

bismuto a Kupferberg/Miedzianka. Il re di Prussia Federico II il Grande (Berlino 1712 - Postdam 1786), dopo la cessione nel 1745 della Slesia alla Prussia, promosse, insieme alla produzione del lino, l'attività estrattiva di cobalto a Giehren/Gierczyn¹³⁹ (vicino Hirschberg/Jelenia Góra), a Querbach/Przecznica e a Schreiberau/Szklarska Poręba, dove l'arsenico è quasi assente¹⁴⁰.

sito	cobalto e altri metalli	riferimenti
Giehren/Gierczyn	Sn dal 1512 Co dalla II metà del XVIII sec.	WILSDORF 1971, p. 293 KAPFF 1792, p. 9
Kupferberg/Miedzianka	Cu dal 1220 ca Co dalla fine del XVIII sec.	WILSDORF 1971, p. 298; WECZERKA 1977, p. 256 KAPFF 1792, p. 17; WECZERKA 1977, p. 257
Querbach/Przecznica	Sn dal XVI sec. Co dalla II metà del XVIII sec.	GMELIN 1799, p. 1024 KAPFF 1792, p. 9
Schreiberau/Szklarska Poręba	Co senza As dalla II metà del XVIII sec. Co, Pb, Fe citati nel 1773	KRÜNITZ 1788, pp. 19-20 GERHARD 1773, p. 102

Tab. 5.9 - Siti in Bassa Slesia (dal 1745 appartenenti alla Prussia, attualmente alla Polonia) in cui è stato segnalato o estratto il cobalto prima del 1800.

5.5 Austria

Le miniere di Brixlegg-Schwaz in Tirolo sono state fra quelle con maggior produzione di argento prima della scoperta dei giacimenti del Potosí in America latina.

Come per i siti precedentemente discussi, le attestazioni scritte sono molto posteriori all'inizio dell'attività mineraria nella zona di Brixlegg-Schwaz, nella valle inferiore dell'Inn. Si presume che l'argento sia stato scoperto all'inizio del XV secolo, sebbene alcuni autori ipotizzino una qualche attività estrattiva di metalli già nel X secolo. Ben documentate sono invece le attività, a partire dall'affitto delle miniere nel 1488 da parte di Sigismondo d'Asburgo der Münzreiche/il Danaroso al famoso banchiere Joachim Fugger il Ricco (Augsburg 1459 - 1525). In seguito i Fugger gestirono non solo le miniere di Brixlegg-Schwaz, ma anche quelle del Tirolo, della Carinzia e nell'antico regno di Ungheria, sempre sui territori degli Asburgo¹⁴¹.

Nella zona di Brixlegg-Schwaz minerali di cobalto sono stati segnalati in quattro miniere, tre delle quali in attività dalla seconda metà/fine del XV secolo: Thierberg (1465-1760), Holzalpe (1480-1735) e Schlagelwald (1495-1680)¹⁴². Il dettagliato studio da parte di Ursula Haller del libro di conti di Wolf [Wolfgang] Pronner (morto nel 1590-91), intendente dei materiali per pittura e ispettore degli artisti presso la corte dei duchi di Baviera, ci informa che, fra il 1586 e il 1589 a Monaco era utilizzato lo smalto dei *Farbmachern* (produttori di colori) Hans Stchl e Abraham Probst di Schwaz¹⁴³. Tale circostanza esclude un eventuale monopolio nell'estrazione e nella lavorazione del cobalto da parte della Sassonia e della Boemia, come invece generalmente si credeva fino alla scoperta di questi documenti¹⁴⁴. Prima di questa notizia, di particolare interesse perché riferita al XVI secolo, la produzione di smalto dal cobalto estratto nelle miniere di Geyer, vicino Brixlegg-Schwaz, è stata infatti segnalata solo per il XVIII secolo, quando nel 1787 due aziende, una locale e una viennese, producevano lo smalto riutilizzando le scorie precedentemente buttate negli accumuli (*Halden*)¹⁴⁵.

¹³⁹ HAUSBRAND 1936, pp. 518-519.

¹⁴⁰ KRÜNITZ 1788, pp. 19-20. Cfr. anche il paragrafo 8.7.

¹⁴¹ Per maggiori dettagli cfr. WORMS 1904.

¹⁴² SRBIK 1929, pp. 182-183.

¹⁴³ Hans Stchl e Abraham Probst sono citati anche in altri libri di pagamenti della corte monacense. HALLER 2010 p. 331.

¹⁴⁴ HALLER 2005, p. 119.

¹⁴⁵ HANNEBERG 1994, p. 21; MARTINEK 1994, p. 72.

Sul territorio dell'attuale Austria, nel XVIII secolo, oltre a Brixlegg-Schwaz, il cobalto veniva estratto nelle miniere di Zinkwand (Schladming) in Stiria¹⁴⁶, di Saalfelden nel Leogang vicino Salisburgo, di Fügen nello Zillertal¹⁴⁷ e dei dintorni di Kitzbühel¹⁴⁸. Johann Georg Krünitz rammenta comunque che in Austria (Carinzia, Tirolo, Stiria e Salisburgo) i giacimenti di cobalto non erano importanti¹⁴⁹. Per le miniere situate in Trentino, in Ungheria e nelle attuali Repubbliche Slovacca e Ceca - allora possedimenti degli Asburgo d'Austria e successivamente, fino al 1918, del regno austro-ungarico - si rimanda, rispettivamente, ai paragrafi 5.3 e 5.10.

sito	Landkreis	cobalto e altri metalli	riferimenti
Brixlegg, Schwaz, Falkenstein, zone di	Tirolo	Cu nella media e recente età del bronzo Ag dal 1448 Co sicuramente dalla fine del XVI sec.	DOMERGUE 2008, p. 87 SPUFFORD 1988, p. 114 HALLER 2005, p. 119
Fügen (Zillertal)	Tirolo	Fe, Ag nel XVI sec. Co nel XVIII sec.	SRBIK 1929, p. 165 KAPFF 1792, p. 41
Kirchbach (Gailtal)	Carinzia	Au dal 1672 Co dal 1784	WIESSNER 1950, p. 168 WIESSNER 1951, p. 262
Kitzbühel, zona di	Tirolo	Cu nella media e recente età del bronzo Au dalla fine del XV sec. Co dal XVIII sec.	DOMERGUE 2008, p. 87 SRBIK 1929, p. 151 et segg. SRBIK 1929, pp. 159-160
Kleinzell	Bassa Austria	Co almeno dalla metà del XVIII sec.	KRÜNITZ 1788, p. 154
Saalfelden (Leogang)	Salisburgo	Co dalla II metà del XVIII sec.	KAPFF 1792, p. 40
Steingraben (Drautal)	Carinzia	Ag dal 1673 Co dal 1673	WIESSNER 1950, p. 168 WIESSNER 1951, p. 262
Zinkwand (vicino Schladming)	Stiria	Ag dal XV sec. Co dal XVII sec.	DE LAUNAY 1913, vol. II p. 597 KAPFF 1792, p. 40

Tab. 5.10 - Siti in Austria in cui è stato segnalato o estratto il cobalto prima del 1800.

5.6 Spagna

R.W. Andrews segnala la presenza di minerali di cobalto nelle regioni settentrionali della penisola iberica (province di Oviedo, León e Orense), in quelle del sudovest (province di Siviglia, Cordova, Badajoz e Ciudad Real), in quelle del sudest (province di Castellón, Tarragona e Albacete) e nei Pirenei (province di Huesca, Navarra e Gerona)¹⁵⁰. Nonostante l'abbondanza degli affioramenti, lo sfruttamento di questi minerali è documentato solo nel XVIII secolo. Per i periodi anteriori è stata ipotizzata sia l'estrazione locale che l'importazione dall'Oriente islamico, per la Spagna musulmana, e, successivamente, da altri centri europei (Italia, Fiandre e Germania), come prodotto non raffinato o come smalto. A tale proposito, in un recente studio sul cobalto nelle ceramiche valenzane è stato osservato che:

Respect the hypothesis of the Spanish origin, unfortunately, there are no references to cobalt ore mining in Spain before the 18th century. Therefore, the only hypothesis left to relate pigment groupings with local productions is to consider that the cobalt mineral sources used by Valencian ceramists were in fact the cobalt sites recorded by the prospective studies of the Spanish Geological and Mining Institute within the framework of the Mining Research Action Plan on "Cobalt in Spain"¹⁵¹. Should this hypothesis be plausible, the local cobalt ores used by Valencian potters would then be¹⁵²: asbolane (Mn-Co associations) and Co-Cu associations from Chovar in the province of Castellón and close to the Paterna and Manises potteries; erythrite from Guajar in the Granada province; pyrites with a low Ni-Co content from Chodes in the Zaragoza prov-

¹⁴⁶ Secondo notizie reperibili su internet sarebbe stato già estratto nel XVII secolo. Cfr. scheda 'Erzweg Zinkwand', relativa alle miniere austriache repertorate sul sito internet www.showcaves.com.

¹⁴⁷ KAPFF 1792, p. 41.

¹⁴⁸ SRBIK 1929, pp. 159-160.

¹⁴⁹ KRÜNITZ 1788, p. 20.

¹⁵⁰ ANDREWS 1962, pp. 130-132.

¹⁵¹ IGME 1964 [NdA].

¹⁵² PORTER 1997; GONZÁLEZ MARTÍ 1944 [NdA].

ince; arsenides and sulphoarsenides like skutterudite ¹⁵³ (Co,Ni)As₃ and cobaltite (CoAsS) from Gistain in the province of Huesca. Some of the samples analysed in this work could have used cobalt-blue pigments manufactured with mineral associations from those sites; however, there are not documentary or analytical evidence on their origin and chronology of use ¹⁵⁴.

Riguardo ad altri giacimenti di minerali di cobalto spagnoli che sembrerebbero essere stati sfruttati in antico se ne cita uno sulle rive della Laguna de Tortajada, vicino Teruel, che avrebbe fornito il cobalto per la produzione locale di ceramica bianca e blu avviata alla fine del XIV secolo ¹⁵⁵. Sulla base della prossimità geografica, infine, Yves Porter prende in considerazione oltre ai giacimenti della regione di Chóvar (nella provincia di Castellón) per la produzione ceramistica valenzana di Paterna e Manises, quelli di Guajar-Fondón e Molvizar nella regione di Motril (nella provincia di Granada) per la produzione ceramistica nasride a Malaga ¹⁵⁶.

La letteratura del XVIII secolo, in particolare l'*Introduzione alla storia naturale e alla geografia fisica di Spagna* di William Bowles (Cork 1720 - Madrid 1720), scienziato di origine irlandese che fu nel 1752 intendente delle miniere del regno di Spagna, fornisce informazioni sulle miniere della penisola iberica, raccolte negli anni 1754-57 ¹⁵⁷. L'unica miniera di cobalto a essere citata è quella della valle di Gistain, nei dintorni di Juan de Plan.

Ma è ben singolare, che ivi [nei dintorni di Plan (Juan de Plan) e Gistain] sia una miniera abbondante di cobalto; cosa si rara, che non se ne conosce la simile in europa, benché talvolta si trovi il cobalto mescolato co' filoni di piombo e d'argento arsenicali in varie miniere ... Siccome quei del paese s'intendevan poco di cavar miniere, vennero da germania alcuni pratici per istruirli, e incominciarono a estrarre il cobalto (...). I tedeschi trassero dalla suddetta miniera per lungo tempo da 500 in 600 quintali di cobalto l'anno ¹⁵⁸.

La miniera fu gestita dai tedeschi fino al 1753; in seguito fu sfruttata in maniera intermittente, prima di essere chiusa nel 1797.

La bontà del cobalto di Gistain è dovuta all'assenza di impurezze di metalli che compromettono la tonalità di azzurro da esso ottenibile, come sottolineato da Balthazar-Georges Sage (Parigi 1740 - 1824), che ne ha analizzato i minerali ¹⁵⁹: "Toutes les mines de cobalt ne sont point propres à produire un beau smalth, parce qu'elles contiennent souvent du fer, du bismuth, ou du cuivre; celles qui n'en contiennent point sont les plus recherchées; telle est celle de la vallée de Giston; réduite en saffre elle rapporte quinze cens pour cent; le quintal de mine se vend quarante-cinq livres; après avoir été calciné il produit moitié de chaux, laquelle mêlée avec trois fois son poids de sable, est vendue dans le commerce, sous le nom de saffre, quatre francs la livre. Deux quintaux de mine servent à faire quatre quintaux de saffre, & produisent seize cens francs" e "*Mine de cobalt d'un gris cendré*. Dans sa fracture elle ressemble à de l'acier, elle ne tombe point en efflorescence à l'air; elle ne contient ni fer ni bismuth. La mine de cobalt de la vallée de Giston, limitrophe de la Bigorre, montagne de S. Juan, en terre Espagnole, est de cette espece; elle est mêlée de verre d'arsenic jaunâtre & transparent. Le cobalt y est minéralise par l'arsenic" ¹⁶⁰.

Secondo Maria Isabel Álvaro Zamora sarebbe provenuto da Gistain il cobalto impiegato durante il XV secolo nella produzione ceramistica a Muel ¹⁶¹ mentre, secondo il sito internet sobrarbe.com, risalirebbe al XVI secolo l'estrazione dei minerali di cobalto nei

¹⁵³ Altro nome della smaltite (o smaltina), dalla località di Skutterud, in Norvegia.

¹⁵⁴ ROLDÁN 2006, p. 137.

¹⁵⁵ ÁLVARO ZAMORA 1982, p. 52, citato in PORTER 1997, p. 509; RAY 2000, p. 37.

¹⁵⁶ PORTER 1997, p. 509. Chóvar è citata anche in RAY 2000, p. 37.

¹⁵⁷ BOWLES 1783, vol. II, pp. 180-189. Abbiamo fatto riferimento all'edizione italiana, una delle numerose traduzioni dell'originale *Introducción a la historia natural, y a la geografía física de España* (Madrid, 1775), pubblicata "arricchita di note" dopo la seconda edizione spagnola.

¹⁵⁸ BOWLES 1783, vol. II, pp. 180-181, 182 e 183.

¹⁵⁹ SAGE 1791.

¹⁶⁰ SAGE 1772, pp. 161 e 163-164.

¹⁶¹ ÁLVARO ZAMORA 1982, p. 52, citato in PORTER 1997, p. 509.

giacimenti di San Juan de Plan/Gistain (“unas famosas minas de cobalto que alcanzaron su máximo esplendor en los siglos XVI y XVII”) ¹⁶², che venivano inviati in Francia; sappiamo peraltro da autori francesi che il cobalto spagnolo veniva stimato tra i migliori ¹⁶³.

L'invio dei minerali di cobalto in Francia e Germania è comunque attestato da più fonti ¹⁶⁴ e rende conto del fatto che per quantitativi non elevati di minerale la produzione del pigmento *in situ* sarebbe risultata antieconomica, mentre invece sarebbe risultato più vantaggioso, nonostante le lunghe distanze, il suo invio in centri manifatturieri specializzati ¹⁶⁵.

Il sito di Guadalcanal, nella provincia di Siviglia, è famoso per l'argento, già raccolto dai cartaginesi e dai romani, la cui estrazione dal 1551 al 1635 fu amministrata dai Fugger; il sito fu inoltre gestito disordinatamente nel XVIII secolo ¹⁶⁶. Sebbene Sage segnali la presenza di cobalto e ferro associata all'argento, non abbiamo trovato informazioni su una possibile estrazione lucrativa del cobalto.

sito	provincia	cobalto e altri metalli	riferimenti
Chóvar (regione di)	Castellón	Co utilizzato per la ceramica di Paterna e Manises (XIV-XV sec.)	ROLDÁN 2006, p. 137
Gistain (San Juan de Plan)	Huesca	Co scoperto nel 1730, raccolto dal 1750 al 1797	PORTER 1997, p. 508; BOWLES 1783, vol. II, pp. 180-189
Guadalcanal	Siviglia	attività mineraria dai Romani Ag nel XVI sec. Co segnalato nel XVIII sec.	BOWLES 1783, vol. I, p. 61 et segg. Ibidem; DE LAUNAY 1913, vol. III, p. 390 SAGE 1777, vol. II, parte III, pp. 72-73
Guajar Fondón e Molvizar	Granada	probabile estrazione di Co in periodo nasride	PORTER 1997, p. 509
Laguna de Tortajada (Teruel)	Teruel	Co alla fine del XIV sec.	PORTER 1997, p. 509

Tab. 5.11 - Siti spagnoli in cui è stato segnalato o estratto il cobalto prima del 1800.

5.7 Norvegia, Svezia e Russia

Nella prima metà del XVIII secolo la Svezia, che in seguito sarebbe divenuta un importante paese di estrazione di minerali di cobalto, si approvvigionava nei porti commerciali di Olanda, Germania e Danimarca ¹⁶⁷.

Nei siti scandinavi il cobalto è spesso associato a rame, in particolare in Norvegia (facente parte del regno di Danimarca fino al 1813), nelle miniere di Skutterud (nella parrocchia di Modum, vicino Kongsberg ¹⁶⁸) i cui giacimenti furono scoperti nel 1770, mentre

¹⁶² Voce ‘Municipios’, scheda ‘San Juan de Plan’.

¹⁶³ “Si le cobalt est de la meilleure qualité, tel que celui qui vient d’Espagne”. D’ARCLAIS DE MONTAMY 1765, p. 129.

¹⁶⁴ “Celle (mine) de la vallée de Gistain, dans les Pyrénées espagnoles, a long-temps alimenté les fabriques de saffre et de smalt de Saxe”. SONNINI 1817, p. 223. In particolare, dal 1740 al 1743, i minerali di cobalto provenienti da Gistain furono lavorati presso la fabbrica di smalto a Wittichen. METZ 1955, p. 254. Relativamente a un periodo di poco successivo François Delamare riporta, senza indicare le fabbriche, che “on sait qu’une partie du minerai espagnol était acheté par des Allemands qui l’exportaient vers la Saxe ou la Hollande pour préparer saffre et smalt. Pendant la période 1753-1755, ils en achètent cinq à six cents quintaux”. DELAMARE 2007, p. 100, che cita RUBIO NAVAS 2003 (notizia non ripresa nell’edizione inglese del volume, DELAMARE 2013). Cfr. anche il paragrafo 8.9.3.

¹⁶⁵ A tale proposito sappiamo che la percentuale di cobalto nel minerale estratto era circa il 3% e che esso veniva lavorato per portarla sino all’11-12% prima dell’invio in Germania. ANDREWS 1962, p. 131.

¹⁶⁶ BOWLES 1783, vol. I, pp. 61-62 e 292; SAGE 1777, vol. II, parte III, pp. 72-73; DE LAUNAY 1913, vol. III, p. 390.

¹⁶⁷ Per esempio, fra il 1738 e il 1748 ha importato ingenti quantitativi di “blaue Farbe (Bla Färg)”, in parte boemo, da Olanda, Danimarca e Lubeca. HANNOVERISCHES MAGAZIN 1772, pp. 1399-1400 e 1413-1414.

¹⁶⁸ I giacimenti argentiferi di Kongsberg erano in lavorazione dal 1623. DE LAUNAY 1913, vol. III, p. 392. Nel 1757 venne creata a Kongsberg una scuola mineraria (*Bergseminarium*).

l'attività estrattiva è iniziata nel 1772¹⁶⁹. L'importante sito di Gladhammar, in Svezia, è stato attivo, invece, dal XV secolo e vi si estraevano ferro e rame prima di produrre cobalto nella prima metà del XVIII secolo¹⁷⁰. L'estrazione del cobalto anche a Tunaberg e Vena in Svezia è avvenuta a partire soltanto dalla seconda metà del XVIII secolo. Johann Georg Krünitz nel 1788 non fa comunque menzione dei siti norvegesi, mentre per la Svezia cita quelli di Ferila e di Skila¹⁷¹. Oltre a Skila, Johann Georg Friedrich Kapff cita Fossum [Modum] in Norvegia¹⁷².

A Riddarhyttan-Skila, nel Västmanland, più precisamente nella miniera di St-Görans¹⁷³, Georg Brandt raccolse i minerali da cui isolò e identificò per la prima volta, attorno al 1742, il cobalto come elemento chimico; nonostante l'importanza storica di questo sito per il cobalto, non sono state reperite su di esso informazioni in merito a un'estrazione lucrativa¹⁷⁴. Non è stata nemmeno reperita alcun'informazione in merito a un'estrazione sistematica del cobalto nel XVIII secolo nelle zone di Sahlberg e Håkansboda¹⁷⁵, sito quest'ultimo in attività per il rame già dalla metà del XVI secolo.

Un altro sito svedese dove sono stati estratti di minerali di cobalto a partire dall'ultimo decennio del XVIII secolo è quello di Atwed (Atwidaberg), nell'Östergötland¹⁷⁶. Ulteriore segnalazione di un sito scandinavo dove si è estratto il cobalto nella seconda metà del XVIII secolo è fornita dal geografo tedesco Anton Friedrich Büsching (Stadthagen [Schaumburg-Lippe] 1724 - Berlino 1793) e concerne l'Isola degli Orsi (Björnö), a sud di Spitzbergen, nel mare di Barents¹⁷⁷. Quest'isola, assegnata alla Norvegia dopo la Seconda Guerra Mondiale, è stata prospettata nel XVIII secolo dai russi, come segnalato e descritto da Michail Vasilievich Lomonosov (Misaninskaja 1711 - San Pietroburgo 1765)¹⁷⁸.

Il reverendo William Tooke (Clerkenwell 1744 - Londra 1820) dichiara che in Russia sotto il regno (1762-96) di Caterina II (Stettino 1729 - San Pietroburgo 1796) il mercurio si raccoglieva nelle montagne di Nerchinsk e vicino Okhotsk (rispettivamente nella Siberia meridionale e orientale), e che in queste zone si trovavano in piccole quantità anche nichel, cobalto e bismuto; Tooke riferisce comunque che la Russia importava questi semimetalli in quantità più o meno consistenti¹⁷⁹. Bisogna infine aspettare la seconda metà del XIX secolo perché siano scoperti e in lavorazione i giacimenti cobaltiferi nel Caucaso¹⁸⁰, negli Urali¹⁸¹ e in Siberia¹⁸².

¹⁶⁹ HAUSBRAND 1936, p. 525; EMONS 2000, p. 23. La zona di Skutterud è stata stimata avere una delle più grandi concentrazioni di cobalto in Europa.

¹⁷⁰ DE LAUNAY 1913, vol. II, pp. 613 e 614.

¹⁷¹ KRÜNITZ 1788, p. 26. Nonostante attente ricerche, non siamo riusciti a localizzare il sito di Skila, nel Västmanland in Svezia, sito che probabilmente va collegato a Riddarhyttan.

¹⁷² KAPFF 1792, p. 44.

¹⁷³ SONNINI 1817, p. 232.

¹⁷⁴ HAUSMANN 1818, p. 327.

¹⁷⁵ "The Håkansboda Project", pubblicato da Kopparberg Mineral AB, Uppsala 2012, pp. 25 e 26; DUROCHER 1849, pp. 333-334. Joseph Marie Elisabeth Durocher (Rennes 1817 - Parigi 1860) fornisce informazioni interessanti sulle miniere di cobalto della Scandinavia riportate dal suo viaggio nel 1845.

¹⁷⁶ VILLEFOSSE 1819, p. 333.

¹⁷⁷ "Ce n'est que depuis 1617 qu'on a commencé à faire valoir ce minéral (cobalt). On le trouve en plusieurs pays, principalement en Saxe & depuis peu dans l'isle des Ours près d'Archangel". BÜSCHING 1779, p. 62. La data del 1617 fa verosimilmente riferimento alla regolamentazione ufficiale delle manifatture sassoni, come anche riferito nell'*Encyclopédie* di Diderot e d'Alembert. DIDEROT 1765, p. 493.

¹⁷⁸ LOMONOSOV 1961, p. 544. Nonostante i noti esperimenti di Lomonosov col vetro (cfr. paragrafo 8.9.5) e le sue numerose pubblicazioni sui minerali, non ci sono pervenuti suoi scritti specifici sul cobalto. MENSHTUKIN 1952, p. 150.

¹⁷⁹ TOOKE 1801, p. 243.

¹⁸⁰ DE LAUNAY 1913, vol. II, p. 615.

¹⁸¹ DE LAUNAY 1913, vol. II, p. 603.

¹⁸² GUIBERT 1850, p. 1542.

sito	paese	cobalto e altri metalli	riferimenti
Atwidaberg (contea di Östergötland)	Svezia	Co dopo il 1790	VILLEFOSSE 1819, p. 333
Gladhammar (Småland; contea di Kalmar)	Svezia	Co dalla I metà del XVIII sec.	KAPFF 1792, p. 44; DE LAUNAY 1913, vol. II, p. 614
Loos, Färila [Los, Ferila] (Hälsingland; contea di Gävleborg)	Svezia	Co dalla metà del XVIII sec.	CRONSTEDT 1788, p. 827; KAPFF 1792, p. 44
Riddarhyttan [Skila] Skinnskatteberg (contea di Västmanland)	Svezia	Cu segnalato nel XVIII sec. Co segnalato nel XVIII sec.	HAUSMANN 1814, parte III, p. 327 KRÜNITZ 1788, p. 26; KAPFF 1792, p. 44; SONNINI 1817, p. 232
Tunaberg (contea di Södermanland)	Svezia	Cu dal XV sec. Co dalla II metà del XVIII sec.	ERDMANN 1851, p. 21 HAUSMANN 1814, parte III, p. 316; DE LAUNAY 1913, vol. II, p. 614
Vena, vicino Askersund (Närke; contea di Örebro)	Svezia	Cu, Co dal 1770	GRODDECK 1884, p. 143; www.mindat.org/loc-3152.html
Skutterud, Snarum, Modum (contea di Buskerud)	Norvegia (fino al 1813 Danimarca)	Co dal 1772	HAUSBRAND 1936, p. 525; LIESSMANN 1994, p. 2; EMONS 2000, p. 23
Björnö (Isola degli Orsi, Mare di Barents)	Russia e dal 1920 Norvegia	Co segnalato nel 1779	BÜSCHING 1779, p. 62
Montagne di Nerchinsk (territorio di Transbaikalia)	Russia	Co segnalato alla fine del XVIII sec.	TOOKE 1801, p. 243
Montagne di Okhotsk (territorio di Chabarovsk)	Russia	Co segnalato alla fine del XVIII sec.	TOOKE 1801, p. 243

Tab. 5.12 - Siti nei paesi scandinavi e in Russia in cui è stato segnalato o estratto il cobalto prima del 1800.

5.8 Gran Bretagna

Fino alla metà del XVIII secolo la Gran Bretagna ha importato il cobalto (come zaffera e, soprattutto, smalto) dal continente; sul suolo inglese la presenza di cobalto è documentata nel XVIII secolo nei Mendip Hills (Somersetshire) e in Cornovaglia, dove è associato a rame e bismuto¹⁸³.

Nel corso del XVII e del XVIII secolo, la moda della ceramica e poi della porcellana decorata in blu determinò una richiesta sempre maggiore di cobalto. A seguito di ciò la Royal Society of Arts offrì nel 1754 un premio di cinquanta sterline per chi avesse trovato il miglior cobalto nel regno d'Inghilterra, assegnato nel 1755 a Francis Beauchamp (Gwennap 1702 - 1774), per il cobalto trovato sulle sue terre a Pengreep vicino Truro e Gwennap in Cornovaglia¹⁸⁴, cui seguì nel 1764 il bando di un secondo premio anch'esso di cinquanta sterline per chi avesse messo a punto un metodo per la produzione di cobalto sfruttando le risorse minerarie del suolo inglese.

Il primo cobalto inglese a essere effettivamente impiegato a scopi commerciali fu estratto, con maggior o minor successo, a Saint Columb Major (vicino Saint Austell), a Wheal Trugo e a Botallak (vicino Saint Just), sempre in Cornovaglia. Comunque, fu soltanto nella prima decade del XIX secolo che lo smalto inglese riuscì a fare concorrenza a quello del continente, con le miniere di Voel Hiraddog (Flintshire) e di Wheal Sparnon, vicino Redruth (Cornovaglia)¹⁸⁵.

Un altro sito storicamente importante, sebbene l'attività estrattiva vi sia durata solo pochi anni e a livello esplorativo, è quello di Alva, vicino Alloa, nel Clackmannanshire, in Scozia¹⁸⁶. Su di esso si hanno informazioni circostanziate grazie agli studi di Jill Turnbull che ha esaminato la cospicua documentazione conservata nell'archivio della famiglia Erskine, presso la National Library of Scotland¹⁸⁷. Il giacimento di minerali di cobalto era infatti situato nei pos-

¹⁸³ NEUMANN 1773, p. 229.

¹⁸⁴ LONDON MAGAZINE 1755, p. 299. I saggi sui campioni di minerale inviati alla Royal Society of Arts furono effettuati da Nicholas Crisp. MALLETT 1973, p. 95.

¹⁸⁵ DE LAUNAY 1913, vol. II, p. 617; WATNEY 1963, pp. 7-8.

¹⁸⁶ HALSE 1924, p. 21.

¹⁸⁷ TURNBULL 1997, pp. 144-151.

sedimenti di Charles Erskine [o Areskine], Lord Tinwald (Alva 1680 - Edimburgo 1763), e del figlio James), Lord Alva (in seguito Lord Barjarg), (Edimburgo 1722 - Drumsheugh [Edimburgo] 1796. Le prime notizie sul reperimento dei minerali di cobalto ad Alva risalgono al 1759, mentre quelle concernenti gli ultimi tentativi di impiantarvi un'attività mineraria arrivano sino al 1771; il cobalto di Alva fu comunque richiesto da una manifattura locale ancora nel 1775, in quest'ultimo caso si trattava probabilmente di materiale recuperato da scarti e accumuli della lavorazione precedente sia del cobalto sia di quella di argento, che anch'essa ebbe una vita effimera. In ogni caso, pare che il cobalto estratto ad Alva fosse di qualità eccezionale¹⁸⁸ e che superasse i migliori prodotti sassoni, almeno stando agli apprezzamenti dei saggi effettuati con esso, espressi da tutte le manifatture più importanti di ceramica e porcellana delle isole britanniche cui furono mandati. Probabilmente l'unica manifattura che godette di effettive forniture da Alva, e non solo di saggi, fu quella locale (a Westpans). Per l'avvio dell'attività estrattiva Charles e James Erskine cercarono personale specializzato proveniente dalla Sassonia, quindi nel 1761 si associarono col gioielliere e orologiaio Nicholas Crisp (Londra 1704 - Bovey Tracey 1774), che aveva avuto a che fare col cobalto della Cornovaglia e che fece giungere da là un uomo per gestire le attività ad Alva.

sito	contea	cobalto	riferimenti
Alva/Alloa	Clackmannan	Co citato nel 1759	HALSE 1924, p. 21; TURNBULL 1997
Botallak, Saint Just	Cornovaglia	Co dalla II metà del XVIII sec.	WATNEY 1963, p. 7
Gwennap	Cornovaglia	Co dal 1754	LONDON MAGAZINE 1755, p. 299
Mendip Hills	Somerset	Co citato nel XVIII sec.	NEUMANN 1773, p. 229
Pengreep, vicino Truro	Cornovaglia	Co dalla II metà del XVIII sec.	LONDON MAGAZINE 1755, p. 299
Saint Columb, Saint Austell	Cornovaglia	Co dalla II metà del XVIII sec.	DE LAUNAY 1913, vol. II, p. 617; WATNEY 1963, pp. 7-8
Wheal Trugo	Cornovaglia	Co dalla II metà del XVIII sec.	WATNEY 1963, pp. 7-8

Tab. 5.13 - Siti nelle isole britanniche in cui è stato segnalato o estratto il cobalto prima del 1800.

5.9 Svizzera

In Svizzera il cobalto è stato estratto nel cantone di Valais (Vallese), in particolare nella Valle d'Anniviers, dove nella miniera di Grand Prat è stato raccolto dall'inizio del XVIII secolo fino al 1789 e poi per un breve periodo nel XIX secolo¹⁸⁹. Sappiamo inoltre da Johann Georg Friedrich Kapff che fra il 1753 e il 1773 la *Blaufarbenwerk* di Wittichen importò anche il cobalto vallese¹⁹⁰.

sito	province	cobalto e altri metalli	riferimenti
Cruvino [vic. Bruzolo] (Val di Susa)	Torino	Inizio attività mineraria nel XIII sec. Co nel XVIII secolo, fino al 1752 o 1759	DE LAUNAY 1913, vol. II, p. 602 JERVIS 1873, p. 53; DE LAUNAY 1913, vol. II, p. 602
Usseglio [Traves] (Valle di Viù)	Torino	Co nella II metà del XVIII sec. forse già nel XVI sec. Co portato in Germania	FENOGLIO 1928, p. 183 FENOGLIO 1928, p. 183 KAPFF 1792, p. 41
Usseglio [Torre Ovarda] (Valle di Viù)	Torino	Ag nel medioevo Co dal 1753 fino al 1848 Co anche sull'altro versante del monte, a Torre Ovarda vicino Balme	JERVIS 1873, pp. 56-57 JERVIS 1873, p. 57 JERVIS 1873, p. 62
Séssera (Valsesia)	Biella	miniere con manodopera tedesca nel XV sec. miniera di cobalto citata nel 1792	DI GANGI 2001, p. 101 KAPFF 1792, p. 41
Monteneve, Vignola, Fleres, Roncegno, Pergine ecc.	Trento e Bolzano	Co presente, ma non si sa se è stato raccolto a fini commerciali	EXEL 1987, p. 177 et segg.

Tab. 5.14 - Siti italiani in cui è stato segnalato o estratto il cobalto prima del 1800.

¹⁸⁸ Unico difetto era la tendenza del colore a spandere, che non consentiva decorazioni elaborate e sottili.

¹⁸⁹ GERLACH 1873, p. 81.

¹⁹⁰ KAPFF 1792, p. 86.

5.10 Italia

L'estrazione e lo sfruttamento di minerali di cobalto nelle regioni italiane non sono testimoniati in antico, nonostante siano oggi documentati la loro reperibilità e l'affioramento in zone dove, a volte, la frequentazione o un'eventuale attività estrattiva di minerali di altri metalli risale a secoli addietro; notizie certe concernenti la coltivazione di filoni cobaltiferi si hanno invece solo a partire dal XVIII secolo.

Unici giacimenti di cobalto di cui è documentata con certezza la coltivazione prima del 1800 sono quelli nelle alpi piemontesi, nelle alte Valle di Lanzo, Val d'Ala, Valle di Viù, sul versante sinistro della Val di Susa, in Valsesia. In genere la presenza di cobalto è associata a minerali contenenti nichel, zolfo e/o arsenico; dal punto di vista storico le notizie più interessanti concernono i giacimenti di Cruvino (Val di Susa) e Usseglio (Valle di Viù). Quelli di Cruvino sono stati coltivati nella prima metà del XVIII secolo, per conto del re Carlo Emanuele III di Savoia (Torino 1701 - 1773), e abbandonati nel 1752¹⁹¹. La loro chiusura ha probabilmente motivato prospezioni e ricerche nelle valli adiacenti, che hanno portato al rinvenimento del cobalto a Usseglio, dove infatti è stato scoperto nel 1753 ed estratto su concessione dal 1772 al 1848¹⁹². Vari autori ipotizzano però una frequentazione mineraria della zona molto anteriore: "il Barelli riferisce che i giacimenti di cobalto di Usseglio furono oggetto di regolare concessione di due miniere nel 1772, che l'inizio della coltivazione risale però a qualche secolo prima"¹⁹³. Nella zona di Usseglio, infatti, si estraeva argento già nel XIV secolo¹⁹⁴, il che potrebbe rendere plausibile l'affermazione precedente; se ciò risultasse verificato, si dovrebbe rimettere in discussione la totale dipendenza dalla zaffera tedesca dei ceramisti e vetrai del XVI e XVII secolo, almeno per l'Italia nordoccidentale. I quantitativi di cobalto estratti a Usseglio non devono comunque essere mai stati rilevanti, al punto da non consentire l'impianto di una manifattura di smalto nella zona (ovviamente non sul sito di estrazione dei minerali, essendo ad alta quota); all'imbocco della valle di Arras, in un edificio appositamente allestito e dotato di pesteria e lavanderia, si operava solo la frantumazione e la selezione del minerale, poi inviato in Germania a Wittichen¹⁹⁵ (ma abbiamo anche la notizia della sua presenza a Norimberga)¹⁹⁶. La non avvenuta installazione di una fabbrica di smalto locale per trattare i minerali estratti a Usseglio fu più volte rammentata con rammarico dagli autori locali: "Nous avons à Ussey, dans la vallée de Lanzo, la rare mine de *Cobalt*, qui est très-riche et abondante, et qui est en exploitation depuis long-tems. Pourrait-on croire qu'on ne l'exploite que pour vendre le minéral tel qu'il est ou à peine lavé et bocardé, sans qu'on ait encore su parmi nous en faire le safre, le smalt, le bel azur pour les porcelaines et les verreries, ni même en extraire le régule pur? Nous pourrions préparer

¹⁹¹ JERVIS 1873, p. 53. Più che dall'esaurimento del giacimento l'abbandono sembrerebbe motivato dalle difficoltà dell'estrazione ad alta quota e dalla cattiva qualità dei minerali di cobalto: "Au-dessus du village de Berzol, en remontant le ruisseau de Pavillon jusqu'aux Alpes de Cruin, on trouve une minière de cobalt, qu'on avait découverte, et dont je déterminai la nature, à mon retour de Saxe, au laboratoire de chimie, après quoi le Gouvernement en fit faire des recherches en 1752, qu'on discontinua l'année suivante; le filon s'y montre par sa tête, et entre en sens direct et incliné dans la montagne, se dirigeant d'orient en occident, ou à peu près. Le cobalt est compacte, gris, avec une mauvaise matrice de spath de fer; il est à présumer que ce filon deviendrait important par les ouvertures qu'on pourrait y faire". JOURNAL DES MINES 1798-99, p. 125. "Berzuol. *Mine de cobalt dans une matrice argileuse de mauvaise qualité*, au Cruin, dont on a un filon transversal sur les plus hautes cimes. On la cultivait pour compte de S.M.; mais on l'abandonna en 1752 pour ne s'occuper que des recherches des vallées de Sesia et de Challand". JOURNAL DES MINES 1798-99, p. 154.

¹⁹² JERVIS 1873, p. 57.

¹⁹³ FENOGLIO 1928, p. 183. Vincenzo Barelli (Cuneo 1781 - Torino 1843).

¹⁹⁴ "Nell'anno 1330 si scoprì un minerale argentifero, nel luogo detto Acorio o Scoglio nel comune di Usseglio, e verso il 1335 si coltivò una miniera, la quale pare essere abbandonata dopo 5 anni". JERVIS 1873, p. 56.

¹⁹⁵ METZ 1955, p. 254.

¹⁹⁶ "Der Kobolt wird geröstet nach Nürnberg verkauft". FERBER 1773, p. 369. "On vend le cobalt tout grillé à Nuremberg". FERBER 1776, p. 461.

utilement ces produits chez nous, puisque nous ne manquons point de tous les fondans possibles à portée de la mine. Nous devrions au moins chercher à séparer le métal du cobalt, et à le démêler des autres métaux, gangues et minéralisateurs, pour le vendre avec grand bénéfice, sans que l'étranger soit contraint de payer le transport de la pierre et des corps pesans, hétérogènes et étrangers à son but"¹⁹⁷. La circostanza che comunque sia avvenuto in Piemonte il trattamento completo di parte dei minerali estratti a Usseglio è testimoniata dalla seguente affermazione, posta in nota al passo appena citato, che fa riferimento a Vittorio Amedeo Gioannetti (Torino 1729 - Vinovo 1815), chimico e medico che portò la produzione delle porcellane di Vinovo a livello europeo: "notre confrère, le citoyen Gioanetti, en tire cette précieuse couleur de bleu très-foncé pour l'usage de sa fabrique en porcelaine, qui est d'une beauté étonnante. Avant qu'il susse se préparer, il l'achetait des fabriques étrangères au très-haut prix d'un sequin le gros"¹⁹⁸.

Altro dato rilevante è costituito dalla presenza non trascurabile di zinco nei minerali di cobalto (smaltite e cloantite) di Usseglio, però contestata da alcuni autori¹⁹⁹, che verrebbe a individuare una tipologia Co-Ni-As-Zn raramente segnalata dalle analisi eseguite su manufatti di interesse artistico, e solo su manufatti realizzati nel mondo islamico²⁰⁰.

Ancora meno circostanziate sono le notizie concernenti il cobalto in altri siti piemontesi. Relativamente alla Valsesia Johann Georg Friedrich Kapff, alla fine del XVIII secolo, cita la miniera di Sesera (Séssera)²⁰¹, dove la presenza di cobalto è generalmente ignorata dalla letteratura scientifica specifica. In ogni caso, l'attività metallurgica della Valsesia risale almeno alla prima metà del XV secolo e fu inizialmente gestita da personale specializzato tedesco²⁰².

La presenza di minerali di cobalto è stata anche segnalata sulle alpi orientali, nella Valbana (Bergamo) e, soprattutto, in Trentino-Alto Adige, sempre associata a blenda e/o galena, talvolta argentifera; tuttavia, nonostante questa presenza, vi è un silenzio assoluto in merito allo sfruttamento di tali minerali, pertanto unica ipotesi plausibile è che, se effettivamente sono stati lavorati coloranti a base di cobalto, essi siano stati ricavati da prodotti secondari della produzione di argento o, anteriormente al 1800, mediante il recupero delle scorie abbandonate.

In Trentino le miniere in cui sono stati rinvenuti campioni di cobaltite sono localizzati nella Valsugana, mentre nell'Alto Adige la presenza di cobaltite e smaltite è segnalata nella Val di Pennes, nella Val Venosta e nell'alta Val Passiria. Da notare i toponimi di alcuni siti, quali Annaberg (sopra Coldrano, nella Val Venosta) e Schneeberg (Monteneve, nella Val Passiria), che rimandano a località minerarie più note, anche e soprattutto per la storia del cobalto; il ripetersi dei toponimi è probabilmente dovuto allo spostarsi di operatori che detenevano le conoscenze minerarie necessarie a impiantare le attività estrattive in nuovi territori. Riguardo ai giacimenti di Monteneve si sottolinea comunque la precedenza nella coltivazione rispetto a Schneeberg in Sassonia: "intorno al 1220 circa sul monte Neve (2355 m) venne aperta una miniera per l'estrazione di zinco e di piombo dove nel 1486 vi lavoravano circa 1000 minatori"²⁰³.

Chiudiamo la rassegna delle fonti di cobalto italiane potenzialmente sfruttabili in antico, almeno per una produzione minimale, con una notizia pubblicata nel XVIII secolo, concernente la segnalazione effettuata a Giovanni Targioni Tozzetti (Firenze 1712-1783) dallo scienziato e spia industriale svedese Reinhold Rucker Angerstein (Vikmanshyttan 1718 - Stoccolma 1760). Tale comunicazione è riportata nel tomo IV delle *Relazioni d'alcuni Viaggi Fatti in diverse Parti della Toscana per osservare le Produzioni Naturali*,

¹⁹⁷ JOURNAL DES MINES 1801-02, pp. 23-24.

¹⁹⁸ JOURNAL DES MINES 1801-02, p. 23.

¹⁹⁹ PIEPOLI 1934.

²⁰⁰ Cfr. paragrafo 4.5.

²⁰¹ KAPFF 1792, p. 41.

²⁰² DI GANGI 2001, p. 101.

²⁰³ TCI 2005, p. 329.

*e gli Antichi Monumenti di essa. Dal dottor Giovanni Targioni Tozzetti medico del collegio di Firenze professor pubblico di botanica prefetto ... (Firenze 1752)*²⁰⁴.

Relazione delle Miniere che sono nella Montagna di Seravezza, Capitanato di Pietrasanta.

... Fuori di queste Miniere che prima erano scoperte, ed anche per la maggior parte sono state anticamente lavorate, camminando per le Montagne ho trovato molti segni indicanti Miniere d'Argento, e di Rame, siccome anche nel declive della Montagna sopra alle cave de' Marmi dell'Altissimo, una vena di Cobalto, che è Semimetallo di cui si fa Vetro Ceruleo. La vena sta in Pietra fissile nera, e non troppo larga; ma in Boemia, in Sassonia, in Svezia, ed in altri paesi, dove le Miniere sono coltivate, e vi sono tutte le cose necessarie già in pronto, è lavorata sempre con guadagno. ...

Seravezza 19. Settembre 1751.
Reinhold Angerstein Svedese.

5.11 Bilancio provvisorio

Sulla provenienza dei coloranti a base di cobalto utilizzati nell'alto medioevo sappiamo poco o niente e siamo costretti a fare delle ipotesi. Per i celti e i romani questi coloranti sotto forma di semilavorati di vetro azzurro giungevano dal Mediterraneo sudorientale ed erano estratti dagli allumi cobaltiferi (cfr. capitolo 2); è però possibile che già in un'epoca così alta si fosse iniziato a utilizzare le scorie vetrose derivate dalla purificazione dell'argento. Se così fosse, le miniere di argento allora in attività dove è attestata la presenza di cobalto sarebbero quelle dello Harz a Clausthal, della Foresta Nera a Sulzburg, della Boemia a Kuttenberg/Kutná Hora, della penisola iberica a Huelva, della Turingia a Saalfeld, dell'Italia a Seravezza. Tutte queste miniere, a eccezione di quella di Sulzburg, furono abbandonate dopo il crollo dell'Impero romano e riattivate secoli dopo, il che non esclude comunque una possibile frequentazione per il recupero delle scorie.

Tra il periodo romano e la metà del XV secolo, quando nell'Erzgebirge vengono scoperti i minerali di cobalto e messo a punto il metodo di estrazione del cobalto dal bismuto (*Wismuthgrauen*), siamo ancora nel buio e possiamo, pure in questo caso, avanzare solo delle ipotesi. È comunque altamente probabile che sino al XV secolo si continuassero a ricavare i coloranti vetrosi a base di cobalto ancora dai sottoprodotti della lavorazione e della purificazione dell'argento, come anche testimoniato in alcune ricette alto-medievali prese in considerazione nel paragrafo 4.2.

Tra il X e il XIII secolo, i possibili siti di provenienza dei minerali di cobalto potrebbero pertanto essere quelli di Sainte-Marie-aux-Mines sui Vosgi, dello Harz (in particolare Rammelsberg, Goslar e Sankt-Andreasberg), Freiberg e, alla fine del XIII secolo, Kuttenberg/Kutná Hora in Boemia. Non trascurabile, anzi più che certa è la possibilità che i coloranti a base di cobalto fossero ricavati anche lontano da questi siti, con la rilavorazione o la purificazione di argento importato, nonché con l'importazione manifesta o clandestina delle scorie stesse. Spesso i siti di estrazione più importanti erano legati a strutture abbaziali, in particolare cistercensi che, tra l'altro, controllavano e/o curavano l'estrazione e la lavorazione dei metalli, nonché la produzione primaria di vetro.

Con il XIV secolo abbiamo le prime testimonianze in merito al riconoscimento diretto dei minerali contenenti cobalto, grazie alla descrizione dell'eritrite e all'affermazione che i minerali di cobalto potevano giungere in Oriente dall'Europa, come riferito da Abū'l Qāsim.

Nel XV secolo sorgono e raggiungono presto grande rilevanza i siti del Tirolo e, soprattutto, nell'Erzgebirge sassone e boemo. Di lì a poco, per tutti questi siti si hanno nel XVI secolo numerose attestazioni concernenti l'estrazione e, in alcuni casi, la lavorazione sul posto dei minerali contenenti cobalto. Sempre nel XVI secolo, per Schneeberg in particolare, abbiamo la certezza che l'estrazione del cobalto derivava dalla rilavorazione delle scorie del bismuto. Nel XVII secolo si ebbe l'affermazione definitiva e la totale supremazia dei centri estrattivi sassoni mentre nel XVIII secolo si saggiarono in maniera capillare su vasta scala le potenzialità estrattive dei giacimenti cobaltiferi che via via venivano scoperti nei vari paesi d'Europa e che spesso conobbero momenti di gloria effimera.

²⁰⁴ TARGIONI TOZZETTI 1752, pp. 210-211.

Capitolo 6

Il cobalto nel mondo islamico

6.1 Il trattato Abū'l Qāsim

In un testo persiano scritto a Tabrīz, quand'era capitale dell'impero ilkhānide (1270-1305), sono descritti i minerali di cobalto al punto che è possibile identificarli. Ciò ne ha fatto la fonte di gran lunga più citata nei lavori moderni sul cobalto, in alcuni casi dando origine a estrapolazioni forzate, in quanto essa è stata spesso usata come riferimento diretto anche in contesti storicamente e geograficamente molto distanti¹.

L'autore è Abū'l Qāsim Kāshānī, membro di una famiglia di vasai nella città persiana di Kāshān, noto centro di produzione di manufatti ceramici di lusso (figg. 6.1-6.3). Già questo dato è indicativo del fatto che le informazioni riportate da Abū'l Qāsim sono di prima mano e attendibili. Il trattato, dal titolo *Jawāhir al-'arā'is wa-aṭā'ib an-nafā'is* oppure *'Arā'is al-jawāhir wa-nafā'is al-aṭā'ib*, ossia *Libro delle pietre preziose e dei profumi*, ci è pervenuto in due manoscritti: uno datato al 1301² e un altro, posteriore, al 1583³.

Il nucleo sulle ceramiche contenuto in questo trattato è stato per la prima volta edito nel 1935 in una lingua occidentale da Hellmut Ritter (Hessisch Lichtenau 1892 - 1971), Julius Ruska (Bühl 1867 - Schramberg 1949) e Rudolf Friedrich Emil Winderlich (Iserlohn 1876 - Oldenburg 1951)⁴, in tedesco col testo originale persiano a fronte. In un secondo momento, nel 1973, la versione tedesca è stata a sua volta tradotta in inglese da James Wilson Allan (n. 1945)⁵, ed è questa la versione cui fanno generalmente riferimento gli autori successivi.

Il capitolo finale di Abū'l Qāsim sulle ceramiche contiene una serie di informazioni particolarmente significative sui materiali impiegati. Il testo relativo ai minerali di cobalto, che per comodità si continua a proporre nella traduzione inglese di Allan, è il seguente.

The sixth is the stone *lājvard*, which the craftsmen call *Sulaimānī*. Its source is the village of Qamṣār in the mountains around Kāshān, and the people there claim that it was discovered by the prophet Sulaimān. It is like white silver shining in a sheath of hard black stone. From it comes *lājvard* colour, like that of *lājvard*-coloured glaze etc. Another type comes from Farangistān and is ash-coloured and soft. And there is a red kind found in the mine which is a deposit on the outside of the stones and is like the red shells of pistachios. This kind is very strong but is a fatal deadly poison⁶.

Dopo aver consegnato l'articolo, Allan è venuto a conoscenza dell'edizione moderna a stampa dell'intero trattato in lingua originale⁷, circostanza che ha determinato un *addendum* all'articolo, con informazioni nuove anche in merito al *lājvard*: "Cobalt ore was called *sang-i lājvard* because (pp. 137-8) it was used with *shukar-i sang* and *shakār* to make gem stones in imitation of real lapis lazuli"⁸. Allan non trascrive però il testo di tale prescrizione, riportato invece da Yves Porter tradotto in francese: "Prendre un *man* de *shekar sang* [polvere di quarzo], 100 *deram* de *malh-e shakhār* [sale di soda], et 40 *deram* de (?...) *soleymānī* (un mot manque dans le manuscrit de l'édition); broyer le tout finement avec du séné, et le

¹ Tra i molti, il caso più emblematico è quello del vetro blu rinvenuto a Eridu (Abū Sharain) e databile al 2050 a.C. circa conservato presso il British Museum (inv. 115474; fig. 2.1). GARNER 1956a, p. 148.

² Istanbul, Biblioteca Aya Sofya, ms. 3614.

³ Istanbul, Biblioteca Aya Sofya, ms. 3613.

⁴ RITTER 1935.

⁵ ALLAN 1973.

⁶ Idem, p. 112; ABŪ'L QĀSIM 1966, p. 339.

⁷ ABŪ'L QĀSIM 1966.

⁸ ALLAN 1973, p. 120.

mettre dans des vases en terre glaçurée au four à *kāshi*; une fois cuit, le produit est broyé à nouveau et donne une excellente couleur”⁹. Porter rileva inoltre l'esistenza di una prescrizione simile, per fare il turchese artificiale, dalla quale è possibile reintegrare la lacuna concernente la parola mancante nell'indicazione dell'ingrediente a base di cobalto, “*mīnā-yi soleymānī-yi lājvard*”¹⁰, ingrediente che, pertanto, si qualifica come uno smalto (*mīnā*), molto probabilmente l'azzurro di smalto, come attualmente inteso.

Per concludere l'esame del trattato di Abū'l Qāsim si ricorda che il *lājvard-e suleymānī* torna ad essere citato nella parte finale del capitolo quando sono indicate alcune ricette; in particolare ne è citata una per ottenere un'invetriatura azzurra con una parte di *lājvard-e suleymānī* e quaranta di fritta¹¹.

Abū'l Qāsim descrive tre differenti minerali con cui ottenere il colore *lājvard*, termine con cui in persiano è indicato il lapislazzuli. I commentatori hanno cercato di riconoscere i minerali corrispondenti a queste tre specie. Mentre sulla terza (quella che costituisce un prodotto di ossidazione sulla superficie dei minerali costituiti dalla prima) c'è unanimità nell'identificarla con l'eritrite, contrastanti sono invece le opinioni in merito alla prima e alla seconda specie. Alcuni commentatori moderni riconoscono nella seconda l'asbolano. Allan propone l'asbolano anche per la prima specie, sebbene osservi che la descrizione della seconda si accordi meglio con la cobaltite, minerale proposto da Ritter, Ruska e Winderlich, nonché da Ernst Pernicka (n. Vienna 1950)¹².



Fig. 6.1 - Ciotola decorata con colature blu, Irān (Kāshān), epoca selgiuchide, XII secolo, impasto siliceo. Questo tipo di decorazione essenziale caratterizza molti manufatti selgiuchidi. Il tratto colorato poco definito è essenzialmente dovuto all'interazione dei coloranti a base di cobalto, probabilmente utilizzati come prodotto vetroso, con le invetriature alcaline. Collezione privata.



Fig. 6.2 - Mattonella a forma di stella, Irān (Kāshān), epoca ilkhānide, 1282-3 d.C. (681 E.), impasto siliceo, decorazioni in lustro e blu su smalto. L'abbinamento del lustro con il blu è tipico della produzione di Kāshān, soprattutto nelle ceramiche per rivestimenti e decorazioni parietali. Museo Internazionale delle Ceramiche in Faenza, inv. 22015.

⁹ ABŪ'L QĀSIM 1966, p. 137; PORTER 1993, p. 155. In PORTER 1995 (p. 173) è riportata anche la traslitterazione in caratteri latini del testo persiano.

¹⁰ ABŪ'L QĀSIM 1966, p. 72; PORTER 1995, nota 45 a p. 173.

¹¹ RITTER 1935, p. 45; ALLAN 1973, p. 114, § 25.

¹² PERNICKA 2004, p. 514.

John E. Dayton¹³ ignora invece la seconda e per la prima, sulla base di una ricognizione attorno a Qamṣār, propone in alternativa la galena o l'ematite fibrosa, il cui aspetto è in perfetto accordo col testo di Abū'l Qāsim; l'autore riconosce tuttavia che tale interpretazione è problematica in quanto non identifica il responsabile della colorazione azzurra, perché tali minerali non contengono cobalto.

Barbara Kleinmann, nel commentare i risultati di analisi da lei eseguite su campioni di ceramica 'abbāsīde con invetriatura azzurra provenienti da Sāmarrā' (IX secolo) e altri campioni di pigmento azzurro sotto vetrina in ceramiche persiane del XII-XIV secolo propone, con qualche incertezza, di identificare il minerale descritto da Abū'l Qāsim nella linneite associata a magnetite¹⁴.

Si è cercato di localizzare i giacimenti cui Abū'l Qāsim allude; anche in questo caso l'opinione dei commentatori non è sempre in accordo. Per quanto concerne il Farangistān si è unanimi nell'identificarlo in un paese europeo; si oscilla tra la Francia (terra dei franchi), la Germania (terra dei franconi) o l'Occidente cristiano in senso lato, con una preferenza per la seconda interpretazione a causa dei numerosi giacimenti presenti sia nell'Erzgebirge, sia in altre regioni, come per esempio lo Harz. Dayton si spinge ancora più in là, ipotizzando un riferimento diretto a Schneeberg, sulla base della presenza di arsenico nel minerale¹⁵, caratteristica tuttavia non esclusiva dei minerali provenienti da Schneeberg. Il riferimento a Schneeberg appare inoltre poco attendibile in quanto comporterebbe una frequentazione dei suoi giacimenti secoli prima che fossero ufficialmente sfruttati (peraltro Dayton retrocederebbe tale sfruttamento addirittura all'epoca micenea¹⁶). Come si è accennato, il trattato di Abū'l Qāsim è datato al più tardi al 1301 mentre a Neustädtel (Schneeberg) per la prima volta è attestata un'attività estrattiva nel 1316 e questo seppur piccolo iato non concorda affatto con l'ipotesi di un'acclarata fama dei suoi giacimenti fino in Oriente.

Apparentemente, la descrizione del minerale importato dal Farangistān, che ha un equivalente in un passo di Bernard Palissy ("une terre minerale ... lequel [saphre] à bien peu de couleur autre que grise, tirant un peu sur le violet"¹⁷), sembra indicare, come è già stato sottolineato, l'asbolano; è invece altamente probabile che il prodotto "ash-coloured and soft", così come l'equivalente segnalato da Palissy, debba essere identificato con quanto ottenuto dall'arrostimento del minerale arsenicale di cobalto, solitamente indicato come zafferano. Secondo tale ipotesi, pertanto, agli inizi del XIV secolo era già praticata la lavorazione dei minerali arsenicali contenenti cobalto, al posto o in aggiunta al riciclo delle scorie vetrose di purificazione dell'argento, al punto di essere oggetto di scambi su lunga distanza, sia nel commercio europeo interno che in quello esterno, con l'Oriente islamico. Escludendo l'ipotesi antistorica della provenienza da Schneeberg, sulla base di quanto esposto nel capitolo 5 altri siti minerari possono essere chiamati in causa: per esempio nei Vosgi, nella Foresta Nera, nello Harz, in Tirolo e nello stesso Erzgebirge sassone e boemo.

L'impiego di cobalto di provenienza europea in Persia menzionato da Abū'l Qāsim è confermato nel XVII secolo dal viaggiatore inglese John Fryer (1650 circa - Londra 1733), che nel 1672 riferisce che i persiani utilizzavano "the German Stone"¹⁸. L'utilizzo di cobalto europeo in Persia, sempre nel XVII secolo, è documentato anche sotto forma di smalto proveniente da Venezia, come testimoniato nel 1660 dal padre cappuccino Raphaël Du Mans, al secolo Jacques Dutertre (Le Mans 1613 - Isfahān 1696): "kachi pez ou potiers de faïence. Ceux cy surpassent encor nos ouvriers de Nevers, de Cosne et d'Orléans, car icy ils la font aussi blanche dedans comme dehors, pointée d'azur de Venise, qui est du verre

¹³ DAYTON 1977 e 1978, p. 389.

¹⁴ KLEINMANN 1990, p. 334.

¹⁵ DAYTON 1977.

¹⁶ DAYTON 1980a, 1980b e 1981.

¹⁷ PALISSY 1580, p. 234.

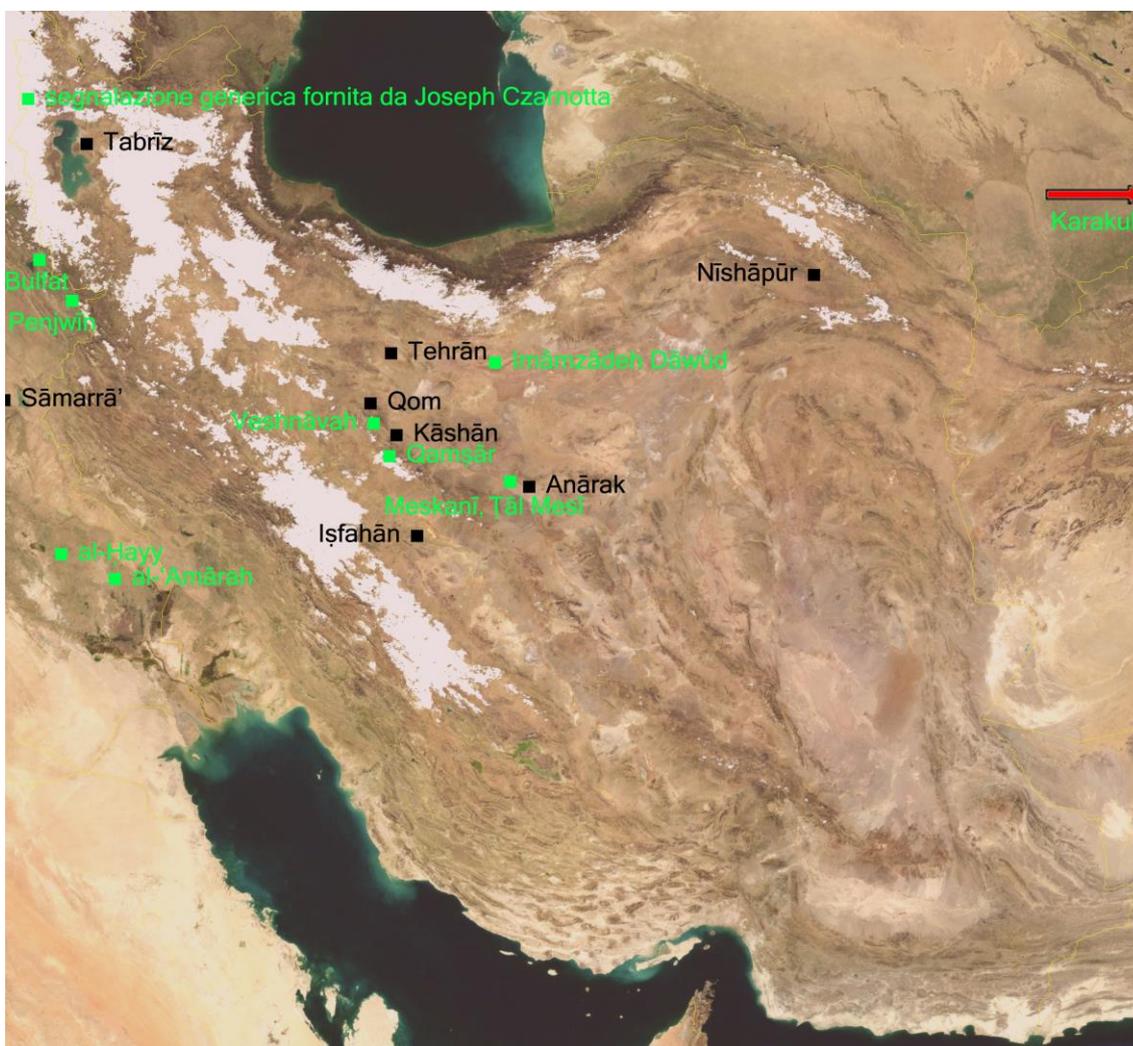
¹⁸ FRYER 1698, p. 332.

bleu qui vient de là icy, et ces gens le préparent comme l'azur d'outre mer, en quoy ceux qui ne le cognoissent pas y seroient trompés"¹⁹.



Fig. 6.3 - Mattonella a forma di stella, Irān (Kāshān), epoca ilkhānide, fine XIII-inizio XIV secolo, impasto siliceo, decorazioni dipinte e a foglia d'oro su smalto blu, a imitazione del lapislazzuli (tecnica *lajvardina*). Roma, Museo delle Civiltà - Museo Nazionale d'Arte Orientale 'Giuseppe Tucci', inv. 8459/9268 [Archivio fotografico MNAO 'G. Tucci'].

Fig. 6.4 - Veduta da satellite sui cui sono indicati in verde i siti nelle regioni iraniche e irachene dove è stata segnalata in antico la presenza di minerali di cobalto.



¹⁹ SCHEFER 1890, pp. 196-197. Nel paragrafo 11.4, dedicato all'importazione dall'Oriente, saranno prese in considerazione alcune testimonianze cinquecentesche relative all'esportazione di smalto e zaffera da Venezia verso l'Oriente islamico, in particolare ad Alessandria e Damasco.

6.2 Qamṣār e altri siti iraniani in cui è stata localizzata la presenza di cobalto

Altro argomento di disaccordo tra i commentatori di Abū'l Qāsim è rappresentato dalla localizzazione dei giacimenti iraniani. Georges Charles Ladame (Ginevra ? - ?), nella monografia sulle risorse metallifere dell'Irān, prendendo in considerazione il cobalto cita i soli distretti di Kāshān e Anārak²⁰. Per il primo segnala i giacimenti di Qamṣār, di cui è a conoscenza di un'attività estrattiva di lunga data²¹, che ha fornito l'azzurro per le ceramiche che decorano le moschee di Qom, Iṣfahān e Mashhad.

Le district de Kashan

Khemsar [Qamṣār] (51/33), altitude 1830 m, était le siège d'une petite exploitation dont les débuts remontent pour le moins au XVII^e siècle. On n'y a plus travaillé depuis 1932. Ce gisement se trouve 35 km au SW de Kashan, au Nord du village de Khemsar.

Des calcaires dolomitiques, d'âge indéterminé, renferment ici quelques filons parallèles d'hématite qui sont disposés NW 345°. Seul l'un d'eux est pourvu de minéraux de cobalt, d'asbolane en particulier et d'érythrine, associés à des imprégnations sporadiques de malachite et d'azurite.

Cette métallisation est persistante sur plus de 100 m. La puissance du filon est de 1 à 2 m.

L'existence dans la région d'un gros massif granitique (mésozoïque?) est connue. C'est à lui qu'on rattache ces différentes minéralisations filoniennes de caractère mésothermal²².

Dunque a Qamṣār era possibile estrarre il cobalto sia sotto forma di asbolano che di eritrite, sebbene nei testi moderni, quando sono discusse le composizioni degli azzurri indagati nei manufatti, si ricollegli sistematicamente a questi giacimenti solo il secondo minerale, sulla base della determinazione dell'arsenico.

Per il distretto di Anārak - di particolare importanza relativamente al rame e intensivamente esplorato a tale scopo già in epoca preistorica²³ - Ladame cita i siti di Meskanī e Ṭāl Mesī²⁴, specificando però che l'attività estrattiva di cobalto in questi centri è recente, in quanto le esplorazioni minerarie sono iniziate solo nel 1936-37, mentre la documentata frequentazione mineraria dall'epoca preistorica dei siti nel distretto di Anārak - in particolare quello di Ṭāl Mesī - è limitata alla metallurgia del rame.

Sulla base delle analisi effettuate su campioni di minerale cobaltifero estratto a Meskanī Ladame rileva una forte variabilità di composizione (sono sempre presenti elevati tenori di rame e, in alcuni casi, tenori di nichel superiori a quelli di cobalto). La prevalenza di nichel

²⁰ LADAME 1945, pp. 195-197.

²¹ Nelle vicinanze di Qamṣār l'inizio dell'attività estrattiva del rame potrebbe risalire a epoca preistorica. STÖLLNER 2004b, p. 515.

²² LADAME 1945, p. 196.

²³ STÖLLNER 2004a. "The single region on the Plateau with arsenical mineralization which were readily accessible, and rich and extensive enough to have been exploited over several millennia from the Neolithic, into the Bronze Age, is the Anarak mining district, in the north-central Dasht-i Lut (Bazin and Hübner 1969:61-63). Within this 10'000 sq km district over twenty polymetallic mineralizations occur, including Cu, Pb, Zn, Ag, Au, Bi, Co, Fe, Mn, Mo, Sb, and U. Two adjacent deposits, namely Talmessi and Meskani, are considered the primary sources. The richness of Talmessi is emphasized by Maczek et al. (1952:65) ... Of particular importance is the fact that not only are Talmessi and Meskani sources of arsenical native copper but they are the only known Southwest Asian deposits with significant quantities of algodonite (Cu₅As) and domeykite (Cu₃As)... Moreover, the high temperature processing of copper-base materials from the Talmessi and Meskani ore bodies, known for their measurable nickel (nickel arsenides) and cobalt (speiscobalt or pyrite of cobalt) content (Schürenberg 1963:213ff.), would result in arsenical copper with nickel and cobalt as impurities. The oft-cited statement that all high-nickel copper came from Oman is, therefore, clearly in dispute and clouds the question of the source of the Cu-As-Ni metal known at the sites such as Susa (Moorey 1994:247; and see further discussion below)". PIGOTT 1999, pp. 78-79.

²⁴ Per ulteriori informazioni geologiche su tali siti si rimanda a BAZIN 1969, pp. 63-67; TARKIAN 1983; BAGHERI 2007.

rispetto al cobalto sembrerebbe inoltre sistematica nel minerale estratto a Ṭāl Mesī. Riguardo a Meskanī Thomas Stöllner (Salisburgo 1967) ha identificato una vecchia miniera di rame con una galleria con presenza di cobalto associato a nichel²⁵.

Un altro importante sito minerario legato all'estrazione di minerali di rame in epoca preistorica, in cui si sottolinea la presenza accessoria del cobalto, è quello di Veshnāvah, a sud di Qom e nordovest di Kāshān²⁶. Anche in questo caso, pur essendo stata avviata la frequentazione mineraria molti secoli prima dell'utilizzo del cobalto in smalti, ceramiche o vetri realizzati sul plateau iranico, la possibile estrazione del cobalto è solo indiziaria, direttamente dai minerali o dal riciclo di scorie accumulate nei secoli. In ogni caso il cobalto che ne sarebbe derivato risulterebbe sempre associato a grandi quantitativi di rame e, limitatamente a materiali derivati dai minerali estratti nei siti di Meskanī e Ṭāl Mesī, a ingenti quantitativi di arsenico, mentre quest'ultimo elemento sarebbe risultato assente nei materiali derivati dai minerali estratti nel sito di Veshnāvah.

Altre indicazioni dell'occorrenza dei minerali di cobalto in Irān sono riportate da due autori europei che hanno vissuto in Persia nel XIX secolo: Joseph Czarnotta (m. Tehrān 1853) e Johannes Lodewik Schlimmer (Olanda 1819 - Tehrān 1881)²⁷, entrambi professori al collegio politecnico (*Dār al-funūn/casa delle arti*) di Tehrān, fondato nel 1851. Il primo riferisce di aver individuato minerali di cobalto sulle montagne a nordovest di Tabrīz²⁸. Il secondo nella *Terminologie médico-pharmaceutique et anthropologique française-persane* (fig. 6.5), in aggiunta alla notizia desunta dal collega, riporta: "moi-même j'ai trouvé un abondant minéral de nickel cobaltifère près de l'Imamzādèh Davoudé [Imāmzādeh Dāwūd] (Montagnes de Chemiran [Shemiran])"²⁹.

Allan, citando Ladame e precedenti ricognizioni e studi³⁰, conferma il riferimento di Abū'l Qāsim ai giacimenti di Qamṣār, mentre Dayton, sulla base di una personale ricognizione, nega l'esistenza di tali giacimenti, nonostante l'evidenza mostrata dagli studi citati da Allan e Ritter³¹.

La Kleinmann, sulla scorta di quanto descritto di Abū'l Qāsim, ipotizza che il cobalto impiegato sulle ceramiche 'abbāsidi (IX secolo) e su quelle persiane (XII-XIV secolo) da lei analizzate sia stato ricavato da minerali estratti a Qamṣār, il che la porta a rilevare che nel momento in cui è registrata la notizia da parte di Abū'l Qāsim i giacimenti di Qamṣār sarebbero stati già conosciuti da almeno quattro secoli³².

Riguardo al cobalto di Qamṣār/Kāshān abbiamo comunque molte informazioni di prima mano da parte di autori del XIX secolo. Il medico austriaco Jakob Eduard Polak (Grossmořin [Mořina, Boemia] 1818 - Vienna 1891), vissuto alcuni anni a Tehrān, riferisce che le

²⁵ STÖLLNER 2004a, p. 58.

²⁶ "The remarkable size of the mines at Veshnoveh [Veshnāvah] gives a first impression of their ancient importance (...) By no doubt, these mines can be counted amongst the oldest copper-mines in the Middle East in general". CHEGINI 2000, p. 314. "The combination of ores mined at this site would have been ideally suited to crucible co-smelting. A slag heap of unknown date was located in the southern vicinity of Mazrayeh, about 1,5 km from Veshnoveh. Qualitative spectroscopy of this slag and of copper ore from the Veshnoveh mine area produced almost identical results. Elements with substantial presence in both slag and ores included Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K, Ti, Mn, Cr, Sr, V, Ni and Co. Traces of Ga, Mo, Sc, Zn, and Zr were also noted (Holzer and Momenzadeh 1971:6). These results support the thesis that no substantial arsenical mineralisation was present in the four Veshnoveh deposits". PIGOTT 1999, p. 78.

²⁷ AZIZI 2006.

²⁸ CZARNOTTA 1852, p. 111.

²⁹ SCHLIMMER 1874, voce *COBALT*, p. 141. La presenza di minerali di cobalto sull'Imāmzādeh Dāwūd è confermata da autori più recenti (DIEHL 1944, p. 349), tuttavia non sembrerebbe essere stata rilevante dal punto di vista economico. HARRISON 1968, p. 513.

³⁰ In particolare HOUTUM-SCHINDLER 1896, pp. 114-116.

³¹ A questi si aggiunge STAHL 1911.

³² KLEINMANN 1990, p. 335.

miniere erano proprietà di una famiglia *sayyed* (discendente diretta dal profeta) e che, apparentemente, ne venivano esportate grandi quantità in Russia³³.

Notizie più abbondanti e dettagliate sono riportate nella *Mir'āt-i Qāsān yā Ta'rīkh-i Kāshān* (... *Storia di Kāshān*), terminata nel 1878, da Mīrzā 'Abd-al-Karīm Ḍarrābī. Oltre alla menzione della famiglia Lājevārdi che gestisce la coltivazione del giacimento, apprendiamo che i piccoli pani di minerali di cobalto estratti a Qamṣār “sont transportés jusqu'à Kāshān et quelques autres endroits où ils sont vendus aux “peintres de bâtiments” (*naqqāshān-e 'emārati*) au prix d'un toman [tumān] le *man* royal (*be vazn-e shāh*: un peu moins de 6 kg), ou de 5000 (*dīnār*) ou moins, le prix n'étant pas fixe et changeant chaque année”³⁴.

Più facilmente accessibili al lettore occidentale sono le informazioni fornite da Schlimmer alla voce *LAPIS LAZULI*, nella *Terminologie médico-pharmaceutique et anthropologique française-persane*.

Lapis Lazuli.- Fr: Lazulite; Azur d'outremer.- Angl: Azure stone.- All: Lazurstein; Lazulith.- Lèdjèverde èslé.- La véritable Lazulite, dont les Persans prétendent qu'une mine anciennement très-renommée existait à Kachanè [Kāshān], dont le produit était exporté en Russie et dans l'Inde, ne se trouve plus à Kachanè, ni dans le commerce en Perse et actuellement on ne pratique à Kachanè que l'exploitation d'un minéral cobaltique, sans veine dorée comme l'avait la lazulite si recherchée, mais aussi sans pyrite de fer qui n'était la cause. Tout de même on m'assure qu'il existe au Koupa, district montagneux entre Yèzdè [Yazd] et Èsfahanè [Èsfahān], une veine remarquable de véritable Lazulite, non exploitée, mais connue de tous les bergers de ces montagnes. Ce qui se vend actuellement en Perse comme Lèdjèverde Kachi ou Azur de Kachanè est une masse terreuse sous forme de boules grises noirâtres, que les propriétaires de la mine confectionnent de temps à autre en mêlant minéral et gangue qui se détachent spontanément et constamment de la mine et les empâtant avec de l'eau, afin de bien mélanger ensemble le minéral riche et pauvre et de donner à chacun des ayant-droits (au nombre d'environ 200) le même produit. Une provision suffisante de ces boules étant faite, la mine est fermée, souvent pour plusieurs années, jusqu'à ce que chacun des propriétaires ait vendu sa part. L'ancien azur, si renommé, des poteries persanes se fabrique encore de nos jours à Èsfahan de temps à autre, pour des réparations de briques glacées antiques, cassées ou volées, des mosquées et d'autres édifices publics, en réduisant le minéral cobaltique en boules (après l'avoir bien lavé) à l'aide d'au moins 20 fois son poids de Borax, ce qui produit une minime quantité de Cobalt métallique pur, qu'on mêle ensuite à du sous-carbonat de soude et à de la silice; méthode qui fournit un produit très-chèr, mais aussi d'une beauté admirable, complètement conforme à celle des briques antiques,- pour les briques glacées ordinaires, on mêle tout simplement les boules cobaltiques du commerce (minéral et gangue) avec la soude impure de Ghom [Qom] et avec de la silice, ce qui produit encore un vernis pas très-beau, mais au moins durable et à bon marché. Le bleu de Kachanè actuel est donc loin d'être un Azur d'outremer et tout simplement un *bleu de cobalt* de qualité inférieure. Pour la peinture à l'huile on se sert actuellement partout en Perse du *Smalt* provenant de l'Europe (*Voyez Azur*)³⁵. La véritable Lazulite ou Outremer ne se trouve plus nulle part dans le commerce en Perse, si ce n'est qu'au Khoracanè [Khurāsān], où elle sert d'amulette et est importée de Bokhara [Bukhārā], sous le nome de Lèdjèverde Bèdakh-chi³⁶.

³³ “Cobalto (*chāk-e-lādschewert*, terra di lapislazzuli) di qualità straordinaria si trova vicino Kāshān, nel villaggio di Qamṣār. La miniera è proprietà esclusiva di una famiglia discendente dal profeta. Dicono che ci sono quantità ingenti di minerali di cobalto che vanno in Russia. Il vero *Lapislazzuli* si trova nel Turkestan, uno meno puro viene anche dall'Azerbaijjan” (“Kobalt (*chāk-e-lādschewert*, Lapis lazuli-Erde) findet sich in vorzüglicher Güte in der Nähe von Kaschan im Dorfe Gamsar. Die Mine ist Eigentum einer Seidenfamilie [sic]. Es sollen ziemlich bedeutende Mengen Kobalterde nach Russland gehen. Guten *Lapis lazuli* liefert Turkistan, minder rein kommt er auch in Azerbeidschan vor”). POLAK 1865, vol. II, p. 177.

³⁴ ḌARRĀBĪ 1962, p. 226, riportato in PORTER 1993, p. 153. Il riferimento allo stesso brano è riportato anche in FITZHUGH 1992, pp. 874-875.

³⁵ *Azur* ou *Smalt*.- Syn: Bleu de cobalt.- Angl: Smalt. All: Schmelzblau.- Lèdjewèrde frèngui. SCHLIMMER 1874, p. 69.

³⁶ SCHLIMMER 1874, pp. 339-341.

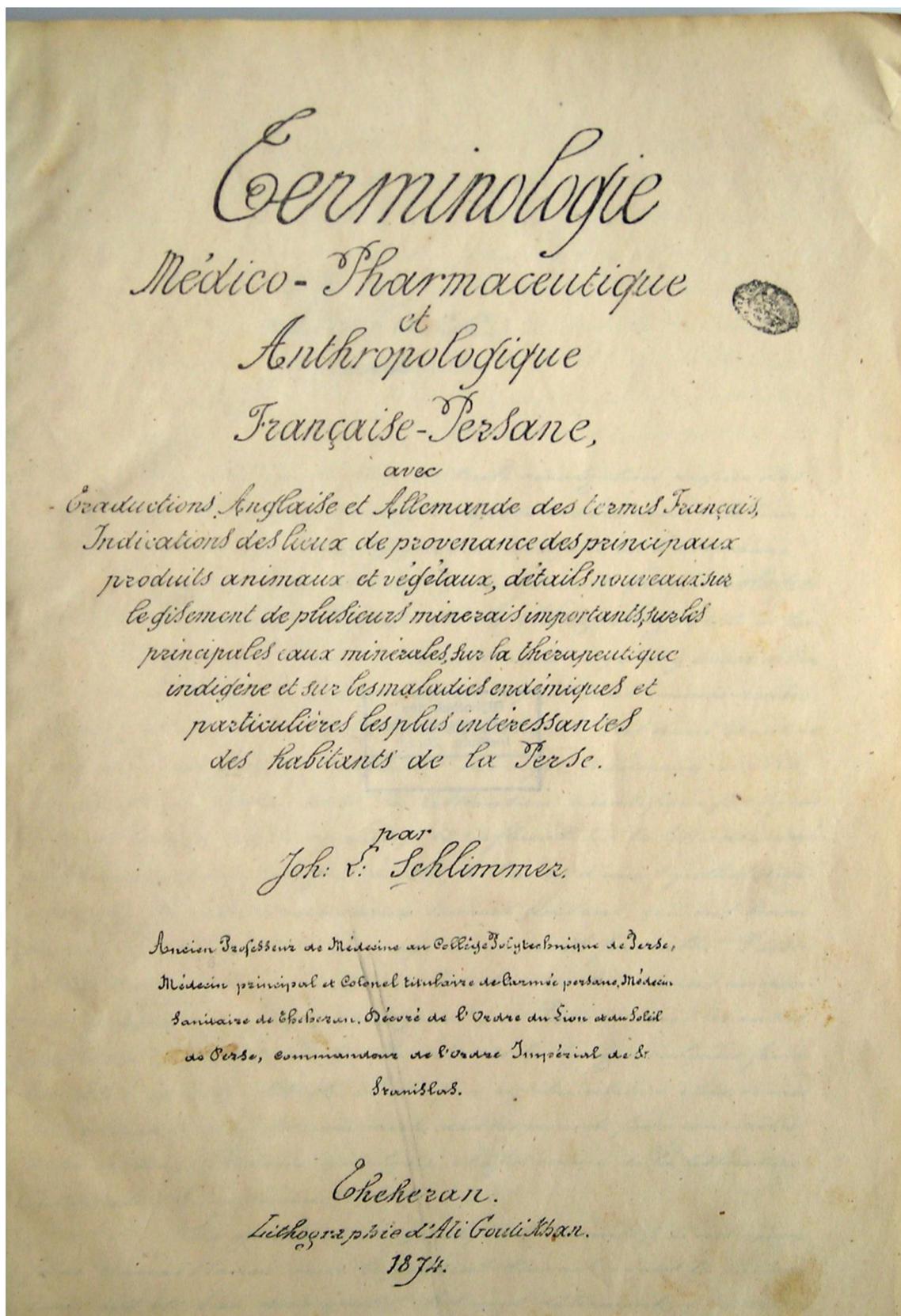


Fig. 6.5 - Frontespizio della *Terminologie médico-pharmaceutique et anthropologique française-persane* di Johannes Lodewik Schlimmer. SCHLIMMER 1874.

Circa un ventennio dopo quella di Schlimmer abbiamo la descrizione altrettanto dettagliata fornita dal generale inglese Albert Houtum-Schindler (Germania od Olanda 1846 - Fenstanton [Cambridgeshire] 1916), che ha vissuto per oltre trent'anni in Irān avendo vari incarichi ufficiali, alcuni dei quali, in qualità di ingegnere, collegati allo sfruttamento delle risorse minerarie.

Two miles below Kamsar some thin lodes of copper ore crop out in shales which dip 80° west, and strike north 22° west to south 22° east. A mile or less north of the copper lodes are the celebrated cobalt mines which have been worked in ancient times, and belong to some sayyids of Kamsar and Kashan. The rocks there are dolomites broken through by serpentines with an immense lode of iron ore, copper pyrites, sulphuret of nickel, cobalt bloom, and earthy cobalt (peroxide). The lode strikes north 7° west to south 7° east, and dips 80° west. Only the earthy cobalt is at present of any practical value; it contains about 5 per cent of metal. It is collected by the proprietors and washed with water, and the heavy sediment is made into cakes. The washing process is called *saravabuna*, i.e. *sar i ab va bun i ab* (top-water and bottom-water). The cakes, under the name of *lajverd i Kashi*, are exported, principally to Kashan, Kom, and Isfahan, where they are sold at a rate of about one shilling and sixpence per pound. All the proprietors receive equal shares of the proceeds, and they have an agent (*bonek-dar*) who looks after the sale and keeps account for them for a commission. In order not to lower the price, only a certain quantity, sufficient for the actual demand, about 1300 lbs. per annum, is put on the market, and should there not be a demand for this quantity, the mine is closed and carefully guarded.

The ore is reduced in the following way. Ten parts by weight of the earth or ore (in cakes), five of potash (*kaliab*), and five of borax (*bureh*), are pounded together to a fine powder, and then made into a paste with grape treacle (*shireh*), and formed into small balls or cakes. The balls are then put with pounded quartz into a *sufar* (earthen pot with wide opening) and exposed to heat in a furnace for sixteen hours. The metal gained in this way amounts to about one-twentieth of the weight of the cobalt cakes employed.

To use the cobalt for colouring pottery it is ground into a fine powder together with an equal quantity of quartz. This powder is applied with gum *under the glaze*, and is therefore called *zir rang*, i.e. "under-colour". For painting *over the glaze* the metal is ground together with forty times its weight of rock-crystal or old glass (that containing manganese is the best) and twice its weights of borax, and the mixture, in an earthen pot, is exposed to heat in a furnace until the whole of it is deposited on the inside of the pot as a crust of blue glaze like glass. The blue crust is then separated from the pot, and is applied, ground into powder, to pottery with gum. Both these processes are very costly, and, calculating the cost of the cobalt cakes, of the borax, potash, quartz, fuel, furnace, etc., the cost of the powder, ready for being used as colouring matter, amounts to 28 shillings per pound, by the first process, and to 38 shillings per pound by the second process. A cheaper way of preparing a blue colour is to pound one part of cobalt (metallic), with four parts of the cobalt cakes, into a fine powder, and applying this powder *under the glaze*; but the colour obtained in this way is not good, and is employed only for very cheap pottery³⁷.

Come si è potuto verificare, entrambi gli autori citati forniscono delle indicazioni tecniche per la confezione del colorante, alquanto sommarie nel testo di Schlimmer, più circostanziate e diversificate in funzione dell'impiego in quello di Houtum-Schindler. L'accuratezza da parte del secondo autore è dovuta a una maggior competenza su questioni minerarie e al contatto diretto con gli operatori sul luogo in quanto, tra le altre, ha anche rivestito la carica di ispettore generale delle miniere nella *Persian Bank Mining Rights Corporation*³⁸. È pertanto probabile che le vistose differenze di dosi e ingredienti nell'indicazioni fornite dalle due fonti riguardo alla riduzione del minerale non siano legate a procedimenti realmente differenti; d'altra parte cambiamenti così significativi non sembrerebbero giustifica-

³⁷ HOUTUM-SCHINDLER 1896, pp. 114-116 (il brano trascritto è riportato parzialmente in RITTER 1935, pp. 34-35 e per intero in ALLAN 1973, pp. 116-117).

³⁸ GURNEY 2004.

bili dal trascorrere di circa venti anni, seppur fertili di contatti con la chimica e la tecnologia occidentale. Quello che colpisce è la menzione da parte di entrambi gli autori del cobalto metallico come ingrediente del colorante, apparentemente non necessario anzi, da quanto indirettamente apprendiamo da fonti occidentali del XVII secolo, indesiderato³⁹.

In una testimonianza molto più recente troviamo ancora la descrizione della confezione di sfere (non tanto piccole a giudicare dal peso) di minerale, apparentemente tagliato con un inerte che prima dell'uso deve essere rimosso da una figura professionale intermedia tra chi ha estratto il minerale e chi lo utilizza sulle ceramiche. È impossibile stabilire se la discrepanza rispetto a quanto affermato da Schlimmer e Houtum-Schindler sia effettivamente dovuta a cambiamenti insorti successivamente, o se invece, più probabilmente, quest'ultima testimonianza si basi non su verifiche dirette bensì su dati registrati oralmente non sempre attendibili.

Cobalt. The oxide of this metal, which played such an important part in the past, is still being mined near Kāshān and Qom, especially in the Kohrūd mountains between the villages Gujar and Kohrūd. The mines have been the property of a local family for centuries. Members of this family work the deposits by removing the oxides from small pockets in the rocks, known in English as cobalt wads. The cobalt oxide (*ḥāk-e lājvard, gel-e lājvard, sang-e lājvard*) is mixed with impurities, mainly clay and manganese oxide. Formed into balls (*qomčeh-lājvard*) of 1 *čārak* weight (1.5 pounds), the mineral is sold to a local "alchemist" (*isfārjanī, kīmyā-gar*) who washes the impurities out and either sells the reasonably pure cobalt oxide to the potter or produces a glass frit of a high cobalt content that the potter can dilute with clear glaze to the desired strength⁴⁰.

Porter, circa un ventennio fa, è riuscito a mettersi in contatto con un membro della famiglia Lājevardi, avendo così informazioni sullo stato attuale: "M. Lājevardi, descendant de la famille d'exploitants des mines de Qamsar, m'a confirmé le fait que les gisements, bien que non entièrement épuisés, ne sont plus exploités actuellement"⁴¹. Lo stretto controllo delle miniere di Qamšār da parte di un clan familiare e il fatto che l'estrazione fosse ormai sospesa da molti anni potrebbero pertanto giustificare l'insuccesso della ricognizione di Dayton effettuata circa tre lustri prima⁴².

Ancora più recentemente, nel 2002, le miniere di cobalto di Qamšār sono state finalmente oggetto di una fruttuosa ricognizione da parte di Stöllner, che ha identificato di tre gallerie, quattro chilometri a nord del villaggio, in un sito raggiungibile solo a piedi, in una stretta valle (figg. 6.6-6.9)⁴³. Solo una di queste gallerie (lunga quindici e profonda dieci metri) si presenta ancora ben preservata, mentre nelle altre due le tracce dell'antica attività estrattiva sono state cancellate dall'impiego della dinamite nella seconda metà del XX secolo.

Autori recenti segnalano ulteriori fonti di cobalto vicine a Kāshān o in altre località iraniane:

An iron-ore mine found near Kashan and much used from olden times was likewise known for its cobalt ore. Here the dolomite was broken through by a 2½ m thick colossal lode consisting of cobalt, nickel, iron and copper ore (including haematite). From the geographers of the time we learn of cobalt mines also in several other Persian localities, including Anarak, Teheran and Baluchistan⁴⁴.

³⁹ Cfr. capitolo 3 note 81 e 82.

⁴⁰ WULFF 1966, p. 163.

⁴¹ PORTER 1993, p. 154.

⁴² Testimonianze relativamente recenti appaiono abbastanza contraddittorie al riguardo, giacché tra gli anni '60 e '70 del XX secolo è stata segnalata ancora in esercizio l'attività estrattiva (WULFF 1966, p. 163) oppure l'utilizzo di cobalto importato dalla Germania, in quest'ultimo caso riferito alla produzione ceramistica a Meybod (Yazd) (CENTLIVRES-DEMONT 1971, p. 26).

⁴³ STÖLLNER 2004b.

⁴⁴ KEBLOW BERNSTED 2003, p. 35.



Fig. 6.6 - Veduta della valle a nord di Qamṣār dove sono state individuate le tracce di coltivazione mineraria [Deutsches Bergbau-Museum Bochum, foto di Thomas Stöllner, 2002].



Fig. 6.7 - Veduta delle miniere di Qamṣār da ovest [Deutsches Bergbau-Museum Bochum, foto di Thomas Stöllner, 2002].

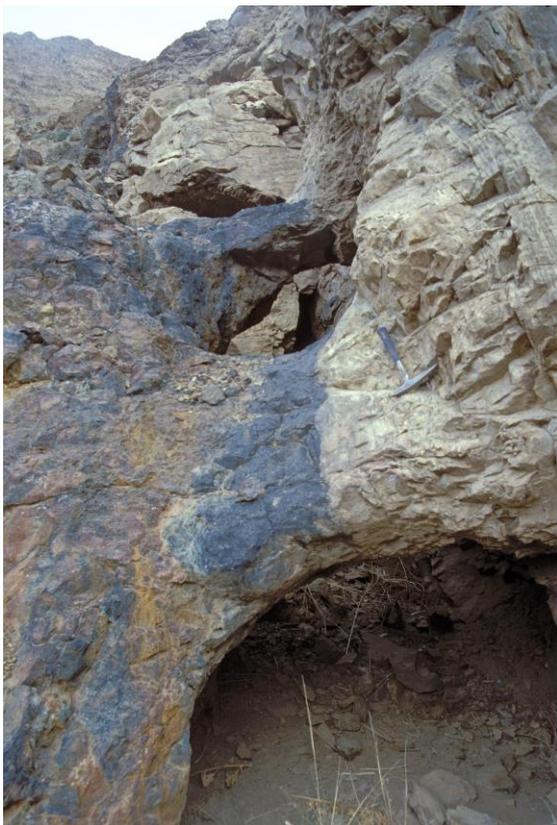


Fig. 6.8 - Pozzo da cui sono stati estratti i minerali di cobalto nei pressi di Qamṣār [Deutsches Bergbau-Museum Bochum, foto di Thomas Stöllner, 2002].



Fig. 6.9 - Pozzo da cui sono stati estratti i minerali di cobalto nei pressi di Qamṣār [Deutsches Bergbau-Museum Bochum, foto di Thomas Stöllner, 2002].

Riguardo ad altre fonti vicine alla Persia Andrews segnala: “Cobalt occurs in arsenical pyrites at Berkut, about 50 miles south-east of Kara-Kola [Karakul’], north of the Afghanistan border in Gorno-Badakshan Oblast, Tadjikistan”⁴⁵. Ancora più vicini sono alcuni siti nel Kurdistan iracheno con presenza di minerali di cobalto⁴⁶, sebbene non si abbia notizia di una loro estrazione in antico; stando a notizie che dovrebbero essere confermate in maniera più attendibile, sempre in Irāq l’estrazione di minerali di cobalto sembrerebbe pure avvenuta in altri siti localizzati più a sud, anch’essi non distanti dall’attuale confine con l’Irān⁴⁷. Facendo sempre riferimento all’epoca ‘abbāsīde è stato inoltre segnalato l’utilizzo di minerali di cobalto provenienti da siti ancora più ad ovest, nella penisola arabica, in particolare nel nord dello Ḥijāz e in Oman⁴⁸, aree note già dall’antichità per l’estrazione del rame ma non per quella dei minerali di cobalto, sebbene ivi presenti.

⁴⁵ ANDREWS 1962, p. 181.

⁴⁶ “Some nickel and cobalt contents were also reported in serpentized peridotite in the Penjween [Penjwīn] Massif and are accompanied by arsenic in the Hero Valley in the Bulfat region”. JASSIM 2006, p. 294.

⁴⁷ “A scholar notes that during the period of Abassid Caliphate (758-1258), the cobalt-blue ores contained in the north of Al Amarah [al-‘Amārah] and Al Hayy [al-Ḥayy] in Iraq were used widely”. DU FENG 2008, pp. 253-254, dove si rimanda a un testo scritto in cinese.

⁴⁸ “A blue pigment made from cobalt, which was imported to Iraq from mines (which we know were operational in the Abbasid period) in Oman and the Northern Hijaz”. islamicceramics.ashmolean.org/Abbasid/pottery.htm [Mariam Rosser-Owen, *A web course on Islamic Ceramics*, Part D. *Pottery as Alchemy, the beginning of innovation in Islamic pottery*, University of Oxford, Ashmolean Museum, 2000, 2001.



Figg. 6.10-6.11 - Coppe con decorazioni blu, Irāq (probabilmente al-Baṣra), epoca 'abbāsīde, IX secolo, terracotta, decorazioni blu su smalto bianco. Manufatti come questi rappresentano i più antichi oggetti ceramici sui cui sono stati utilizzati coloranti a base di cobalto nel mondo islamico e, probabilmente, in tutto l'oriente. 6.10 (a sinistra) Roma, Museo delle Civiltà - Museo Nazionale d'Arte Orientale 'Giuseppe Tucci', inv. 201; 6.11 [Archivio fotografico MNAO 'G. Tucci']; (a destra) Museo Internazionale delle Ceramiche in Faenza, inv. AB 3721.

6.3 Ulteriori testimonianze nelle fonti islamiche

Le ricette arabe più antiche tra quelle sinora rintracciate in cui si fa menzione del *lāzaward* per colorare in azzurro il vetro sono contenute nel *Kitāb al-Durra al-maknūna* (*Libro della perla nascosta*) di uno tra gli autori più importanti e rappresentativi nella storia della chimica: Abū Mūsā Jābir ibn Ḥayyān al-Ṣūfī (Ṭūs [Khurāsān] 721 circa - Kūfa 815), chiamato anche al-Azdī, al-Kūfī, al-Ṭūsī e sin dal medioevo noto in Occidente come Geber. Questo testo, sino a poco tempo fa ritenuto perduto, è stato rintracciato da Aḥmad Yūsuf al-Ḥassan (Mcherfe [Palestina] 1925 - Toronto 2012) in un manoscritto della Bibliothèque Nationale de France⁴⁹ e concerne la colorazione dei vetri. Nel trattato il *lāzaward* è citato come ingrediente in ventitré ricette⁵⁰; purtroppo in appendice all'articolo in cui si rende nota la scoperta del trattato ne è presentata solo una selezione, che non consente di indagare nel dettaglio l'utilizzo indicato da Geber per il *lāzaward*. Le ricette trascritte sembrerebbero menzionare solo le dosi dell'ingrediente, senza ulteriori dettagli circa la sua confezione o provenienza; è comunque altamente probabile che tali informazioni non compaiano nemmeno nelle ricette non riportate, in quanto il commentatore moderno dedica un intero paragrafo al *lāzaward* senza citare la presenza di questo genere di notizie all'interno del trattato⁵¹.

Porter ha segnalato all'attenzione del lettore occidentale altri brani sul cobalto tratti da autori islamici⁵². Il primo è costituito da una veloce menzione del *lājvard* per colorare in azzurro lo smalto, effettuata dallo scienziato di origine iranica Abū Raiḥān Muḥammad Ibn al-Bīrūnī (Kāth [Corasmia] 973 - Ghazna [Afghanistan] 1051), sulla quale si tornerà tra breve⁵³.

Tra i testi sulla ceramica studiati da Porter uno dei più articolati è quello concernente il capitolo sulla ceramica nel *Jawāher-nāme-ye Neẓāmī* (*Libro dei gioielli ...*), datato al 1196, di Muḥammad Ibn Abī al-Barakāt al-Jawhar al-Nīshāpūrī⁵⁴. Questo testo, non altrimenti noto,

⁴⁹ ms. arabe 6915, cc. 1-24; l'intero manoscritto è stato copiato a Bagdād nel 1252. AL-HASSAN 2009.

⁵⁰ Tre delle cinquantuno concernenti la colorazione del vetro all'interno della sua matrice, diciotto delle centodiciotto sui lustri policromi e due delle dodici per la colorazione delle gemme artificiali.

⁵¹ AL-HASSAN 2009, pp. 137-139.

⁵² PORTER 1997, p. 507.

⁵³ Tale menzione, che il commentatore moderno interpreta come lapislazzuli, avviene nel *Kitāb al-jamāhir fī ma'rīfat al-jawāhir* (*Libro sulla conoscenza delle pietre preziose*), compiuto nel 1035.

⁵⁴ PORTER 1998.

si configura come uno dei più rappresentativi riguardo all'argomento specifico, con una trattazione ben più ampia e articolata rispetto al testo di Abū'l Qāsim, unico riferimento tecnico frequentato dagli studiosi. Molte delle ricette contenute in questo testo si riferiscono ai lustri policromi, di cui è noto l'impiego solo su manufatti prodotti a Sāmarrā' durante la seconda metà del IX secolo, circostanza che ha portato a ritenere il trattato persiano una traduzione di un testo arabo più antico.

En effet, hormis les faïences dites «de Samarra», les céramiques décorées au lustre polychrome sont pratiquement inexistantes. En même temps, il faut remarquer que la céramique lustrée semble inconnue dans la région et à l'époque de la rédaction de ce texte. Il paraît alors probable que ce dernier soit en fait la traduction d'un texte arabe d'époque abbasside inconnu par ailleurs⁵⁵.

Il confronto con quanto riportato da Abū'l Qāsim dovrebbe inoltre consentire di differenziare tradizioni tecniche e lessici appartenenti a produzioni cronologicamente e geograficamente differenti, evitando così l'onnicomprensivo e generico riferimento ad Abū'l Qāsim quale testimone dell'intera produzione ceramistica islamica medievale. Certo, pesa molto sull'analisi di queste fonti il fatto che essa è stata condotta su traduzioni moderne, invece che sui testi originali, e che quasi sempre di esse non esista un'edizione critica che metta a confronto varianti e che segnali lacune o corruzioni del testo.

Quanto detto emerge subito dal confronto di un passo di al-Jawhar al-Nīshāpūrī⁵⁶ in relazione con uno analogo di al-Bīrūnī⁵⁷, entrambi concernenti la colorazione del *mīnā*, termine avente accezione piuttosto ampia, come rilevato dallo stesso al-Jawhar al-Nīshāpūrī, utilizzato per indicare sia le invetriature che gli smalti. Per il violetto al-Bīrūnī indica il *lājvard* e un altro ingrediente (*'aqīq*, in arabo corniola, agata); nel testo di al-Jawhar al-Nīshāpūrī le indicazioni sono sdoppiate per il violetto e per il turchese. Nella traduzione francese eseguita da Porter è indicato per il violetto il cobalto, ma non sappiamo quale sia in effetti il termine persiano utilizzato al riguardo, che potrebbe essere lo stesso usato da al-Bīrūnī. Stando al colore ci saremmo aspettati il manganese, indicato invece per il rosso; ma anche in questo caso potrebbero essere intervenuti degli slittamenti nell'interpretazione dei colori, perché la traduzione tedesca di al-Bīrūnī specifica, correttamente, l'utilizzo del manganese per il color vinato. Tornando al trattato di al-Jawhar al-Nīshāpūrī, per il turchese troviamo indicato il *mīnā-e soleymānī* (ci saremmo aspettati un composto di rame, oppure l'indicazione dell'azzurro al posto del turchese).

Queste ricette per il turchese possono essere confrontate con una per fare turchesi false per anelli contenuta nel cosiddetto *Libro degli allumi e dei sali*, attribuito ad Abū Bakr Muḥammad ibn Zakaryyā al-Rāzī (Rayy [Khurāsān] 865 circa - 925 circa) e tradotto in latino da Gerardo da Cremona (lat. Garlandius; Cremona 1114 - Toledo 1187). In questo caso si colora del vetro iracheno con manganese e "mineralische Lāzward" ("cum lapide *azuri* minerali/al-lāzward al-ma'danī") *disciolto* in acqua di allume; Ruska interpreta il "mineralische Lāzward" come un composto azzurro a base di rame (*Kupferlasur*), e non come vero lapislazzuli, per il fatto che deve essere disciolto, non prendendo in considerazione la possibilità che si tratti di un prodotto derivato da minerali di cobalto⁵⁸. Se, effettivamente, l'ingrediente citato deve essere ricondotto a un prodotto contenente cobalto, come nelle altre ricette prese in esame poco sopra, e non a un sale di rame, degno di nota è la forma in cui è menzionato: *lājvard* minerale e non *lājvard* o *mīnā-e soleymānī* (azzurro o smalto di Salomone).

La menzione del *mīnā-e soleymānī* da parte di al-Jawhar al-Nīshāpūrī offre lo spunto per numerose considerazioni. La prima concerne la stretta analogia col termine tecnico con cui i ceramisti chiamavano il pigmento azzurro (*soleymānī*) circa un secolo e mezzo dopo, secondo quanto riferito da Abū'l Qāsim. Ancor più interessante è l'indicazione che per colora-

⁵⁵ PORTER 1999, p. 56.

⁵⁶ "A la place du minium ... de l'or calciné". PORTER 1998, pp. 348-349.

⁵⁷ "Dass das Gelb ... und dem Karneol". KAHLE-BONN 1936, pp. 351-352.

⁵⁸ RUSKA 1935, pp. 25, 77 e 117. Si sottolinea, nella versione latina, un errore di traduzione nell'intestazione della ricetta (*De rubino*).

re [in azzurro] il *mīnā*, ossia una coperta vetrosa per ceramiche (invetriatura o smalto che sia), si deve impiegare un altro *mīnā*, specificamente riferito al mitico re Salomone⁵⁹.

Il silenzio da parte di Geber, al-Rāzī e al-Bīrūnī riguardo al *soleymānī*, a fronte della sua menzione da parte di al-Jawhar al-Nīshāpūrī, potrebbe risultare parimenti significativo. Le testimonianze da parte dei primi tre autori sono collocabili tra il IX e la prima metà del secolo XI, mentre quella di al-Nīshāpūrī è datata alla fine del XII secolo. Il confronto sembrerebbe ancor più eloquente se si prende in considerazione la presenza del cobalto nei manufatti rinvenuti a Nīshāpūr: nei vetri esso compare già nel IX secolo⁶⁰, mentre sulle ceramiche esso compare solo a partire dal secolo XI⁶¹. I vetri colorati col cobalto sono tuttavia rari e contraddistinguono esclusivamente prodotti di elevata qualità; ciò potrebbe pertanto attestare una scarsa conoscenza della tecnologia associata alla produzione dei coloranti azzurri sino al secolo XI; a questo si aggiunge il fatto che a Nīshāpūr non sono state trovate evidenze archeologiche di botteghe vetrarie, a differenza di quelle ceramiche, nonostante si ipotizzi fondatamente la produzione e la lavorazione del vetro *in situ*⁶². Tutto ciò fa dunque pensare che l'entrata in uso del termine *mīnā-e soleymānī* sia avvenuta nell'ambito ceramistico, e quindi solo a partire dal secolo XI. Quest'ultima riflessione rimane inalterata anche se, nell'ipotesi formulata da Porter, si considera il *Jawāher-nāme-ye Nezāmī* traduzione di un trattato arabo di epoca 'abbāsīde, poiché essa verrebbe comunque a documentare la conoscenza diretta del *mīnā-e soleymānī* nel Khurāsān della fine del XII secolo, a meno di non ritenere l'aggiunta del termine *soleymānī* dovuta essa stessa al contributo del traduttore persiano alla fine del XII secolo rispetto al precedente originale arabo.

Il termine *soleymānī* designa inoltre la terza categoria di turchese nel *Tansūkh-nāme-ye īkhānī* (*Libro delle cose preziose*) di Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī (Ṭūs [Khurāsān] 1201 - Bagdād 1274), redatto nel 1255-65⁶³. Porter segnala che il *sang-e soleymānī* è inoltre specificato come ingrediente in due ricette, delle quali una per colorare in turchese il vetro, nel *Majmū'at al-ṣanāye'* (*Collezione di artifici*), un manoscritto persiano del XVII secolo conservato presso la British Library (ms. Add. 17960) contenente prescrizioni per fare pietre preziose artificiali, inchiostri, tinture, incidere pietre ecc.⁶⁴.

Nel trattato di al-Jawhar al-Nīshāpūrī, l'utilizzo di un *mīnā* per colorare in azzurro altri *mīnā* attesta pertanto l'esistenza di un semilavorato vetroso colorato col cobalto utilizzato esso stesso come colorante, situazione perfettamente corrispondente a quella concernente l'azzurro di smalto, impiegato in seguito da vetrai e ceramisti europei e sulle porcellane prodotte nell'Estremo Oriente⁶⁵. Quest'ipotesi sembrerebbe inoltre confermata dal fatto che il «*verre de Salomon*», qu'on appelle au Khorasan «*soleymānī*» è citato come ingrediente in un'altra ricetta⁶⁶, sebbene l'indicazione dell'ingrediente in francese non consenta di discernere se nel persiano dell'originale sia distinto o meno dal *mīnā-e soleymānī* citato altre volte⁶⁷.

In un'altra prescrizione del trattato di al-Jawhar al-Nīshāpūrī troviamo menzionato, quale pigmento azzurro, il *lājvard*, verosimilmente associato a un ingrediente a base di cobalto e non al lapislazzuli. A complicare la situazione sta il fatto che poco oltre, nella medesima ricetta si fa riferimento, quale pigmento azzurro per *mīnā*, a un generico *lapis*; l'impasse è probabilmente dovuto alla traduzione moderna, che in poche righe riporta *lājvard* e *lapis*, oltre a men-

⁵⁹ Non è chiaro il motivo del riferimento a questo personaggio, ma conosciamo *ad abundantiam* il carattere sapienziale a lui attribuito, che nel mondo islamico medievale sconfinava nella magia e nella conoscenza dei segreti della natura.

⁶⁰ KRÖGER 1995.

⁶¹ WILKINSON 1947, p. 103.

⁶² KRÖGER 1995, pp. 20-22.

⁶³ ṬŪSĪ 1969, p. 77 (riportato in PORTER 1992, p. 91 e PORTER 1993, p. 155).

⁶⁴ Bāb 10, faṣl 4, fol. 16a e bāb 9, faṣl 1, fol. 18a (PORTER 1992, p. 91 e PORTER 1993, p. 155).

⁶⁵ ETSUZO KATO 1986.

⁶⁶ Prescrizione I.5, PORTER 1998, pp. 349-350.

⁶⁷ Cfr. *mīnā-e soleymānī* nella prescrizione I.10 (PORTER 1998, p. 351) e *soleymānī* nella prescrizione III (Idem, p. 352).

zionare lo stesso lapislazzuli, che probabilmente fanno riferimento a un unico termine persiano (*lājvard*), con un tentativo di interpretazione che genera invece confusione.

Che il *lapis* del testo francese di Porter vada inteso come un ingrediente a base di cobalto e non col lapislazzuli, utilizzato anch'esso per colorare in azzurro i vetri, si deduce dal contenuto stesso della ricetta, in quanto è stato verificato direttamente su vetri islamici che la polvere di lapislazzuli è in rapporto di circa 1:9 rispetto al vetro⁶⁸, mentre la ricetta in esame specifica una diluizione molto maggiore (2:100), analoga a quella concernente la presenza di cobalto nello smalto. Ulteriore indicatore che non si tratta di lapislazzuli è rappresentato dall'impiego di questo ingrediente per ottenere un *mīnā* trasparente⁶⁹.

Un altro riferimento al cobalto reperibile in una fonte islamica antica è contenuto in un testo anonimo di epoca tīmūrīde (XV secolo), quindi posteriore ad Abū'l Qāsim di circa un secolo; questo testo (segnalato da Taqī Binesh e tradotto da Porter) fa riferimento al solo cobalto di Kāshān, del quale fornisce una descrizione analoga a quella riportata da Abū'l Qāsim per la prima varietà di *lājvard*, quella reperibile presso Qamṣār.

Il n'y a pas de mines de lapis-lazuli (*lājvard*) en dehors du Badakshān; il y a, près de Kāshān, des mines dont on extrait une pierre noire semblable à l'antimoine; et c'est ce "lapis architectural" qui est employé en Arabie, en Azerbaïdjan, à Chirāz et dans d'autres contrées comme "imitation de lapis pour la céramique (*kāshi*)", que l'on obtient en cuisant cette pierre noire, qui donne la couleur bleue-lapis. Mais quand on broie cette pierre noire et que l'on en décore coupes, plats et tasses, lorsqu'on les met au four, la fusion de ce minerai donne un beau bleu et on colore également les miroirs (?) avec ceci; les peuples francs qui fabriquent de l'émail bleu utilisent également cette matière afin d'obtenir cette couleur et il n'y a pas de cette pierre en dehors de Kāshān - c'est un fait établi. Chaque tasse, plat ou autre que l'on fabrique dans les différents royaumes, comme la Chine, le Khorāsān, l'Irak ou l'Arabie est appelé "*lājvardī*" (...) Cette pierre est chère. Mais le lapis que l'on cuit avec cette pierre ne sert qu'à (la céramique) pour décorer les bâtiments et, après un temps, il devient noir⁷⁰.

In chiusura dell'*excursus* sulle informazioni relative al cobalto reperibili nelle fonti islamiche si porta all'attenzione un brano problematico nel lapidario di Abū 'l-'Abbās al-Tifāshī (Tifāsh [Tunisia] 1183 - Cairo 1253). Nel *Kitāb Azhār al-afkār fī jawāhir al-aḥjār* (*Best thoughts on the best of stones o Libro delle pietre preziose*) al-Tifāshī, trattando del lapislazzuli, si dilunga nella descrizione del lapislazzuli artificiale, argomento che sembrerebbe presupporre l'impiego di cobalto, i cui composti non sono tuttavia menzionati nel testo tradotto. La presenza tra gli ingredienti dell'arsenico rosso (con cui in genere i testi antichi fanno riferimento al realgar, minerale di colore rosso arancio costituito da solfuro di arsenico) potrebbe invece essere ricollegata all'eritrite, circostanza che ristabilirebbe la presenza di cobalto tra gli ingredienti; d'altra parte l'eritrite era uno dei minerali citati da Abū'l Qāsim, il quale metteva in guardia riguardo alla sua elevata tossicità. Il testo arabo del trattato potrebbe dunque risultare corrotto, così come conoscenze più approfondite sull'argomento potrebbero esulare dal bagaglio a disposizione di al-Tifāshī, il cui enciclopedico trattato è orientato verso la farmacopea e la medicina piuttosto che verso le tecniche artistiche; a ciò si possono aggiungere, inoltre, difficoltà di messa a fuoco nei termini più appropriati nella traduzione. È comunque evidente che il prodotto finale della cottura dell'impasto descritto da al-Tifāshī è ancora di colore rosso e che diventa azzurro grazie a un successivo trattamento (apparentemente di pittura e tintura), sebbene non ci si renda conto di come poi risultasse praticamente impossibile distinguere questo lapislazzuli artificiale da quello originale.

⁶⁸ FREESTONE 1998, p. 123.

⁶⁹ "Si on veut que la couleur soit celle du lapis lazuli, on prend 100 *deram* de cristal trempé et lavé, cinq *deram* de lapis trempée, un peu de natron; on mélange le tout et on fait fondre; il en sortira du *mīnā* coloré de la couleur de la pierre de lapis, brillante et pure; si on veut que la couleur soit opaque, on ajoute à ces éléments trois *deram* de «verre de Salomon», deux *deram* et demi de blanc d'étain et trois *deram* d'antimoine que l'on mélange; il en sortira du *mīnā* opaque comme la pierre de lapis". PORTER 1998, p. 349.

⁷⁰ BINESH 1964, p. 192 (tradotto da Porter e riportato in PORTER 1995, p. 174; PORTER 1997, p. 507 e PORTER 2000, p. 7).

Il lapislazzuli artificiale si produce così: si prende dell'arsenico rosso e dell'arsenico giallo in quantità uguali e un quarto di vetriolo di Kirmān, altrettanto di sabbia da vetro pura e senza terra, poi si frantuma tutto il più possibile, si setaccia, si mescola, si spruzza di aceto buono; quindi, in un vaso d'argilla - peli ed escrementi devono essere stati impastati nell'argilla del vaso -, si versa dell'aceto in quantità di una caraffa da vino e vi si mette in ammollo la pozione; poi si chiude bene il vaso con un coperchio sigillando l'imboccatura. Una volta riscaldato il forno - prima bruciando legna e poi escrementi in gran quantità, una pira alta un braccio - si mette il vaso in forno sotto gli escrementi, si chiudono bene anche l'imboccatura e la presa d'aria del forno stesso sigillando con argilla, infine si lascia riposare per una notte. La mattina dopo, all'alba, si tira fuori dal forno il vaso e dal vaso quanto contiene: ed ecco delle pietre rosse, che sembrano giacinto rosso, rotonde come perle, senz'altro le più belle pietre preziose mai viste! Questo procedimento consente di produrre lapislazzuli nella quantità desiderata, e nessuno potrà contestare la sua autenticità - l'ho spiegato perché si sappia che il lapislazzuli minerale è semplicissimo da falsificare e perché sia nota l'esistenza di quello artificiale; ci sono altri sistemi ma questo è il più mirabile: richiede anche pittura e tintura, ma dopo le varie operazioni nessuno potrà dubitare che sia vero⁷¹.



Fig. 6.12 - Piatto con decorazioni azzurre a imitazione della porcellana cinese, Irān nord-orientale, XVI-XVII secolo. Collezione privata.



Fig. 6.13 - Piatto con decorazioni floreali, Turchia, XVII-XVIII secolo. Collezione privata.

6.4 Caratteristiche determinate dalle analisi dei manufatti

6.4.1 Ceramiche

Il numero di analisi pubblicate sulle ceramiche islamiche è ancora limitato; manca infatti una campionatura esaustiva in funzione delle tipologie di manufatto, dei luoghi e delle epoche di produzione che consenta una statistica attendibile ed esauriente⁷². In tutto ciò gli

⁷¹ AL-TĪFĀSHĪ 1999, pp. 124-125.

⁷² A testimonianza di quanto ancora carenti siano gli studi tecnici sulle ceramiche islamiche si cita il volume *Persia and China: Safavid blue and white ceramics in the Victoria and Albert Museum*, in cui nonostante la data recente, lo studio tecnico in appendice è fortemente carente dal punto di vista dell'attendibilità del campionamento (quindi di rappresentatività) e, almeno limitatamente al cobalto, delle tecniche di analisi poste in campo. DEGLI AGOSTI 2002. Ancora più recentemente, uno studio monografico sul cobalto nelle porcellane cinesi e nelle ceramiche islamiche presentato in una sede autorevole è risultato particolarmente ca-

scritti di Abū'l Qāsim sono stati spesso trattati come parte integrante dei dati sperimentali e non come un riferimento da verificare, se non altro a livello di lettura e interpretazione del testo, ed estrapolati a epoche e contesti geografici differenti da quelli che gli competono, ossia le città di Kāshān e Tabrīz all'inizio del XIV secolo.

In attesa di studi sistematici e approfonditi sulle varie produzioni ceramiche del mondo islamico medievale (Siria, Egitto, Mesopotamia, Persia ecc.) ci dobbiamo accontentare del poco attualmente a disposizione. In tale ambito le analisi effettuate dalla Kleinmann⁷³ su alcuni manufatti islamici medievali, sebbene riferite solo a un numero ristretto di manufatti di ceramica 'abbāsīde con invetriatura azzurra provenienti da Sāmarrā' (IX secolo) e a una ceramica persiana del XII-XIV secolo col pigmento blu sotto vetrina, offrono lo spunto per le seguenti considerazioni.

Nonostante tale lavoro ricada nel trabocchetto della solita cortocircuitazione del dato sperimentale col brano di Abū'l Qāsim, mentre non è detto che il materiale impiegato a Sāmarrā' (Irāq) nel IX secolo sia per forza quello descritto da Abū'l Qāsim e utilizzato a Kāshān all'inizio del XIV secolo, i dati e le ipotesi che ne derivano sono di assoluto rilievo. Per prima cosa si nota l'assenza di arsenico, sia nei campioni iracheni che in quello persiano; soprattutto in quest'ultimo caso il dato è sconcertante, in quanto questo campione può essere considerato rappresentativo, per area ed epoca di produzione, dei procedimenti e dei materiali descritti da Abū'l Qāsim⁷⁴. A spiegazione di ciò si può addurre l'assenza dell'arsenico nel minerale di partenza o una raffinazione particolarmente spinta, ipotesi convincentemente sostenuta dalla Kleinmann. Sta di fatto che proprio l'arsenico è l'elemento chiave da tutti gli autori identificato come marcatore di una provenienza iraniana del cobalto. L'assenza di arsenico nel campione persiano studiato dalla Kleinmann potrebbe comunque essere spiegata col fatto che nella Persia del XII-XIV secolo era utilizzato più di un minerale di cobalto e/o che vi era più di un sito di approvvigionamento, che è poi quello che in realtà afferma Abū'l Qāsim.

Riguardo al nichel, nei manufatti iracheni i dati a disposizione appaiono molto eterogenei. Nigel Wood, sulla base di analisi al microscopio elettronico, parla di quantitativi trascurabili⁷⁵; Mike Cowell non lo ha determinato mediante analisi XRF non distruttiva su quattro ceramiche provenienti da Sāmarrā', mentre lo ha determinato su uno di quattro vetri aventi medesima provenienza⁷⁶; la Kleinmann, invece, al microscopio elettronico ha notato una marcata variabilità dei contenuti di questo elemento nei campioni iracheni, che mostrano un rapporto Ni/Co oscillante tra 1:15 e 2:1⁷⁷.

La presenza di zinco e l'assenza di arsenico sui manufatti iracheni del IX secolo trova corrispondenze in altri manufatti medievali islamici. Tra questi vi sono i frammenti di epoca 'abbāsīde studiati da Wood⁷⁸ e cinque degli otto campioni del XIV secolo provenienti da al-Raqqa studiati da Mark Pollard (Nuova Zelanda 1964)⁷⁹. Cowell ha determinato lo zinco su due ceramiche persiane del XIV e del XVII secolo (in entrambi i casi associato ad arsenico) e su due ceramiche siriane del XIII-XIV e del XV-XVI secolo (in entrambi i casi in assenza di arsenico)⁸⁰. Chi scrive lo ha determinato su alcuni frammenti con invetriature blu o azzurro lavanda utilizzati come tessere musive nelle decorazioni del *Pulpito del Vangelo* (o *Pulpi-*

rente sia sul piano della casistica discussa (su venticinque campioni analizzati dodici non sono databili e due hanno una forchetta cronologica di sei secoli, mentre cinque non sono riferibili a un determinato ambito geografico di produzione) che sul piano scientifico (per i commenti tecnici si rimanda alla nota 64 nel capitolo 7, relativa a un altro testo scientifico pubblicato dallo stesso gruppo). WEN 2009.

⁷³ KLEINMANN 1990.

⁷⁴ A titolo di esempio si segnala che l'arsenico caratterizza gli azzurri delle otto ceramiche persiane databili dal XIII al XVIII secolo studiate da Cowell. COWELL 2001.

⁷⁵ WOOD 2007, p. 677.

⁷⁶ COWELL 2001.

⁷⁷ KLEINMANN 1990, p. 333.

⁷⁸ WOOD 2007, 2009 e 2016.

⁷⁹ WEN 2009.

⁸⁰ COWELL 2001.

to Ruffolo) della cattedrale di Ravello (fig. 4.10) e altri frammenti con invetriatura blu utilizzati come tessere in un pluteo e nelle colonnine di un arredo liturgico proveniente dalla chiesa di San Giovanni a Toro e conservato nel museo della cattedrale di Ravello⁸¹. L'analogia deve comunque essere trattata con cautela, poiché i dati sono stati conseguiti con tecniche analitiche differenti, aventi quindi diverse soglie di rivelabilità, e su manufatti di differente datazione e/o contesto geografico.

Per la preparazione dei coloranti azzurri la Kleinmann deduce dalle osservazioni al microscopio elettronico un procedimento molto elaborato, in cui i minerali venivano arrostiti per l'eliminazione di zolfo e arsenico e così trasformati in ossidi (spinelli); successivamente incorporati e fusi con una materia vetrificabile, gli spinelli reagivano parzialmente dando origine a silicati, che costituiscono quindi i veri e propri coloranti, mentre i residui indisciolti non hanno un effettivo potere colorante. A questo punto il colorante, che a tutti gli effetti possiamo assimilare all'azzurro di smalto, era incorporato all'invetriatura, che in alcuni casi è costituita da un vetro di tipologia totalmente differente da quello usato per ottenere il colorante.

La presenza di spinelli residui nel campione iraniano studiato dalla Kleinmann (con colore sotto vetrina) sembrerebbe indicare che è stato impiegato un colorante costituito da silicati ottenuto con la stessa procedura utilizzata per il colorante aggiunto alle invetriature irachene.

Alla presenza di spinelli residui, o forse anche corpuscoli di cobalto metallico, all'interno del colorante, che possono essere in parte recuperati per ottenere altro colorante, sembrerebbe alludere Johann Kunckel: "La premiere fois qu'on met en fusion du verre mêlé avec du saffre, il se dépose un régule: ce régule colore aussi le verre en bleu, mais ce verre est taché & rempli de petits points. On prétend que ce régule est d'une grande utilité dans l'Alchymie"⁸². Sempre ai residui di spinello all'interno del vetro azzurro colorato con la zaffera sembrerebbe far riferimento Anselmus Boetius De Boodt, quando denuncia la presenza di corpuscoli (*atomi*), oltre che di bollicine, al suo interno, che consente di distinguere le falsificazioni degli zaffiri dalle pietre originali⁸³.

Come abbiamo avuto occasione di constatare nel capitolo 4, le analisi condotte dal gruppo di Bernard Gratuze sulle ceramiche di origine islamica⁸⁴ non hanno mostrato una grande omogeneità di risultati, probabilmente a causa della ristretta casistica, fortemente eterogenea per provenienza e datazione dei reperti. La tipologia più ricorrente è quella in cui al cobalto è associato l'arsenico, cui si aggiungono in alcuni casi modesti quantitativi di cromo; appartengono a questa tipologia un campione egiziano da Fustât (XI-XII secolo), tre campioni di origine siriana provenienti da Maskana databili probabilmente al XIII secolo, due campioni provenienti da Samarcanda databili rispettivamente alla metà del XV e al XVI secolo e un campione di manifattura orientale, ma rinvenuto in scavi a Marsiglia, databile alla fine del XII secolo. Due campioni, anch'essi rinvenuti a Marsiglia, ma riconducibili a manufatti islamici del XIV secolo, mostrano elevati tenori di cromo associati a cobalto, arsenico, nichel e zinco, mentre su un campione egiziano da Fustât (XI-XII secolo) è stata riscontrata la tipologia Co-Zn. In tutti i campioni citati, ovviamente, sono stati determinati elevati contenuti di ferro.

⁸¹ MOIOLI 2001. Il *Pulpito del Vangelo* è datato al 1272, mentre l'arredo liturgico proveniente dalla chiesa di San Giovanni a Toro è riconducibile al XIII secolo, datazioni comunque riferite alla realizzazione delle decorazioni musive e non alla produzione dei manufatti (bacini e vasellame) dal cui riciclo sono state ricavate queste tessere azzurre.

⁸² "Diese Blaue Stärcke, wenn sie zum ersten mal gemacht oder zum Glase gebracht wird, so setzt sie insgemein einen Regulum, den dieselben Arbeiter Speisse nennen; dieser Regulus gibt gleichfalls wieder ein blaues Glas, sonst aber ist er ganz spröde und kurtzspiessig.". KUNCKEL 1679, p. 59. Anche in questo caso, per motivi di consultazione del testo, alla versione nella lingua originale è stata preferita la traduzione francese di d'Holbach. HOLBACH 1752, p. 52.

⁸³ DE BOODT 1647, p. 190. La stessa caratteristica è rilevata da Ulisse Aldrovandi, che riprende il De Boodt. ALDROVANDI 1648, p. 972.

⁸⁴ GRATUZE 1996.

6.4.2 Vetri

All'esiguo numero di dati analitici concernenti le ceramiche islamiche fa invece riscontro una casistica maggiore relativa ai vetri, in parte pubblicata sul volume con gli atti della conferenza *Gilded and enamelled glass from the Middle East*, organizzata dal Dipartimento di antichità orientali del British Museum e svoltasi dal 6 all'8 aprile 1995; ci riferisce, in particolare alle analisi al microscopio elettronico effettuate da Ian C. Freestone e Colleen P. Stapleton sugli smalti azzurri di dodici manufatti vetrei islamici del XIII e del XIV secolo conservati presso il British Museum⁸⁵ e da Julian Henderson sul *Vaso Cavour* (Egitto, fine XIV secolo-metà XV secolo) del Victoria and Albert Museum⁸⁶ e su sette vetri azzurri egiziani prodotti in epoca ayyūbide o mamelucca (XII-XIV secolo) conservati presso il British Museum, il Victoria and Albert Museum e l'Ashmolean Museum di Oxford⁸⁷.

Cowell ha determinato lo zinco su quattro vetri provenienti da Sāmarrā' databili al IX secolo⁸⁸; l'associazione dello zinco al cobalto nei vetri azzurri rinvenuti in area mesopotamica sembrerebbe comunque anticipabile al periodo sassanide, in quanto è stata riscontrata da Robert H. Brill in un campione prelevato da una coppa di vetro azzurro fortemente corrosa proveniente da Ctesifonte e conservata nel Museum für Islamische Kunst di Berlino⁸⁹.

Si deve a Henderson lo studio al microscopio elettronico di un gruppo particolarmente esteso di vetri medievali islamici provenienti da scavi archeologici effettuati in Siria, presso al-Raqqa, pertinenti in massima parte a officine vetrarie e collocabili in un contesto cronologico che si estende dal secolo VIII al XII⁹⁰. Degli oltre venti campioni di vetro azzurro, molti sono caratterizzati dalla compresenza di cobalto, rame e zinco, spesso in quantitativi al di sotto dello 0,1% in peso (come ossidi), pertanto prossimi ai limiti di rivelabilità della tecnica, il che potrebbe giustificare il fatto che su alcuni vetri azzurri non sono stati determinati uno o due degli elementi sopra indicati. I valori confrontabili di rame e zinco, laddove sono stati identificati entrambi gli elementi, sempre in tenori molto bassi, escludono l'ipotesi che la colorazione azzurra sia dovuta alla presenza di rame e che il colorante derivi da un ottone. Lo studio al microscopio elettronico e l'esiguità dei quantitativi sottoposti ad analisi (0,3-0,4 gr) non consentono di escludere la possibilità di un'eventuale associazione di indio, sebbene essa sia resa meno probabile dal confronto con quanto riscontrato su altri manufatti discussi in questo capitolo e nel paragrafo 4.4; resta pertanto aperta l'ipotesi di un differente colorante a base di cobalto utilizzato nel mondo islamico medievale. Apparentemente, lo stesso colorante a base di cobalto e zinco sembrerebbe essere stato utilizzato in alcuni verdi o porpora dei vetri rinvenuti ad al-Raqqa, come mostra la presenza di cobalto e/o zinco a livelli confrontabili con quelli determinati negli azzurri. La mancata identificazione del cobalto su alcuni dei vetri azzurri provenienti da al-Raqqa ha portato gli autori a ipotizzare che in quest'ultimo caso il colore sia dovuto al ferro in atmosfera riducente, ma la prossimità del cobalto ai limiti di rivelabilità, laddove determinato, potrebbe presupporre una situazione più omogenea, dato che in molti dei campioni dove non è stato identificato il cobalto lo è stato lo zinco.

Tornando ai contributi pubblicati negli atti della conferenza *Gilded and enamelled glass from the Middle East*, in nove dei dodici campioni di smalti azzurri studiati da Freestone e Stapleton il colorante è risultato essere costituito da lazurite, ossia da lapislazzuli macinato. Gli altri tre smalti, colorati col cobalto, sono risultati differenti di composizione; in uno al cobalto (attorno all'1% come ossido) è associata la presenza di zinco e rame, in un altro quel-

⁸⁵ FREESTONE 1998, p. 124.

⁸⁶ NEWBY 1998, p. 36.

⁸⁷ HENDERSON 1998, pp. 118-119, tab. 1 campioni 1, 9, 10, 12, 14, 17, 19 e 23; a questi si aggiungono pochi altri campioni relativi a manufatti moderni.

⁸⁸ COWELL 2001.

⁸⁹ BRILL 1999, camp. 5359, vol. I, p. 83 e vol. II, p. 157 e BRILL 2005, camp. 5359, pp. 76 e 81.

⁹⁰ I campioni concernenti gli azzurri provengono nella quasi totalità dai siti di Tell Zujaj (da due officine attive per un trentennio a cavallo tra i secoli VIII e IX) e Tell Fukhkhar (da un'officina del secolo XI). HENDERSON 2004.

la di arsenico; su tutti e tre i contenuti in ferro sono notevoli, analogamente a quanto verificato sulle ceramiche dalla Kleinmann. I vetri indagati da Henderson hanno mostrato concentrazioni di cobalto sensibilmente minori (0,1-0,5% come ossido), sistematicamente accompagnate da zinco e, in contenuti minori, da rame. A proposito della presenza di zinco, sia Henderson che Freestone e Stapleton si ricollegano alle analisi effettuate da Gratuze, rilevando però alcune differenze significative. Freestone e Stapleton segnalano infatti la determinazione dello zinco associato al cobalto in vetri prodotti a Sāmarrā' nel corso del IX secolo, caratteristica che li porta ad affermare: "It seems unlikely that a northern European cobalt would have been in use in the Near East before it was exploited in Europe itself. So that it is likely that there was a source of zincian cobalt ore somewhere in the Near East"⁹¹. Dal suo canto, Henderson individua un'apparente correlazione tra zinco e piombo, sostanzialmente analoga a quella desunta dai dati di Gratuze sui manufatti europei: "the link between the Medieval French and Islamic blue colourants used in glass strongly suggests that a similar or the same cobalt source was used for the coloration of both groups of glass (which are basically contemporary). Needless to say, the composition of the French and Islamic glasses are entirely different in terms of the relative levels of their other components. Clearly it is possible to suggest that the two glass industries were linked by the source of colourant they used, and this may lead one to speculate that there were other links or exchanges of technological ideas between people involved in the glass industries in Europe and the Islamic world"⁹².

Sappiamo ora che gli elementi chiave per l'identificazione della provenienza del cobalto da Freiberg, impiegato nell'Europa del XIII e del XIV secolo, sono l'indio e lo zinco, mentre il solo zinco non può essere posto in relazione con la medesima provenienza; d'altra parte sappiamo pure che la determinazione dell'indio, soprattutto ai livelli solitamente presenti nei vetri azzurri colorati col cobalto di Freiberg, non può essere rilevata al microscopio elettronico, per cui vengono meno le basi su cui si fondano le speculazioni operate da questi autori sul riscontro di analogie di composizione nei vetri medievali azzurri europei e islamici. L'autore che più si è spinto nel giustificare le analogie è stato Henderson, il quale è arrivato addirittura a ipotizzare un percorso inverso del cobalto (dal Medio Oriente all'Europa), sottolineando pertanto scambi tecnologici e commerciali, sicuramente desumibili sulla base di quanto afferma Abū'l Qāsim ma non documentati a questo livello e di tale entità: "Cobalt can be added to a glass melt by using a frit rich in cobalt, or by adding scrap glass that is already deeply coloured by cobalt. One possible model for the use of the same kind of cobalt colourant in the Islamic and western worlds at the same time is that frit rich in cobalt, or scrap glass (cullet) rich in cobalt, was imported to southern France from the Islamic world"⁹³.

Sia nelle ceramiche che nei vetri, i campioni di epoca alta hanno in genere mostrato una correlazione tra cobalto, zinco e rame che potrebbe risultare indicativa di un colorante ricavato dalle scorie vetrose della raffinazione dell'argento.

Brill, a seguito dell'analisi isotopica del piombo, riferisce che quanto determinato su due vetri azzurri rinvenuti a Nīshāpūr (IX-X sec.) è in accordo con i dati ottenuti su un campione di galena proveniente da Akdağmadeni, in Turchia⁹⁴; lo studioso, inoltre, afferma che tali risultati sono congruenti con quelli relativi ad altri sei vetri da lui analizzati, tre di colore rosso o arancio provenienti dall'Egitto e databili al VI secolo a.C. e all'epoca Tolemaica e tre azzurri, due di epoca romana e uno costituito da una tessera musiva di datazione incerta, proveniente da San Demetrio a Salonicco. Ovviamente solo questi ultimi tre campioni, in quanto contenenti cobalto, sono di interesse per questo studio. Al momento si rileva che i contesti cronologici e geografici in cui si inseriscono i due vetri di Nīshāpūr e gli altri tre vetri azzurri

⁹¹ FREESTONE 1998, p. 123.

⁹² HENDERSON 1998, p. 118.

⁹³ Ibidem.

⁹⁴ BRILL 1995, p. 217. Per la presenza di minerali di cobalto in siti della regione centrale del Tauro cfr. YENER 1991, p. 546. Riguardo ad altri siti anatolici in cui è stata segnalata la presenza di cobalto si segnalano quelli di Ergani Maden (DAYTON 1971, p. 53) e di Tokat (GILES 1974, p. 824).

che mostrano similitudini con essi dal punto di vista degli isotopi del piombo sono troppo differenti e i casi appaiono troppo isolati per ipotizzare una continuità tecnologica e la diffusione di materie prime provenienti dallo stesso sito.

6.5 Accenni all'uso del cobalto nella Spagna mussulmana

Un'ultima considerazione relativa all'impiego del cobalto nel mondo islamico concerne la rinomata produzione ceramistica iberica del medioevo. È stato infatti osservato che la comparsa del cobalto sulle ceramiche spagnole di epoca naşride nel XIII secolo avviene in concomitanza con l'espansione mongola verso occidente, che ha determinato l'esodo di molte persone dai territori conquistati verso le regioni dell'Occidente islamico⁹⁵.

The colour (cobalt) could well have been introduced to Málaga in the thirteenth century either by potters from Ifriqiya or by potters from Rayy and Kashan fleeing the Mongol invasion⁹⁶. At all events it was in Málaga that cobalt was first used in Spain as a ceramic colour, probably in the reign of Mohammed I (1238-73), and from there its use spread to Valencia in the early fourteenth century, the earliest known evidence being the document of 1333 referring to the combination of lustre and blue⁹⁷.

Se nelle regioni più occidentali islamizzate si registra un incremento tecnologico sul fronte dell'utilizzo del cobalto nelle ceramiche a causa delle invasioni mongoliche, nei centri orientali si registrano ovviamente interruzioni in alcune produzioni specifiche: "at Kashan and Raqqa the manufacture of these blue with black outline wares apparently ceased after the Mongol attacks of 1224 and 1259"⁹⁸.

Da Malaga l'uso del cobalto sulle ceramiche si è diffuso a Murcia e, in seguito nella Spagna cristiana, a Valencia (inizio del XIV secolo) e Barcellona (fine del XIV secolo)⁹⁹.

⁹⁵ RAY 2000, pp. 44-45.

⁹⁶ Il riferimento è a FROTHINGHAM 1951, p. 23.

⁹⁷ Il riferimento è a LÓPEZ ELUM 1984, p. 33.

⁹⁸ LANE 1957, p. 24.

⁹⁹ GLICK 1979, p. 239.

Capitolo 7

Il cobalto nell'Estremo Oriente (Cina e Giappone)

L'ampio e vasto impiego di cobalto nell'Estremo Oriente è stato oggetto di numerosi studi¹ e da solo giustificerebbe una dettagliata monografia, il che si pone ben oltre il nostro obiettivo. In questa sede ci siamo limitati a prendere in esame in maniera più articolata la situazione relativa a Cina e Giappone, visto che l'uso di coloranti a base di cobalto in tali regioni data molto indietro nel tempo e che le scelte tecnologiche ivi praticate hanno influito grandemente sulle successive produzioni di manufatti analoghi nelle altre regioni dell'Estremo Oriente.

7.1 Associazione del manganese al cobalto e occorrenza di cobalto in Cina

Lo studio dei reperti cinesi ha evidenziato valori fortemente variabili nel rapporto manganese/cobalto, laddove, per tutti gli autori, la presenza maggiore di manganese qualifica l'estrazione locale (in Cina), probabilmente dall'asbolano². È comunque documentata l'occorrenza anche in Cina di minerali di cobalto contenenti arsenico: l'eritrite a Xiamen e Zhuqi in Zhejiang, la smaltite in Yunnan e la danaite in Yunnan e Hunan³. Il cobalto persiano, ricco in arsenico, e quello cinese, ricco in manganese, avevano caratteristiche molto differenti nella resa per la decorazione di ceramiche e porcellane; quelle del minerale cinese erano più confacenti alla tecnica di decorazione persiana⁴ mentre il minerale persiano si adattava meglio alla tecnica di decorazione cinese, circostanza che potrebbe aver favorito un commercio incrociato di minerali di cobalto dalla Persia alla Cina e viceversa⁵, sebbene non si abbiano testimonianze dirette del commercio da est verso ovest.

La consistente presenza di manganese e ferro nel minerale cinese comportava comunque colorazioni più scure e violacee, nonché accurati processi di purificazione⁶, che sono stati messi a punto solo relativamente tardi, e ciò giustifica il fatto che l'importazione dalla Persia si è protratta a lungo. Come avremo occasione di rilevare nel paragrafo 7.7, in epoca precedente alla scoperta di efficaci trattamenti di purificazione dei minerali di cobalto locali gli artigiani cinesi hanno praticato la miscelazione di cobalto straniero con quello locale, espediente tecnico documentato in fonti scritte del XVI secolo⁷.

¹ I primi lavori sono stati prodotti da studiosi europei a partire dalla fine degli anni '40 del XX secolo (YOUNG 1949; YOUNG 1956; GARNER 1956b; YANG 1958; BANKS 1967; WATT 1979; KERR 2004, pp. 658-692). Successivamente sono state effettuate ricerche anche da parte di studiosi cinesi, in particolare quelle più sistematiche sono state condotte dal gruppo dello Shanghai Institute of Ceramics, a partire dalla fine degli anni '70 (CHEN YAOSHENG 1978 [in cinese], 1986, 1994, 1995a, 1995b; YAP 1982, 1984a, 1984b; ZHANG FUKANG 1989; YU 1996a, 1996b; CHENG HUANSHENG 2002; WU JUAN 2007; DU FENG 2008).

² Che il blu delle porcellane cinesi fosse ottenuto dall'asbolano (manganese cobaltifero) è stato da lungo tempo messo a fuoco presso la manifattura di Sèvres dai chimici francesi Jacques-Joseph Ebelmen (Baume-les-Dames 1814 - Sèvres 1852) e Louis Alfonse Salvétat (Parigi 1820 - Cramoisy 1882) analizzando campioni di pigmenti importati dalla Cina. EBELMEN 1852, pp. 335-338.

³ WATT 1979, p. 65.

⁴ Ciò è dovuto all'interazione del colore col substrato ceramico e col soprastante rivestimento vetroso. Con le invetriature alcaline e col corpo ceramico costituito dall'impasto artificiale quarzoso in uso in Persia il cobalto senza manganese tende infatti a spandere eccessivamente. MEDLEY 1974, pp. 33-34.

⁵ CURATOLA 1979, p. 4.

⁶ Essi consentivano un drastico calo dei tenori di ferro, mentre erano molto meno efficaci nei confronti del manganese.

⁷ WATT 1979, p. 66.

Relativa mente ai depositi cinesi di minerali contenenti cobalto - oltre a quelli in Yunnan, Zhejiang, e Hunan - ne sono stati segnalati in Guangdong, Kwuangsì (sebbene fornissero un prodotto meno buono per colore e consistenza⁸), Fujang⁹ e Jiangxi. I minerali di cobalto dello Zhejiang¹⁰ e dello Jiangxi¹¹, furono utilizzati in maniera massiccia durante il regno di Hongzhi (1488-1505), mentre dopo questo imperatore si preferì utilizzare i minerali di cobalto provenienti dallo Zhejiang e dallo Yunnan¹².



Fig. 7.1 - Raccolta dei minerali per il colore azzurro delle porcellane. JULIEN 1856, *On recueille la matière bleue*, tav. VII (desunta dagli *Annali di Fouliang*, redatti attorno al 1322).

⁸ Idem, p. 79; KERR 1986, p. 55.

⁹ CHENG HUANSHENG 2002, p. 490.

¹⁰ "From the late sixteenth century, materials mined at Yongfeng and Yushan in Zhejiang began to be used at official kilns". LI HE 1996, p. 211.

¹¹ Si ha notizia della produzione dello *shiqing* (o *shiziqing*), un pigmento azzurro per le porcellane, a Tianzegang, nella prefettura di Ruizhou (oggi Shanggao). WEN 2007, p. 110. Alcune fonti indicano invece che lo *shiqing* era tra i pigmenti importati nel XV secolo come tributo da Sumatra. DU FENG 2008, p. 252. Sempre con riferimento al cobalto estratto nello Jiangxi, "Raw materials employed for the *pitang blue* [*pi tang qing*] or *pingdeng blue* [*ping deng qing*] of the Chenghua-Hongzhi periods were mined in Leping county near Jingdezhen, finding favour on account of the consistency of their quality and the delicate shade of blue which resulted". LI HE 1996, p. 211.

¹² ZHANG ZHIGANG 1985, p. 40.

Secondo R.W. Andrews il cobalto cinese impiegato durante la dinastia Ming veniva estratto dai depositi dello Jiangxi, i cui abitanti avrebbero inoltre importato la lavorazione dei minerali di cobalto anche nello Yunnan, avendolo in larga misura colonizzato (XIII secolo)¹³. Per quest'ultima provincia Andrews fornisce un quadro abbastanza definito in merito all'occorrenza dei minerali di cobalto, generalmente associato all'asbolano:

Cobalt deposits occur mainly in Yunnan Province and are situated at K'un-ming [Kunming] in central Yunnan on the north shore of Lake Tien-chih [Dianqi]; at Fumin 15 miles to the north-west; at Sungming [Songming] and Sünwei (or Hsünwei) [Xünwei] which lie 30 miles and 115 miles, respectively, north-east of K'un-ming; at Ch'eng-kung [Chengong], 10 miles south-east of the latter town; at Anning, 15 miles south-west of K'un-ming and at Lunan [Lun'an] in the eastern part of the Province, 40 miles east-south-east of K'un-ming. Deposits also occur at Süntien (or Hsüntien) [Xündian] in east Yunnan, 45 miles north-east of K'un-ming; 38 miles north-north-east of the latter town at Lu-ch'üan [Luquan]; and at A-mi [Kaiyuan] in south east Yunnan. Cobalt mining has taken place at P'ing-l [Pingyi], 25 miles east-north-east of Kütsing [Qujing], in eastern Yunnan and at Chani (or Chanyi) [Zhanyi], eight miles north-north-east of Kütsing¹⁴.

azzurri derivati dall'asbolano



azzurri derivati da minerali arsenicali



azzurri azzurri ottenuti da miscele di Huiqing e Shiziqing



Fig. 7.2 - Principali denominazioni dei pigmenti azzurri per porcellana usati dai cinesi secondo quanto riportato in JULIEN 1856, pp. 151-159.

¹³ Alcune fonti sembrerebbero invece collocare la scoperta del cobalto nello Yunnan all'inizio del XVI secolo, sotto l'imperatore Zhengde (regno 1506-1521). DU FENG 2008, p. 252.

¹⁴ ANDREWS 1962, p. 169.

7.2 Denominazioni del pigmento e sue possibili origini

Riguardo ai luoghi da cui sono stati importati i minerali di cobalto in Cina sono stati proposti siti nel Vicino Oriente, in India¹⁵, in Persia, nel Belucistān, nel Khwarism¹⁶, nell'isola di Hainan¹⁷, a Sumatra¹⁸ o in Europa. Un dato è comunque chiaro: alcuni dei nomi con cui le fonti cinesi più antiche menzionano i coloranti a base di cobalto (*sulaiman* [qing]¹⁹, *sumali* [qing], *sumani* [qing] e *sunima* [qing]), mostrano forti assonanze con quelli riferiti dalle fonti persiane più volte citati nel capitolo precedente (*soleymānī*, *lājvard-e soleymānī* e *mīnā-e soleymānī*). L'assonanza dei termini cinesi con quelli persiani ha fatto pertanto ipotizzare un'origine persiana del pigmento; a tale proposito alcuni autori ritengono che l'importazione del cobalto persiano sia cessata attorno alla metà del XV secolo²⁰ altri, invece, nel corso del XVI secolo²¹.

Un'altra denominazione per i coloranti a base di cobalto attestata nelle fonti cinesi è *huiqing* (= *blu maomettano*), anch'essa in accordo con la possibile origine persiana del pigmento. La denominazione *huiqing* è tuttavia ambigua, poiché corrisponde anche a uno dei nomi con cui è indicata l'azzurrite nelle fonti cinesi²². Il termine *huiqing* è stato inoltre utilizzato da alcuni autori cinesi per indicare il cobalto estratto nello Yunnan²³ o nell'area di Turpan (o Turfan) nello Xinjiang²⁴.

Molti autori hanno preso in considerazione l'ipotesi che i coloranti a base di cobalto giungessero in Cina da Sumatra; in questo caso l'indicazione geografica non concernerebbe il luogo di estrazione ma quello da cui era importato via mare il minerale, rimanendo inalterata la sua origine persiana²⁵. La provenienza da Sumatra dei coloranti importati in Cina è comunque attestata sia da assonanze tra alcune denominazioni di questi pigmenti (*sunima*, *sumani*, "*su ni po*" e "*su po ni*") e i nomi cinesi di regni o località sull'isola²⁶ sia, soprattutto, da testimonianze scritte che registrano tali prodotti tra i tributi di Sumatra alla Cina²⁷.

¹⁵ Khetri, nel Rajputana, dove sono reperibili minerali costituiti da solfuri di ferro-cobalto, ricchi in arsenico. HELLOT 1740, pp. 229-230; YOUNG 1949, p. 22, che cita MALLETT 1881. In realtà la provenienza indiana in questo caso è solo generica, ipotizzata sulla scorta delle analisi del minerale eseguite da Frederick Richard Mallet (Dublino 1841 circa - Ealing 1921): zolfo 19,46%, arsenico 43,87%, antimonio tracce, cobalto 28,30%, nichel tracce, ferro 7,83%, ganga 0,80%. MALLETT 1881, p. 195. "La présence du cobalt a été signalée anciennement dans l'Etat de Jaipur en Rajputana (d'ou le nom de jaipurite donné à un sulfure de cobalt problématique). Cette jaipurite, qui est là en réalité de la cobaltine et que les indigènes nomment saita ou sehta, est associée avec du cuivre dans les mines de Babai, Bagor et Singhana de l'Etat de Jaipur. Les indous l'utilisent pour colorer en bleu des émaux". DE LAUNAY 1913, vol. II, p. 610.

¹⁶ LI HE 1996, p. 211.

¹⁷ Tale provenienza è stata specificata, per la dinastia Ming, in HIRTH 1890, p. 251.

¹⁸ MEDLEY 1974, p. 34; WEN 2007, p. 114; DU FENG 2008, p. 252.

¹⁹ *Qing* = azzurro.

²⁰ Durante il regno dell'imperatore Xüande (1426-1435). YANG 1958.

²¹ GARNER 1956b, p. 49.

²² WATT 1979, p. 68.

²³ WATT 1979, pp. 72-73; DU FENG 2008, p. 253.

²⁴ DU FENG 2008, p. 253.

²⁵ "At this period the pigment was transported by the sea route from the Persian Gulf by way of Aceh at the north end of Sumatra, and thence probably direct to Ch'üan-chou [Quanzhou], which by the end of the first quarter of the fourteenth century was the chief port". MEDLEY 1980, p. 177; MEDLEY 1974, p. 34.

²⁶ Riferito in WATT 1979, pp. 71-72 (relativamente a *sumali qing*). DU FENG 2008, p. 255 (relativamente a "*su bo ni qing*"). Margaret Medley (Kensington [Middlesex] 1918 - Londra 2000) esclude categoricamente che *sumali* derivi da toponimi associati a Sumatra. MEDLEY 1974, p. 34.

²⁷ "During the sixteenth century cobalt as *huich'ing* [*huiqing*] was evidently imported overland via Samarkand as well as by the sea route, and it is explained in *Shui-pu fu-k'ao*, a Chinese civil service handbook compiled and issued in 1587, that Hui-ch'ing is another name for *su-ma-ni ch'ing*, 'which came from Java and other places'" (MEDLEY 1980, nota 6 a p. 275).

La denominazione *sumali qing*, tra quelle riferite a un prodotto che giungeva da Sumatra, sembrerebbe attestata per la prima volta sotto l'imperatore Wanli (regno 1573-1620), in documenti facenti riferimento ai regni degli imperatori Yongle (regno 1403-1424) e Xüande (regno 1426-1435). In studi più recenti è stato invece ipotizzato che il *sumali qing* derivi il suo nome da Sāmarrā', capitale del califfato abbaside (750-1258)²⁸. Se si considera che il termine *sumali qing* è documentato solo a partire dall'ultimo quarto del XVI secolo in testi che fanno riferimento ai primi decenni del XV secolo, il collegamento del *sumali qing* con Sāmarrā' appare tutt'altro che convincente, tenuto inoltre presente che le caratteristiche determinate sui manufatti dell'inizio del XV secolo sembrerebbero compatibili con minerali estratti in Persia.

In un'epoca pionieristica degli studi Friedrich Hirth (Gräfontonna [Gotha] 1845 - Monaco 1927) ha ipotizzato che ci fosse un collegamento tra i termini *sunima* e *smalt* e che "su ni po" fosse la traslitterazione di Schneberg, pur riconoscendo che i documenti cinesi in cui è riportato precedono la data dell'avvio di produzione di smalto nella stessa Schneberg²⁹.

7.3 Periodi precedenti alla dinastia Tang

I più antichi manufatti in Cina su cui sono stati utilizzati coloranti a base di cobalto sono delle conterie con decorazione 'a occhio' (*eye-bead*) rinvenute in una tomba reale nello Henan databile al periodo *Primavera e autunno* (790-476 a.C.); sulla base della composizione del vetro si ritiene che tali manufatti siano stati importati dal Vicino Oriente o dall'Asia Centrale³⁰, a causa dell'estrema diffusione di questo genere di reperti³¹.

Per alcuni autori l'impiego di cobalto nei vetri in Cina risulterebbe all'inizio del periodo degli *Stati combattenti* (481-221 a.C.)³². Il cobalto è stato inoltre determinato nell'invetriatura di conterie in *fayence* risalenti al IV-I seco-



Fig. 7.3 - Statuina di funzionario civile di alto rango, Cina, dinastia Tang (618-907 d.C.), VII secolo, terracotta con invetriatura *sancai* (tre colori). Roma, Museo delle Civiltà - Museo Nazionale d'Arte Orientale 'Giuseppe Tucci', inv. 13 [Archivio fotografico MNAO 'G. Tucci'].

L'importazione dello *huiqing* come tributo da Sumatra per gli anni 1426, 1430, 1433 e 1434 è registrata nello *Xiyang chaogong dianlu*, 'Records of tributes by foreign countries' (1520) di Huang Xingzeng (1490 circa - 1540 circa) (WEN 2007, p. 114). Il tributo da Sumatra includeva, comunque, due pigmenti azzurri, lo *shiqing* e lo *huihuiqing* (DU FENG 2008, p. 252).

²⁸ DU FENG 2008, p. 255.

²⁹ HIRTH 1887, nota 164 a p. 193 (per un refuso indicata come 197). Il collegamento tra *sunima* e *smalt* è stato riproposto in LI HE 1996, p. 209, senza citare il precedente di Hirth, mentre quello tra "su ni po" e Schneberg, mantenendo il riferimento a Hirth, è riportato in WATT 1979, p. 71.

³⁰ ZHANG FUKANG 1986, pp. 96-97 (camp. G2); KERR 2004, p. 660.

³¹ "Yellow or turquoise beads with stratified blue-white eyes from the sixth to the fourth century B.C. have been found ... The finds cover a vast area from the Mediterranean north to Saxony and Poland. In the west they are found as far as Britain; in the east they are known in the northern area of the Black Sea". VENCLOVÁ 1983, p. 14.

³² GOLAS 1999, p. 173.



Fig. 7.4 - Vasetto con coperchio, Cina, dinastia Tang (618-907 d.C.), VII secolo, terracotta con invetriatura blu al cobalto. New York, The Metropolitan Museum of Art, Gift of Dr. and Mrs. Samuel Mandel, in honor of Dr. Allan Rosenfield, 2006, Accession Number: 2006.520.a,b [da www.metmuseum.org].

lo a.C.³³ e in conterie di vetro datate alle dinastie Han occidentali (202 a.C.-9 d.C.) e Han orientali (25-220 d.C.)³⁴. In quest'ultimo caso, sulla base della composizione del vetro³⁵ si ritiene che si tratti ancora di manufatti importati, in particolare da Arikamedu in India³⁶. È stato comunque ipotizzato, sempre per i vetri databili al IV-I secolo a.C., che in alcuni casi si tratti di prodotti importati o rilavorati, rifondendo vetro azzurro importato ed eventualmente mescolandolo a vetro prodotto localmente³⁷.

7.4 Dinastia Tang (618-907 d.C.)

L'uso di coloranti azzurri a base di cobalto sulle ceramiche cinesi è documentato a partire dalla dinastia Tang; esso inizia comunque attorno alla metà del VI secolo d.C. nel nord della Cina³⁸ e assume maggior rilievo nell'VIII secolo d.C., nella produzione delle fornaci di Gongxian e Huang-pao, nello Henan³⁹.

Si è relativamente concordi nel ritenere che in epoca Tang il cobalto fosse importato dalla Mesopotamia, nonostante

alcune sostanziali differenze di composizione per gli elementi associati⁴⁰; tale ipotesi si basa sul fatto che il cobalto compare, con un leggero anticipo rispetto ai manufatti Tang, nella produzione ceramistica di Basra, durante il periodo abbaside (750-1258), ipotesi però contestata da Nigel Wood, il quale sottolinea invece la precedenza della Cina Tang rispetto all'area mesopotamica⁴¹. La differenza più significativa riguardo agli elementi associati al cobalto nei

³³ BRILL 1991.

³⁴ SHI MEIGUANG 1987, tabb. 1-2 a pp. 17-18; ZHANG FUKANG 1986, camp. G11, tab. 2.

³⁵ KERR 2004, pp. 664-665.

³⁶ BRILL 1999, vol. I, p. 141 e tab. XIII E; vol. II, p. 337 (Arikamedu). "South Indian glass beads were widely traded into South-East Asia in the middle of the 1st millennium BC and reached South China and Korea soon after this, but it is becoming apparent that a distinctive group of potash glasses were being made somewhere between South China and mainland Southeast Asia about the same time and some beads made from this material were traded north as far as Korea". GLOVER 1995, p. 160.

³⁷ KERR 2004, pp. 666-668. In questo troviamo parallelismi con quanto ipotizzato riguardo al commercio, anche a lunga distanza, di semilavorati contenenti cobalto nel mondo celtico e nel bacino mediterraneo in epoca protostorica (cfr. paragrafo 2.2).

³⁸ LI HE 1996, p. 144.

³⁹ LI ZHIYAN 1986, p. 69, camp. T₁ e T₂, tab. 1; LI GUOZHEN 1986, p. 78, camp. G1-b, tab. 2; LUO ZONGZHEN 1986.

⁴⁰ Nigel Wood e Rose Kerr sottolineano l'apparente assenza di arsenico nell'azzurro sulle porcellane di epoca Tang (KERR 2004, p. 674), ma si deve sottolineare che sino a epoca recente l'arsenico non veniva preso in considerazione dagli studi sulle porcellane cinesi, che si limitavano a utilizzare come indicatori ferro, cobalto e manganese.

⁴¹ "In terms of the use of cobalt-blue decoration, ninth century AD Abbasid ware is not the earliest blue-and-white ware in ceramic history, but was anticipated in China by the eighth century AD Tang blue-and-white *sancai* wares. Therefore, the introduction by the Abbasid potters of

manufatti Tang e nelle coeve ceramiche prodotte in Mesopotamia è rappresentata dalla presenza di zinco, riscontrata solo in queste ultime, cui si associa anche una maggiore incidenza di ferro. Un altro dato di rilievo concernente il cobalto impiegato in epoca Tang risiede nei bassi tenori di calcio e sodio determinati nelle invetriature prodotte durante questa dinastia, che portano a escludere che il cobalto fosse ricavato dall'utilizzo di un prodotto vetrario mesopotamico; da ciò ne conseguirebbe che il colorante è stato probabilmente importato sotto forma di minerale⁴² e non di semilavorato vetroso. La ragione per cui il blu è abbastanza raro sulle porcellane Tang è stata infine individuata nei costi elevati associati all'importazione del pigmento da così lunghe distanze⁴³.

7.5 Dinastie Liao (907-1124), Jin (1115-1234) e Song (960-1279)

In epoca immediatamente successiva a quella Tang la situazione muta bruscamente, il che ha portato a ipotizzare che con la fine della dinastia Tang si siano interrotte le vie commerciali lungo le quali giungeva in Cina il cobalto. Nel nord della Cina, durante la dinastia Liao l'uso di cobalto nelle ceramiche è sporadico, mentre nel sud, durante le dinastie Song e Jin, inizia timidamente la tradizione della porcellana bianca decorata in blu sotto l'invetriatura, i cui primi esemplari risalgono comunque all'epoca Tang⁴⁴. Tale produzione avrà la massima fioritura nei prodotti realizzati nelle fornaci di Jingdezhen, nello Jiangxi, a partire dal terzo decennio del XIV secolo, sotto la successiva dinastia Yuan, di origine mongola.

Il cobalto utilizzato nel sud della Cina durante la dinastia Song è comunque di cattiva qualità, particolarmente ricco di manganese, caratteristica che ha portato a ipotizzarne un'origine locale (nello Zhejiang)⁴⁵; ciò confermerebbe, anche per la Cina meridionale, l'interruzione dell'importazione da ovest con la fine della dinastia Tang, analogamente a quanto determinato per i manufatti prodotti nel nord della Cina.

7.6 Dinastia Yuan (1260-1368)

L'abbondante utilizzo di coloranti a base di cobalto durante la dinastia Yuan è stato probabilmente determinato dall'espansione verso occidente dell'impero mongolo a partire dalla fine del XII secolo, che rese più sicura la circolazione di persone e merci sui vari rami della via della seta. Durante tutta questa dinastia le fornaci di Jingdezhen, sia quella di Hutian (che produceva anche per la corte) che quella di Lomajiao (con una produzione popolare), hanno utilizzato lo stesso minerale di cobalto, ricco in ferro e con tracce minime di manganese. Chen Yaocheng, Guo Yanyi e Chen Hong identificano questo minerale nella danaite⁴⁶, la cui origine potrebbe essere centroasiatica (da Saiyan-Tuwa) o, addirittura, europea, grazie all'apertura al commercio con l'ovest determinatasi con la nuova situazione politica dell'epoca⁴⁷.

cobalt-blue decoration is still a problem. It may have been devised from imitating imported Chinese wares (e.g., Changsha wares with trailed 'blue' decoration, or so-far-unfound examples of the new ninth century Gongxian dot-and-dash style of blue *sancai* or underglaze blue-and-white ware). Or it can be seen as an independent invention that followed the introduction of tin-opacified glazes in the region, with this preceding technological development being inspired by a desire to imitate imported Chinese whitewares". WOOD 2007, p. 682.

⁴² KERR 2004, p. 673.

⁴³ WEN-CHEE MAO 1977.

⁴⁴ LUO ZONGZHEN 1986. Per informazioni su più recenti rinvenimenti di porcellane bianche e blu di epoca Tang cfr. LI BAOPING 2008.

⁴⁵ LI HE 1996, p. 144; KERR 2004, pp. 674-676.

⁴⁶ Varietà di arsenopirite (FeAsS o FeS₂FeAs₂), in cui parte del ferro può essere sostituita dal cobalto, fino circa al 10% in peso.

⁴⁷ "From the compositional analyses, it can be seen that the blue pigment on the Yuan samples differs in composition from that on Tang, Ming and Qing blue and white wares, and it appears



Fig. 7.5 - Piatto con carpa, Cina (Jingdezhen), dinastia Yuan (1260-1368), metà del XIV secolo, porcellana dipinta in azzurro sotto vetrina. New York, The Metropolitan Museum of Art, Purchase, Mrs. Richard E. Linburn Gift, 1987, Accession Number: 1987.10 [da www.metmuseum.org].

Relativamente alle impurezze associate al cobalto, nei coevi manufatti persiani sembrerebbero individuabili due tipologie: una simile a quella definita dalla casistica riscontrata su ceramiche cinesi prodotte a Jingdezhen (con elevati contenuti di ferro e con manganese in tracce o del tutto assente), l'altra caratterizzata da elevati contenuti di nichel e da bassi valori di ferro. Da tutto ciò ne consegue, secondo Rose Kerr e Nigel Wood, che se effettivamente il cobalto utilizzato nelle fornaci di Jingdezhen veniva da Qamsār, in Persia, si era in

that the danaite ore was only used for the official blue and white porcelains made during the eighty-odd years of Yuan Dynasty (1279-1368 AD). It is clearly indicated that the danaite ore was obtained through official channels in the Yuan Dynasty. Austrian and Hungarian territory had been captured by the Mongol empire, so economic and cultural exchanges were undoubtedly developed between Central Asia or Europe and China. The danaite ore was therefore probably imported from Central Asia or Europe to Jingdezhen for the production of blue and white porcelain". CHEN YAOCHEG 1994, p. 17.

grado di discernere tra i minerali corrispondenti alle due tipologie, mediante saggi alla fiamma o il riconoscimento di differenti patine di ossidazione sulla superficie dei minerali⁴⁸.

In alternativa, l'individuazione sulle porcellane cinesi prodotte durante la dinastia Yuan a Jingdezhen di una soltanto delle due tipologie di coloranti a base di cobalto determinate sui coevi manufatti persiani potrebbe invece essere giustificata dall'esistenza in Persia di più di una fonte per l'estrazione dei minerali contenenti cobalto e dalla scelta di importare in Cina, per questioni di natura meramente economica, quelli reperibili nella fonte più vicina.

L'importazione dei minerali di cobalto in Cina sarebbe dovuta comunque avvenire sotto il controllo diretto dell'amministrazione imperiale: "Islamic pigments, decorative styles and Islamic techniques probably found their way to the Fuliang [Fu-liang] Porcelain Office through the Directorate General for Precious Metals and Jewel Artisans in Various Circuits under the Bureau for Imperial Manufacture"⁴⁹.

Sempre per i manufatti di epoca Yuan è stata rilevata una sostanziale differenza tra i minerali di cobalto utilizzati nelle fornaci di Jingdezhen e quelli utilizzati nelle fornaci di Longquan nello Zhejiang e di Yuxi nello Yunnan, contraddistinti dagli alti tenori di manganese che caratterizzano i minerali di cobalto localmente reperibili.



Fig. 7.6 - Bottiglia in stile islamico, Cina, (Jingdezhen), dinastia Ming (1368-1644), XVI secolo, porcellana con decorazioni blu sotto vetrina. Museo Internazionale delle Ceramiche in Faenza, inv. 5920.

7.7 Dinastia Ming (1368-1644)

La situazione relativa alle fornaci di Jingdezhen viene a mutare all'inizio della dinastia Ming, in particolare sotto l'imperatore Hongwu (regno 1368-1398). In questo periodo sui pezzi di pregio continua ancora a essere impiegato lo stesso pigmento azzurro adoperato durante la precedente dinastia Yuan (caratterizzato da elevati tenori di ferro e con manganese in tracce o assente), mentre nella produzione di minor pregio gli alti tenori di manganese associati al cobalto denunciano un'origine cinese per i minerali impiegati. Questa cesura sembrerebbe avvenire in coincidenza con la chiusura della Cina determinatasi all'inizio dell'epoca Ming⁵⁰.

Successivamente, sotto gli imperatori Yongle (regno 1403-1424) e Xüande (regno 1426-1435), nelle fornaci di Jingdezhen comincia a comparire il manganese anche negli azzurri sulle porcellane di pregio, ma in quantitativi modesti, al punto da far ipotizzare la miscelazione di cobalto importato (ricco in ferro) e cobalto locale (ricco in manganese) in propor-

⁴⁸ KERR 2004, p. 677.

⁴⁹ LIU XINYUAN 1989, p. 49, citato in KERR 2004, p. 678. Per la descrizione del funzionamento del *Porcelain Bureau*, sottoposto al *Directorate General for Precious Metals and Jewel Artisans in Various Circuits*, che a sua volta dipendeva dall'*Imperial Manufactories Commission*, si rimanda a KERR 2004, p. 186.

⁵⁰ "An edict of 1368 by the Ming Hongwu emperor (*reg* 1368-98) disrupted trade routes, and with the loss of the Islamic market the exportation of blue and white temporarily ceased". SARGENT 1996, p. 173.

zioni che, sulla base dei dati analitici, sono state stimate pari a nove parti di cobalto importato contro una di cobalto locale. In seguito sembrerebbe sia stato impiegato, anche per i manufatti di pregio, esclusivamente il cobalto locale, con alcune eccezioni relative a pezzi realizzati sotto gli imperatori Jiajing (regno 1522-1566)⁵¹ e Wanli (regno 1573-1620)⁵².

Tutto ciò è stato pionieristicamente messo a fuoco da Harry Mason Garner, il quale, sulla base del rapporto manganese/cobalto dedotto dalle analisi di Stuart Young, ha circoscritto al XV e al XVI secolo la pratica di mescolare il cobalto importato con quello di origine locale, mentre in epoca precedente è stato utilizzato solo cobalto persiano e in epoca posteriore solo cobalto locale⁵³.

Secondo Arthur Lonsdale Hetherington (Londra 1881 - ? 1960) la miscelazione del cobalto importato dalla Persia con quello cinese era dovuta a necessità tecniche piuttosto che a questioni di natura economica⁵⁴: il colore blu ottenuto col minerale persiano tendeva infatti a spandere (figg. 7.7-7.8) e l'aggiunta del minerale cinese contrastava questo effetto indesiderato.

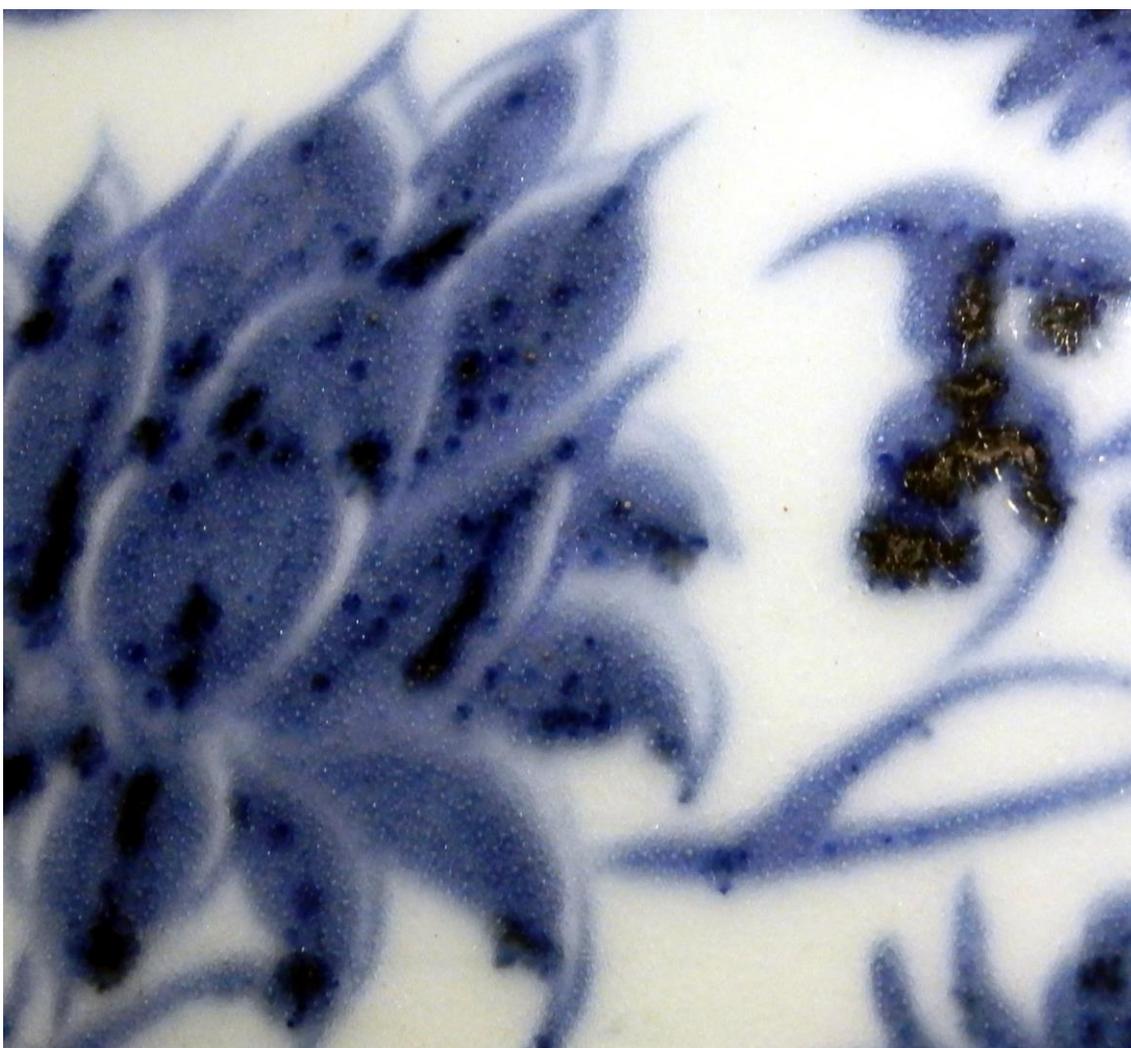


Fig. 7.7 - Particolare della decorazione di un vaso in cui sono evidenti i difetti del cobalto di origine persiana: contorni poco definiti, tendenza a spandere e presenza di grumi di pigmento non disciolto in corrispondenza degli scuri, Cina (Jingdezhen), dinastia Yuan (1260-1368), porcellana dipinta in azzurro sotto vetrina.

⁵¹ KERR 2004, pp. 683-684. Nel caso della produzione imperiale sotto Jiajing è segnalata la miscelazione dei minerali di cobalto in YU 1996a.

⁵² KERR 2004, pp. 683-684.

⁵³ YOUNG 1956; GARNER 1956b.

⁵⁴ Comunicazione scritta riportata in MELLOR 1937, p. 5.

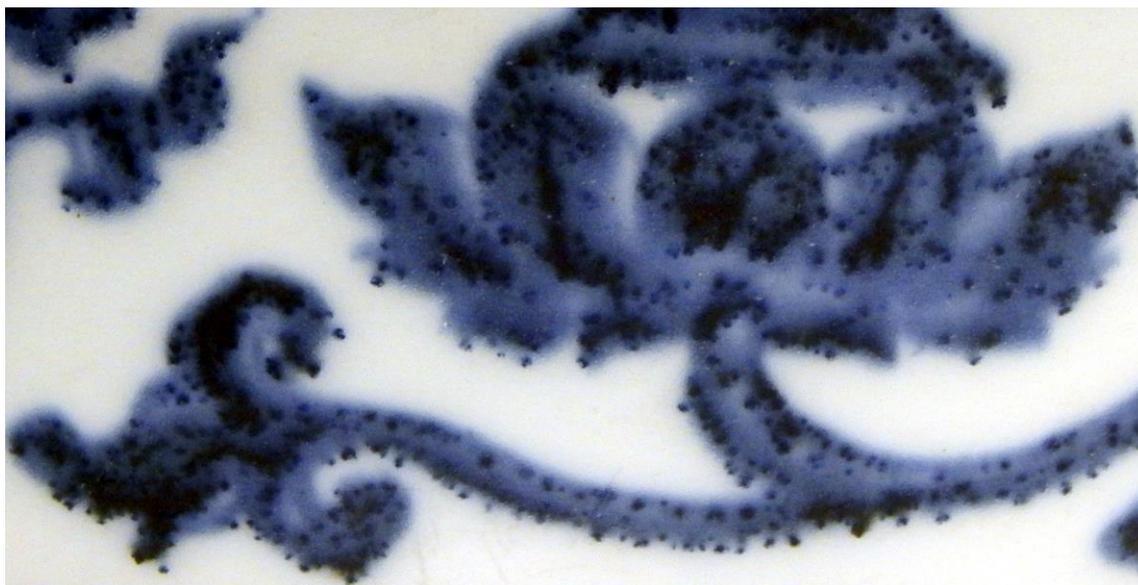


Fig. 7.8 - Particolare della decorazione di un vaso in cui sono evidenti i difetti del cobalto di origine persiana: contorni poco definiti, tendenza a spandere e presenza di grumi di pigmento non disciolto in corrispondenza degli scuri, Cina (Jingdezhen), dinastia Ming, regno di Xüande (1426-1435), porcellana dipinta in azzurro sotto vetrina.

Dal punto di vista tecnico ciò appare plausibile, in quanto l'ossido di manganese, presente in quantità rilevanti nel minerale cinese, tende ad asciugare eccessivamente la soprastante invetriatura, col pericolo di sbollature, caratteristica che si rileva frequentemente nelle stesure a base di ossido di manganese nella produzione ceramistica europea, soprattutto se di qualità non elevata. Per lo stesso motivo l'ossido di manganese era impiegato nel mondo islamico, compresa la produzione iberica, nella tecnica della *cuenda seca*, con la quale erano realizzati i contorni delle campiture per non far spandere i colori. Sempre secondo Hetherington, le proporzioni con cui veniva tagliato il costoso minerale persiano erano dieci parti contro una di minerale cinese nei pezzi di qualità più elevata (proporzioni molto simili a quelle successivamente desunte dalle analisi) e di cinque parti contro una di minerale cinese per la produzione di minor qualità⁵⁵.

Ritroviamo puntualmente registrate in una fonte cinese del 1556 le considerazioni alla base della necessità di miscelare due differenti minerali di cobalto, in una proporzione (1:10) molto vicina a quella ipotizzata da Rose Kerr e Nigel Wood (1:9), sulla base di dati desunti dalle analisi dei manufatti; in entrambi i casi, inoltre, la percentuale maggiore si riferisce al pigmento importato.

When pure Hui blue was used, the colour runs and does not gather: and when too much Shi blue is added the colour is subdued and not bright. The 'best blue' was obtained by adding one qian [one tenth of a liang] Shi blue to one liang [the Chinese 'maund', equal to 50 g] Hui blue, and when the mixture was four to six it was called 'medium blue'. When 'medium blue' is used for painting, the brush-strokes are well defined: and when the 'best blue' is mixed with water, the colour is clear and brilliant⁵⁶.

Si deve comunque sottolineare, a fronte della coincidenza delle proporzioni indicate dalla fonte con la prassi riscontrata sulle opere, che sussiste una notevole distanza cronologica che separa tale registrazione (1556) rispetto ai regni degli imperatori durante i quali sono stati realizzati i manufatti su cui è stata ipotizzata la miscelazione di minerali di cobalto aventi origine differente: Yongle (regno 1403-1424) e Xüande (regno 1426-1435)⁵⁷. Come

⁵⁵ Ibidem.

⁵⁶ *Jiangxi sheng dazhi. Tao shu (Chorography of Jiangxi province. Ceramics volume)* di Wang Zongmu (1523-1591), riportato in WEN 2007, p. 114.

⁵⁷ I dati relativi a reperti rinvenuti in scavi presso la fornace Kuan, a Jingdezhen, hanno mostrato una situazione differente: cobalto importato (presenza di arsenico, alti tenori di ferro e

si è accennato, seppur con differenti proporzioni, la miscelazione è stata ipotizzata da Harry Mason Garner, sulla base del rapporto manganese/cobalto dedotto dalle analisi di Stuart Young, anche su alcuni manufatti del XVI secolo, realizzati sotto gli imperatori Chengte (regno 1506-1521) e Lungqing (regno 1567-1572)⁵⁸.

Oltre alla miscelazione è stato anche documentato dalle analisi su manufatti della fine del XV secolo l'uso affiancato ("side by side") di cobalto cinese e di cobalto importato, sfruttando le differenze di tono e di resa tra le due gradazioni di blu da essi ottenute⁵⁹.

In merito ai pigmenti azzurri utilizzati in epoca Ming un recente studio condotto da ricercatori cinesi sembrerebbe ampliare le prospettive, consentendo di isolare non una bensì due cesure, che vengono così a demarcare tre differenti situazioni, sulla base dei rapporti tra le concentrazioni di ferro e manganese e di manganese e cobalto⁶⁰. La prima situazione corrisponde ai regni dei primi imperatori Ming; sono stati analizzati tre pezzi prodotti sotto Hongwu (regno 1368-1398) e sei pezzi prodotti sotto Yongle (regno 1403-1424). In questo periodo si riscontra una sostanziale continuità con la precedente dinastia Yuan; ciò porta pertanto a ipotizzare che si sia protratto l'impiego di minerali provenienti dalla Persia⁶¹. La prima cesura sembrerebbe avvenire con l'inizio del regno di Xüande (regno 1426-1435), quindi attorno al 1425, in accordo con quanto ipotizzato precedentemente da altri studiosi⁶². I ricercatori cinesi hanno riscontrato la seconda cesura tra i cinque pezzi prodotti sotto Hongzhi (regno 1488-1505) e i sei pezzi prodotti sotto Zhengde (regno 1506-1521), quindi essa si dovrebbe collocare attorno al 1505, "and the timing reflects the transition of the Ming Dynasty from strong to weak"⁶³. La portata dell'individuazione di questa cesura è grande e apre nuovi orizzonti di ricerca; tuttavia, sebbene sulla base dei dati presentati non si pone in discussione l'esistenza di questa seconda cesura, sorgono numerose perplessità sui metodi e i criteri scientifici del lavoro e sulla facilità con cui si perviene ad alcune conclusioni sull'origine dei pigmenti azzurri discussi⁶⁴; d'altra parte gli autori stessi sottolineano le frequenti discrepanze tra i loro risultati

bassi tenori di manganese) per il regno di Yongle, miscelazione di cobalto importato e cobalto cinese (presenza di arsenico, bassi tenori di ferro e medio-alti tenori di manganese) sotto il regno di Xüande e due situazioni distinte sotto il regno di Chenghua riconducibili a cobalto cinese (assenza di arsenico, bassi tenori di ferro e alti tenori di manganese) o cobalto importato (presenza di arsenico, medio-alti o alti tenori di ferro e bassi tenori di manganese). CHENG HUANSHENG 2002, tab. e a p. 491.

⁵⁸ GARNER 1956b, p. 49.

⁵⁹ LI HE 1996, p. 211.

⁶⁰ WEN 2007.

⁶¹ Sui manufatti realizzati durante la dinastia Yuan, al cobalto sembrerebbe associato l'arsenico. DU FENG 2008, p. 251.

⁶² BANKS 1967.

⁶³ WEN 2007, p. 108.

⁶⁴ La prima perplessità concerne il fatto che non è stato preso in considerazione l'arsenico, da tutti gli studiosi, e anche dagli autori stessi, considerato come marcatore chiave di una provenienza persiana del minerale, sebbene la sua presenza sia identificabile con la tecnica di analisi adottata. Perplessità ancora maggiori investono la valutazione quantitativa dei risultati desunti dalle misure:

- viene trascurata nella determinazione quantitativa l'influenza dell'invetriatura, sebbene poi nel corso dell'articolo tale effetto sia preso in considerazione sotto altri punti di vista (WEN 2007, pp. 104 e 113) e si riconosca che nella determinazione quantitativa intervenga anche un contributo da parte del corpo ceramico (Idem, p. 104);
- viene stimata d'ufficio al 3% la somma delle concentrazioni di sodio e magnesio, non misurabili a causa dello schermo operato a così basse energie dall'aria interposta tra rivelatore e campione (Idem, p. 103);
- si afferma che la determinazione del cobalto potrebbe essere affetta da una stima poco accurata, a causa della parziale sovrapposizione dei picchi Fe-K β (7,06 keV) e Co-K α (6,93 keV), mentre si passa completamente sotto silenzio l'analoga interferenza tra Mn-K β (6,49 keV) e Fe-K α (6,40 keV), tenuto poi in considerazione che sul rapporto Fe/Mn si basa gran parte dell'elaborazione e della discussione dei risultati;

e quelli precedentemente pubblicati da altri ricercatori, che hanno studiato pezzi differenti e utilizzato differenti tecniche e procedure di analisi.

Come già accennato, il pigmento azzurro in epoca Ming viene chiamato anche *blu maomettano* (*huiqing*); il nome sembrerebbe riferirsi alla provenienza (il Khwarism⁶⁵, Qamšār in Iran, l'isola di Sumatra, o, genericamente, il mondo islamico), ma alcuni autori ritengono che tale dizione sarebbe potuta ugualmente essere assegnata a un prodotto reperibile in Cina (nell'area di Turpan [o Turfan] nello Xinjang⁶⁶, nello Yunnan⁶⁷) di qualità analoga a quella di un prodotto d'importazione⁶⁸, in quanto è anche documentato un *blu maomettano straniero* ("foreign *hui-chhing*")⁶⁹, il che comporta, implicitamente, l'esistenza di un *blu maomettano* non straniero. La necessità di disporre di un cobalto più puro nei vetri, negli smalti su metallo e nelle invetriature blu, ha probabilmente determinato per queste tecniche l'impiego di materiale importato, anche quando questo tendeva a scomparire sulle porcellane bianche e blu.

7.8 Testimonianze sull'uso e l'importazione del cobalto posteriori all'epoca Ming

James C.Y. Watt (Hong-Kong 1936), in coda all'articolo sull'uso del cobalto in Cina pubblicato sulla rivista *Ars Orientalis*, fornisce la traduzione inglese di ampi brani concernenti il cobalto tratti da fonti cinesi; per una disamina approfondita sull'argomento si rimanda pertanto a tale testo. In questa sede si riporta solo un passo desunto da una fonte stampata nel 1774 (*T'ao-shuo*), perché fornisce alcuni ragguagli sul trattamento dei minerali e sulla loro qualità.

Both for underglaze blue and for blue glaze, blue material is required. [It] comes from the hills in the districts of Shao-hsing [Shaoxing] and Chin-hua [Jinhua] in Chekiang [Zhejiang] province. The gatherers obtain the material in the hills and wash it in the streams to get rid of the attached soil. Large round lumps of a yellowish black colour were the best blue and its name is *ting-yüan-tzû* [Dingyuanzi]. After it is brought to Ching-te-chen [Jingdezhen] it is buried in the kiln ground for three days and then taken out and sold after it is washed. The varieties obtained from the hills of Kiangsi [Jiangxi] and Kwangtung [Guangdong] produce a pale colour and do not stand up to firing. They can only be used for coarse ware⁷⁰.

Informazioni non molto distanti cronologicamente sono state registrate anche da viaggiatori europei, in particolare dal missionario gesuita padre François Xavier Dentrecolles (Lione 1664 - Pechino 1741)⁷¹, che visitò la fabbrica cinese di porcellane a Jingdezhen e, tra le altre, diede una descrizione dettagliata della preparazione dell'azzurro in una lettera del 1° settembre 1712⁷².

- elementi quali nichel, rame e zinco - il cui contributo potrebbe essere determinate nella caratterizzazione del minerale di cobalto, soprattutto nell'ipotesi della provenienza persiana - sembrerebbero essere stati individuati [alcune volte?] nel set di misure prese in considerazione (Idem, p. 103), ma non sono state computate le loro concentrazioni;
- nelle analisi precedentemente condotte su pezzi prodotti in epoca Yuan, utilizzate nei confronti, non era stato possibile identificare, per problemi tecnici di misura, nemmeno il cobalto.

⁶⁵ Fonti Ming indicano il pigmento importato da quest'area dell'Asia Centrale come *huihuiqing*. LI HE 1996, p. 211.

⁶⁶ DU FENG 2008, p. 253.

⁶⁷ LI HE 1996, p. 211; DU FENG 2008, p. 252.

⁶⁸ Nello Yunnan poteva essere importato da Burma.

⁶⁹ KERR 2004, p. 685.

⁷⁰ WATT 1979, p. 79.

⁷¹ Riguardo all'anno di nascita di padre Dentrecolles (o d'Entrecolles, d'Antrecole, d'Antrecolles), alcuni testi segnalano il 1692 o il 1693, mentre per il luogo, dubitativamente, è stata indicata anche Limoges. Padre Dentrecolles è partito per la Cina nel 1698, dove assunse il nome cinese di Yin Hong-Siu Ko-Tsong.

⁷² La lettera è stata ripresa come capitolo sulla porcellana (*De la Porcelaine*, pp. 177-204), nel secondo tomo della *Description géographique, historique, chronologique, politique et physique de l'Empire de la Chine et de la Tartarie Chinoise* del gesuita Jean-Baptiste Du Halde (Parigi 1674 - 1743). DU HALDE 1735.

Les Annales de *King Te Tching* [Jingdezhen] disent qu'anciennement le peuple ne se servoit que de porcelaine blanche: c'est apparemment parce qu'on n'avoit pas trouvé aux environs de *lao Tcheou* [Yaozhou], un azur moins précieux, que celui qu'on employe pour la belle porcelaine, lequel vient de loin, & se vend assez cher.

On raconte qu'un marchand de porcelaine, ayant fait naufrage sur une côte déserte, y trouva beaucoup plus de richesses qu'il n'en avoit perdu. Comme il erroit sur la côte, tandis que l'équipage se faisoit un petit bâtiment des débris du vaisseau, il aperçût que les pierres propres à faire le plus bel azur y étoient très-communes: il en apporta avec lui une grosse charge; & jamais, dit-on, on ne vit à *King Te Tching* de si bel azur. Ce fut vainement que le marchand Chinois, s'efforça dans la suite de retrouver cette côte, où le hazard l'avoit conduit⁷³.

Telle est la maniere dont l'azur se prépare: on l'ensevelit dans le gravier, qui est de la hauteur d'un demi pied dans le fourneau: il s'y rôtit durant 24 heures, ensuite on le réduit en une poudre impalpable, ainsi que les autres couleurs, non sur le marbre, mais dans de grands mortiers de porcelaine, dont le fond est sans vernis, de même que la tête du pilon qui sert à broyer. Sur quoi il y a quelques observations à faire: 1°. Avant que de l'ensevelir dans le gravier du fourneau où il doit être rôti, il faut le bien laver, afin d'en retirer la terre qui y est attachée. 2°. Il faut l'enfermer dans une caisse à porcelaine bien lutée. 3°. Lorsqu'il est rôti, on le brise, on le passe par le tamis, on le met dans un vase vernissé, on y répand de l'eau bouillante après l'avoir un peu agité, on en ôte l'écume qui surnage, ensuite on verse l'eau par inclination. Cette préparation de l'azur avec de l'eau bouillante, doit se renouveler jusqu'à deux fois. Après quoi on prend l'azur ainsi humide, & réduit en une espèce de pâte fort déliée, pour le jetter dans un mortier, où on le broye pendant un tems considérable.

On m'a assuré que l'azur se trouvoit dans les minieres de charbons de pierre, ou dans des terres rouges voisines de ces minieres. Il en paroît sur la superficie de la terre, & c'est un indice assez certain, qu'en creusant un peu avant dans un même lieu, on en trouvera infailliblement. Il se présente dans la mine par petites pièces, grosses à peu près comme le gros doigt de la main, mais plates, & non pas rondes. L'azur grossier est assez commun, mais le fin est très-rare, & il n'est pas aisé de le discerner à l'oeil. Il faut en faire l'épreuve, si l'on ne veut pas y être trompé.

Cette épreuve consiste à peindre une porcelaine & à la cuire. Si l'Europe fournissoit du beau *Leao* [Liao] ou de l'azur, & du beau *Tsiu*, qui est une espèce de violet, ce seroit pour *King Te Tching* une marchandise de prix, & d'un petit volume pour le transport, & on rapporteroit en échange la plus belle porcelaine. J'ai déjà dit que le Tsiu se vendoit un *Taël* huit *Mas* la livre, c'est-à-dire, neuf francs. On vend deux *Taëls* la boîte du beau *Leao*, qui n'est que de dix onces, c'est-à-dire, vingt sols l'once⁷⁴.

Fonti successive sembrerebbero attestare che l'importazione in Cina di cobalto europeo ipotizzata nel 1712 da Dentrecolles fosse già in atto. Secondo Friedrich Jaenicke (Francoforte sul Meno 1831 - Magonza 1907), sotto l'imperatore Zhengde (regno 1506-1521) le scorte cinesi di cobalto si sono esaurite e, verosimilmente, è stato interrotto il commercio del minerale dalla Persia; ciò ha portato all'importazione del cobalto dall'Europa, a un prezzo doppio rispetto all'oro⁷⁵. Numerose sono le testimonianze in merito all'importazione in Cina di cobalto europeo a partire dalla prima metà del XVIII secolo; una delle prime è contenuta in un *mémoire* presentato nel 1737 all'Académie Royale des Sciences di Parigi da Jean Hellot (Parigi 1685 - 1766), il quale legge in ciò un forte scadimento rispetto alla produzione delle epoche precedenti.

⁷³ L'estrema facilità di reperimento del cobalto farebbe pensare ai ricchissimi giacimenti della Nuova Caledonia, dove "les asbolanes formaient, dans les produits de décomposition, des rognons ou des concrétions presque épurées en nickel". DE LAUNAY 1913, vol. II, pp. 616-617. L'estrazione di cobalto da tali giacimenti è iniziata solo nel 1876, ma nel primo lustro del XX secolo essi hanno detenuto il primato nella produzione mondiale. La grandissima distanza della Nuova Caledonia dalla Cina rende tuttavia inaccettabile l'ipotesi che queste siano le coste del fantomatico naufragio.

⁷⁴ DU HALDE 1735, pp. 186-187.

⁷⁵ JAENNICKE 1879, p. 93.

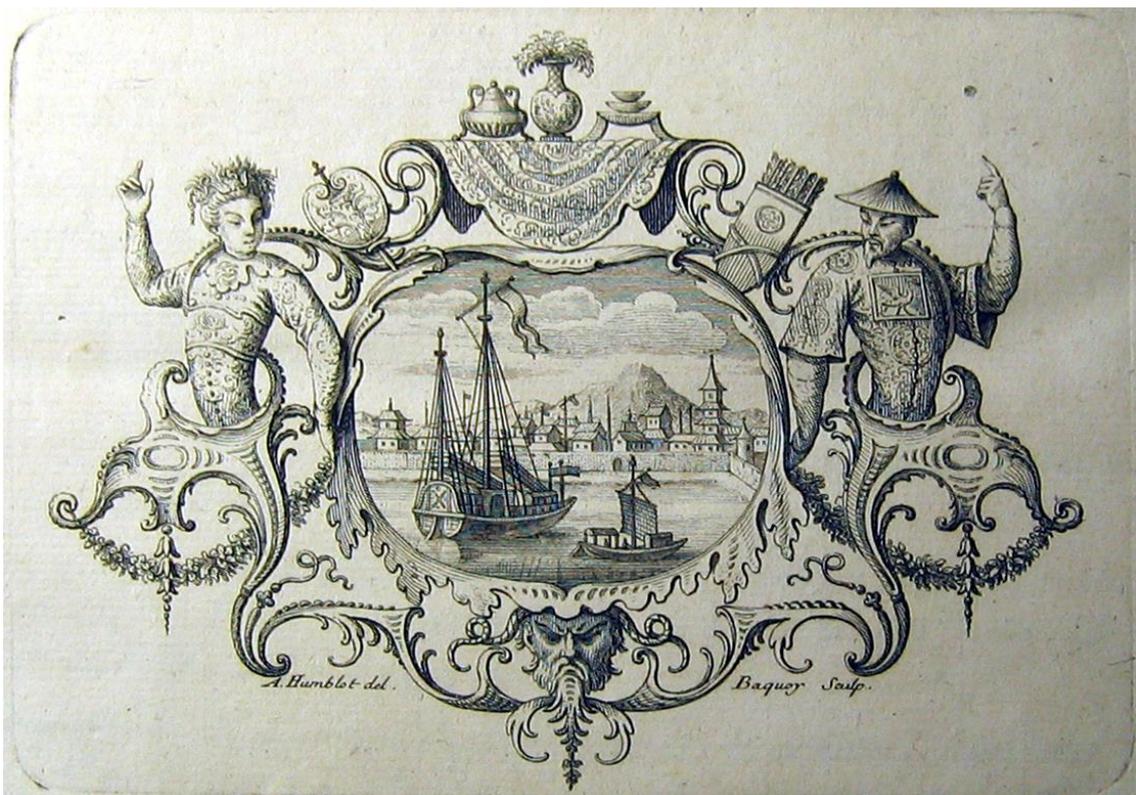


Fig. 7.9 - Incisione nel frontespizio del secondo tomo della *Description géographique, historique, chronologique, politique et physique de l'Empire de la Chine et de la Tartarie Chinoise* del gesuita Jean-Baptiste Du Halde (Parigi 1674 - 1743). DU HALDE 1735.



Fig. 7.10 - Piatto in porcellana con decorazione *kraak*, Cina (Jingdezhen), dinastia Ming (1368-1644), 1630-1645. Museo Internazionale delle Ceramiche in Faenza, inv. 32211.



Fig. 7.11 - Piatto in maiolica a imitazione della tipologia *kraak*, Olanda (Delft), 1725-1750. Museo Internazionale delle Ceramiche in Faenza, inv. 32212.



Fig. 7.12 - Vaso, Olanda (Delft), fine XVII-inizio XVIII secolo, maiolica decorata in blu a motivi cinesi. Museo Internazionale delle Ceramiche in Faenza, inv. 5919.

Ce Verre [lo smalto], étant réduit en poudre, prend le nom d'Azur à poudrer, si cette poudre est encore un peu grossière; & celui d'Azur fin ou d'Email, si elle est d'une grande finesse. On sçait que cet Email sert a peindre des fleurs & des compartiments bleus sur la Fayance & sur la Porcelaine qu'on fabrique en Europe; mais on ne sçait pas peut-être que depuis que les Chinois le substituent à l'Azur naturel, qu'ils employoient autrefois, le bleus de leur Porcelaine moderne est de beaucoup inférieur au bleu de la Porcelaine ancienne. Cette pierre d'Azur naturel & minéral se nomme à la Chine Yao-Toufou, qui veut dire Porcelaine de Toufou. Elle ne vient point de Thoufou [?], mais de Nankin-chequian [Nanjing Zhekiang]: on en trouvoit aussi autrefois dans l'Isle de Hainan. Mais aujourd'hui ces deux mines en fournissent si peu, & cette matière est par conséquent devenuë si chere & si rare, que les Chinois ne se servent plus que de l'Email ou Azur en poudre fine que les Hollandois leur portent. Je tiens cette observation d'un Officier des Vaisseaux de la Compagnie des Indes, dont on m'a communiqué la Lettre avec un échantillon de ce bel Azur naturel⁷⁶.

È poco verosimile che Hellot pensasse al lapislazzuli quale azzurro impiegato dai cinesi nelle epoche precedenti, soprattutto se si tiene conto del campione ricevuto dall'ufficiale di vascello della Compagnia delle Indie; è pertanto probabile che l'azzurro cui Hellot fa riferimento fosse costituito da un semilavorato ottenuto dall'asbolano, il minerale di cobalto trattato dai cinesi, e che le conoscenze chimiche dell'epoca non gli consentissero di riconoscerlo affine ai minerali di cobalto allora lavorati in Europa (soprattutto per la totale assenza di arsenico). Il colore azzurro di questo campione, comunque, fa escludere l'asbolano stesso.

Karl August Engelhardt (Dresda 1769 - 1834) riferisce che gli olandesi rifornirono di colore azzurro, oltre che la Cina, anche il Giappone⁷⁷. Bernard Watney (Cape Town 1922 - Londra 1998) afferma infine che durante il XVIII secolo è stato importato dall'olandese Compagnia delle Indie Orientali (Verenigde Oostindische Compagnie, VOC) il cobalto in Cina in quantità tali da lasciare sguarnito il mercato europeo⁷⁸.

⁷⁶ HELLOT 1740, pp. 229-230. Un'eco amplificata del commercio del cobalto con la Cina, da parte degli olandesi, e della zaffera originariamente utilizzata nelle manifatture cinesi di porcellana la si ritrova, a pochi anni di distanza, nella *Minéralogie* di Jacques-Christophe Valmont de Bomare (Rouen 1731 - Chantilly 1807): "Les Hollandois le transportent jusqu'en Chine, où ils le vendent fort cher, pour suppléer à ce bel azur de Surate, qui y est maintenant si rare, & que les Chinois emploient dans l'émail de leurs belles porcelaines. Cet azur naturel est une espece de *lapis lazuli*, privé de parties quartzieuses, &c. Comme cet azur est encore plus rare chez nous, que chez les Chinois mêmes, ces peuples nous envoient, par l'entremise réciproque des Hollandois, un faux azur oriental, qui est un composé d'étain, de malacca & de safre". VALMONT DE BOMARE 1762, p. 41. Il passo è stato ripreso in seguito, quasi alla lettera, da Pierre-Joseph Buc'hoz (Metz 1731 - Parigi 1807). BUC'HOZ 1772, p. 323.

⁷⁷ ENGELHARDT 1837, p. 250.

⁷⁸ WATNEY 1963, p. 6.

Tornando alle informazioni riferite da padre Dentrecolles, la preziosità del pigmento blu per le porcellane è di nuovo menzionata alcune pagine dopo il brano citato, descrivendo l'accorgimento adottato dagli artisti cinesi per recuperare il colore che cadeva durante la decorazione di un vaso:

J'ai remarqué qu'en soufflant le bleu, les Ouvriers prennent une précaution, pour conserver la couleur, qui ne tombe pas sur la porcelaine, & n'en perdre que le moins qu'il est possible. Cette précaution est de placer le vase sur un piédestal, d'étendre sous le piédestal une grande feuille de papier, qui sert durant quelque tems. Quand l'azur est sec, ils le retirent, en frottant le papier avec une petite brosse⁷⁹.



Fig. 7.13 - Frammenti di pitture murali provenienti da Khara Koto, XI-XIII secolo. Si tratta di una delle opere più antiche in cui è stata sinora determinata la presenza di azzurro di smalto. Washington, Freer Gallery of Art, Study Collection, Accession Number: SCA-PA-143abc.

⁷⁹ DU HALDE 1735, pp. 188-189.

7.9 L'azzurro di smalto sulla via della seta

In merito all'epoca in cui un pigmento a base di cobalto, l'azzurro di smalto, è stato introdotto nella pittura le segnalazioni appaiono spesso incerte e i dati troppo esigui per ricavarne una statistica probante. I manufatti più antichi su cui tale pigmento è stato identificato con certezza sono costituiti dalla testa policroma di un Buddha in ferro della dinastia Tang nel Victoria and Albert Museum⁸⁰ e da frammenti di dipinti murali provenienti da Khara Koto⁸¹, in Asia Centrale, subito a sud dell'attuale confine tra Mongolia e Cina, per i quali è stata ipotizzata una datazione compresa tra l'XI e il XIII secolo (fig. 7.13), mentre le segnalazioni concernenti l'Occidente iniziano solo a partire dal XIV secolo⁸². In quest'ultimo caso esse non sono però sufficientemente garantite dal punto di vista dell'attendibilità del riconoscimento scientifico del pigmento⁸³, e solo per opere realizzate a partire dall'inizio del XV secolo possediamo una serie di riscontri cospicua e affidabile.

A Istanbul, punto di snodo tra Oriente e Occidente, l'azzurro di smalto è stato identificato da Rutherford John Gettens (Mooers [New York] 1900 - Plattsburgh [New York] 1974), lo stesso che aveva analizzato i frammenti di Khara Koto, in dipinti murali della chiesa del monastero bizantino di San Salvatore in Chora, l'attuale Kariye Çamii, all'interno di un contesto databile tra il 1325 e la conquista turca di Costantinopoli (1453)⁸⁴. Sulla base di questa segnalazione si è successivamente ritenuto che il pigmento sia stato messo a punto in Asia e che sia giunto successivamente in Europa, col ritardo di alcuni secoli, per tramite del mondo bizantino.

Dal punto di vista delle vie commerciali questa ricostruzione sembrerebbe coerente; non dobbiamo infatti dimenticare che il sito di Khara Koto era su uno dei rami della via della seta e corrispondeva all'antica Ezima visitata da Marco Polo. Si sente comunque la necessità di ulteriori prove a favore di tale ricostruzione, in quanto i dati sui cui si basa sono esigui e necessitano di conferme. In primo luogo non si hanno ulteriori segnalazioni per la Cina sotto la dinastia Tang. In secondo luogo la forchetta molto ampia nella datazione dei frammenti di Khara Koto giunge quasi alla soglia rappresentata dalle datazioni più antiche delle opere occidentali in cui è stato impiegato l'azzurro di smalto, per le quali comunque non si dispone di referti analitici inoppugnabili, nonché di quelle bizantine, anch'esse riferite a un intervallo di tempo

⁸⁰ Londra, Victoria and Albert Museum, Accession Number: M3-1936. Il pigmento è presente nella policromia del bianco delle cornee degli occhi. LARSON 1988, p. 122.

⁸¹ GETTENS 1966, p. 159; una foto al microscopio di queste particelle di smalto è pubblicata in ROY 1993, p. 114. I frammenti, conservati nella Study Collection della Freer Gallery of Art a Washington (Accession Number: SCA-PA-143abc), sono stati rinvenuti da Langdon Warner (Cambridge [Massachusetts] 1881 - 1955) durante la spedizione da lui effettuata nel 1923. In ROY 1993 la datazione dei frammenti da Khara Koto appare contraddittoria, in quanto nella lista delle occorrenze notevoli è indicata come XI-XIII secolo (p. 128), datazione in sostanza confermata nel paragrafo concernente la storia dell'impiego del pigmento ("according to Warner, it dates from perhaps as early as the eleventh or thirteenth centuries", p. 114), mentre nella didascalia dell'immagine al microscopio posta nella stessa pagina si restringe di un secolo la datazione ("eleventh-twelfth centuries"). Il fatto che il sito sia stato distrutto nel XIV secolo circoscrive comunque entro tale epoca l'esecuzione dei dipinti.

⁸² La scheda 11-657 degli AATA (Art and Archaeology Technical Abstracts), sembrerebbe attestare la presenza di smalto in dipinti murali bulgari dall'XI al XIV secolo, ma nella pubblicazione relativa a tale scheda (PRASHKOV 1970) non è menzionato lo smalto, bensì la presenza occasionale di frammenti di vetro grigio-verde o azzurro chiaro mescolati a pigmenti azzurri di differente natura (azzurrite e lapislazzuli), senza però indicare i casi specifici in cui ciò è stato riscontrato.

⁸³ Per una disamina di tali segnalazioni si rimanda a BORGIA 2005.

⁸⁴ GETTENS 1958. I risultati relativi alla determinazione dell'azzurro di smalto sono stati presentati in una comunicazione inedita datata al 1955 circa conservata presso la Freer Gallery of Art a Washington (R.J. Gettens: *On the early use of smalt as a paint pigment and its possible Asiatic origin*).

molto esteso, che si sovrappone ampiamente a un periodo in cui l'azzurro di smalto era ormai entrato nella consuetudine della tavolozza dei pittori occidentali.

Sebbene incerte, le determinazioni di alta epoca dell'azzurro di smalto in opere occidentali o bizantine (fig. 7.14)⁸⁵ stanno aumentando di numero, mentre quelle concernenti manufatti asiatici sembrerebbero restare isolate. Il riconoscimento del pigmento in un dipinto murale cinese, effettuato anch'esso da Rutherford John Gettens, poco ci aiuta nella messa a fuoco del periodo, essendo l'opera riferita genericamente alla dinastia Ming⁸⁶. Le altre segnalazioni per l'Estremo Oriente concernono dipinti giapponesi realizzati a partire dalla fine del XVI secolo o dall'inizio del secolo successivo⁸⁷.

L'esiguità di segnalazioni concernenti la presenza di azzurro di smalto in dipinti e manufatti asiatici antecedenti al XV secolo, da affiancare ai frammenti dei dipinti di Khara Koto, mina l'attendibilità dell'ipotesi concernente la localizzazione della scoperta di questo pigmento in tale regione; è infatti più che naturale che in una città posta su una via carovaniere sia potuto giungere un prodotto realizzato anche molto lontano, soprattutto in un periodo in cui l'espansione mongola a occidente stava agevolando gli scambi con tali regioni. In aggiunta a ciò deve essere considerata la facilità con cui sarebbe potuto essere reperito a Khara Koto un altro pigmento azzurro, il lapislazzuli proveniente



Fig. 7.14 - Artista bizantino (Nicea o Nicomedia), Cristo con l'animula della Vergine, particolare della miniatura con la *Morte della Vergine* in un evangelario bizantino (prima metà del XIII secolo). Si tratta di una delle opere più antiche in cui è stata sinora determinata la presenza di azzurro di smalto. Los Angeles, The J. Paul Getty Museum, Ms Ludwig II.5, Object Number: 83.MB.69, c. 190v.

⁸⁵ In DELAMARE 2009, pp. 313-314 e DELAMARE 2013, p. 52 è citata la presenza di smalto su due miniature alle cc. 76r e 190v di un evangelario bizantino databile alla prima metà del XIII secolo conservato presso il J. Paul Getty Museum di Los Angeles (Ms Ludwig II.5, Object Number: 83.MB.69). L'identificazione è stata effettuata nel 1987 da Michael Schilling attraverso il riconoscimento della presenza di cobalto e di cobalto e arsenico in un caso, tramite analisi XRF (è stato usato un sistema KeveX 0750A). Ringraziamo Alan Phenix e Helen Glanville per aver gentilmente verificato il dato presso il Getty Institute.

⁸⁶ Si tratta di un frammento con *Buddha seduto* conservato presso il Fogg Museum of Art della Harvard University (Object number: 1933.190). GETTENS 1966, p. 159.

⁸⁷ MAGURN 1942.

dall'Afghanistan, da sempre principale se non unico fornitore sino in Europa; non per niente il lapislazzuli è stato identificato in dipinti murali datati tra il V e l'VIII secolo del Turkestan cinese e in due stendardi su seta del X secolo provenienti da Dunhuang⁸⁸, sempre nel Turkestan cinese. A tutto questo si aggiunge che la scoperta del pigmento era favorita in un sito dove il cobalto era più facilmente disponibile⁸⁹. Da quanto detto ne consegue che l'Asia Centrale è poco credibile come luogo d'origine per la messa a punto della tecnologia di estrazione e di lavorazione del cobalto; analogamente, la rara determinazione dell'uso del cobalto in Cina in epoca alta e la necessità di doverlo importare, con conseguente rischio di interruzioni delle vie commerciali cui è stata soggetta, sembrerebbe escludere anche quest'ultima regione.

Il riesame dei dati sinora a disposizione mette pertanto in discussione affermazioni che sembravano consolidate; una base così rarefatta, paradossalmente, non contraddice l'ipotesi opposta, ossia il viaggiare del cobalto e delle conoscenze relative alla sua tecnologia di lavorazione in senso opposto, da ovest a est. Dobbiamo infatti tenere presente che nel mondo romano e nell'Europa medievale, anche in epoca alta, i vetri azzurri colorati col cobalto erano ben noti, testimonianza incontrovertibile è per esempio la presenza di sfondi azzurri nei mosaici altomedievali di Roma e Ravenna. Un altro possibile centro per l'irraggiamento e la diffusione della tecnologia associata al cobalto poteva essere la regione iranica, le cui ricche fonti per l'elemento sono state prese in considerazione per più periodi storici. Per il momento le determinazioni dell'azzurro di smalto sul citato Buddha in ferro di epoca Tang e sui dipinti di Khara Koto costituiscono eventi sporadici, che potrebbero essere spiegati con l'impiego di un pigmento ottenuto direttamente dalla macinazione del semilavorato vetroso ricco di cobalto importato per ottenere l'azzurro sulle ceramiche. Allo stato attuale delle conoscenze qualsiasi ipotesi concreta necessita pertanto di ulteriori dati⁹⁰. Non ha infatti recato maggior lume il convegno "Mural paintings of the Silk Road", tenutosi a Tokio dal 24 al 26 gennaio 2006, nel quale, oltre a non emergere alcuna nuova segnalazione del pigmento per i siti presi in esame, sono stati completamente ignorati dati pregressi quali, appunto, quelli concernenti il Buddha in ferro di epoca Tang e i dipinti di Khara Koto, questi ultimi, peraltro, come abbiamo avuto occasione di sottolineare, presi in costante considerazione da tutta la letteratura scientifica sul pigmento. L'assenza dello smalto è stata comunque notata alla fine della seconda giornata; ciò sembra aver costituito un problema spinoso per i convegnisti, alcuni dei quali hanno avanzato l'ipotesi di uno sviluppo indipendente tra Oriente e Occidente⁹¹. Resta comunque il fatto che sulla base della loro esperienza personale le occorrenze del pigmento sia in Cina che nel mondo bizantino (Cipro) non risalivano più indietro del XVI secolo. L'unica segnalazione dello smalto citata riguardo a opere realizzate in epoca precedente concerne pitture murali dell'XI secolo in Italia studiate da Lorenzo Lazzarini: peccato che questa estemporanea menzione si riferisca a uno dei casi più tardi di impiego di blu egizio e non a una segnalazione precoce dell'utilizzo di smalto⁹².

⁸⁸ Anche in questo caso il riconoscimento è stato operato da Rutherford John Gettens. ROY 1993, p. 53.

⁸⁹ Per mettere a punto la manifattura dello smalto c'è infatti bisogno di conoscere le possibilità di impiego del cobalto, e se quest'ultimo non è reperibile *in loco* ne consegue che la sua importazione presuppone una conoscenza già sviluppata nei siti da cui deve essere importato.

⁹⁰ Potrebbe cambiare notevolmente il quadro, se verificata e riconducibile a un'attività estrattiva avvenuta in antico, la notizia concernente l'occorrenza di minerali di cobalto nell'oasi di Turfan/Turpan, nello Xinjang. CHEN YAOCHEG 1994; DU FENG 2008, p. 253.

⁹¹ KAZUYA YAMAUCHI 2006, pp. 122-123.

⁹² LAZZARINI 1982. Le pitture in esame sono quelle della basilica inferiore di San Clemente a Roma, datate al IX secolo. Per segnalazioni di blu egizio concernenti pitture posteriori a quelle di San Clemente si rimanda a GAETANI 2004. Un intervento di Lorenzo Lazzarini alle discussioni di commento alle presentazioni al convegno dell'associazione Italiana di Archeometria (AIAr) "Colore e arte. Storia e tecnologia del colore nei secoli" (Firenze, 28 febbraio-2 marzo 2007) esclude qualsiasi possibilità di confusione di casi segnalati, in quanto lo stesso Lorenzo Lazzarini riteneva quale caso più antico di smalto quello da lui riscontrato su un affresco di Tiziano (Pieve di Cadore 1488/90 - Venezia 1576).

7.10 Il cobalto in Giappone

In Giappone l'impiego di cobalto sulla porcellana è già attestato nella produzione più antica, il cui inizio viene collocato dai vari autori tra il 1530 e il 1625⁹³; mentre l'impiego di azzurro di smalto, in giapponese *hana-konjō*⁹⁴, nella pittura su carta e su tela sembrerebbe documentato leggermente dopo, su opere del tardo XVII secolo⁹⁵, sebbene sia noto un caso isolato concernente un'opera realizzata tra la fine del XVI e l'inizio del XVII secolo⁹⁶, quindi all'interno del periodo in cui il cobalto compare sulle prime porcellane giapponesi.

Il materiale locale a base di cobalto impiegato sulle porcellane giapponesi, indicato come *gosu* o *gosudo*, era insufficiente per il fabbisogno interno e, soprattutto, di non eccelsa qualità⁹⁷ per cui era in genere importato da altri paesi, prima tra tutti la Cina.



Fig. 7.14 - Piatto, Giappone (Arita), 1670-1700, porcellana con decorazioni blu sotto vetrina. Museo Internazionale delle Ceramiche in Faenza, inv. 5939.

L'approvvigionamento del cobalto dalla Cina relativamente agli esordi della produzione di porcellana giapponese è però stato posto in discussione da Roger Soame Jenyns (Newmarket 1904 - Cambridge 1976)⁹⁸, in quanto la primissima produzione giapponese non mostra ascendenze cinesi, bensì coreane. Sarebbe pertanto poco plausibile che fosse impiegata una materia fatta venire dalla Cina, quando modelli stilistici, metodi di lavorazione e produzione nonché, probabilmente, gli artigiani stessi erano coreani. Secondo alcuni autori, infine, la possibilità di approvvigionamento di cobalto dalla Cina, inizialmente grazie a viaggiatori cinesi in visita nel porto di Nagasaki, non sarebbe comunque potuta avvenire prima del 1620 circa⁹⁹.

⁹³ Riguardo all'argomento si rimanda al recente studio di Oliver Impey, che colloca tali esordi tra il primo e il secondo decennio del XVII secolo, con la produzione di porcellana bianca e blu. IMPEY 2004.

⁹⁴ È attestata anche la dizione *to-konjō* e, più semplicemente, *konjō*; soprattutto in quest'ultimo caso l'identificazione non è sicura, essendo stata utilizzata in antico anche per indicare l'azzurrite o il minerale di cobalto stesso estratto in Giappone (*gosu*). ETSUZO KATO 1986, p. 256.

⁹⁵ FITZHUGH 1979, pp. 30-33; FITZHUGH 2003a e 2003b.

⁹⁶ MAGURN 1942.

⁹⁷ I testi ottocenteschi descrivono il minerale impiegato come nero e di consistenza terrosa, che fa presumere si tratti di asbolano (REIN 1886, p. 361), ipotesi successivamente verificata su basi scientifiche, sebbene i minerali attualmente estratti in Giappone comprendano anche smaltite e cobaltite. ANDREWS 1962, pp. 171-174. Etsuzo Kato e Shigeto Kanaoka come località giapponesi di estrazione del *gosu* indicano Seto e l'area a est di Mino (in questo caso chiamato *konjō*); in particolare, per quest'ultima area, segnalano Oroshi, dove l'estrazione del minerale sembrerebbe avvenuta dal 1750 circa agli inizi del XX secolo. ETSUZO KATO 1986, p. 257.

⁹⁸ JENYNS 1965, p. 85.

⁹⁹ Idem, p. 87.

Se per gli esordi non ci sono attestazioni dirette per una provenienza cinese del cobalto utilizzato in Giappone (non sussistono nemmeno testimonianze dirette per un approvvigionamento dalla Corea¹⁰⁰), dal 1650 è ampiamente e ripetutamente documentata l'importazione del cobalto cinese in Giappone da parte degli olandesi, che lo acquistavano principalmente ad Amoy [Xiamen]¹⁰¹. Quest'ultima località, conosciuta anche come Hsia-men o Szeming (distretto di Fujian) e situata su un'isola costiera di fronte a Formosa, non deve comunque essere considerata come il centro di estrazione del minerale, ma solo come punto di esportazione principale dalla Cina, essendo un importante porto commerciale.

La provenienza cinese del cobalto è attestata anche da fonti giapponesi sulle tecniche artistiche, in particolare il *Nippon Sanai Meisan Zue* (edito a Osaka nel 1799): "the material for a blue underglaze is a substance, the name of which is unknown, and which is obtained from China. They grind it to powder, and mix it with water before using it. Before the baking, this colour is black, like coal"¹⁰².

Poiché a partire dal 1699 i documenti olandesi non fanno più menzione di tale commercio, è stato ipotizzato che da questa data sia stato impiegato il cobalto reperibile in Giappone¹⁰³. Il fatto è che alla caduta della dinastia Ming, con le lotte interne che ne conseguirono, le fornaci imperiali cinesi di porcellana vennero distrutte e tornarono operative solo nel nono decennio del XVII secolo. Durante questo periodo il Giappone divenne momentaneamente il maggiore fornitore di porcellana bianca e blu su scala mondiale, grazie anche alla commercializzazione dei suoi prodotti da parte dell'olandese Compagnia delle Indie Orientali¹⁰⁴.

Nella produzione delle fornaci giapponesi di Kakiemon compaiono sia il blu sotto vetrina che uno smalto blu, in alcuni casi contestualmente sullo stesso manufatto. Nel periodo relativo a tale produzione i documenti citano spesso come merce importata per dipingere sulla porcellana una "terra rossa araba" o una "terra rossa persiana", che sembrerebbe ricollegabile all'eritrite rinvenibile in Persia, importata in Giappone sia dai cinesi stessi, sia dai mercanti olandesi, cui si è accennato sopra (quindi dalla Cina non si importava solo il cobalto cinese). A commento di ciò si riporta quanto comunicato da Harry Mason Garner in una lettera a Roger Soame Jenyns, da quest'ultimo pubblicata in *Japanese porcelain*.

It is true, that by careful refining of the native ores the Chinese were able to get a very good colour by the end of the seventeenth century, but there is no doubt that this was an expansive process, and that the cobalt ore used for the lower grades of porcelain was not so well purified and gave greyish colour. The Chinese porcelain paint, to which there are so many references in Volker's book, was no doubt this rather inferior native cobalt ore. This accounts for the greyish blue, almost black, on the darker parts of seventeenth-century Japanese blue and white.

It has always struck me as an interesting point that the Japanese in spite of the poor colour of their blue and white were able to get such a good overglaze blue, generally superior to the Chinese overglaze blue. The reference to 'red Arabian earth' suggested that the Japanese may have discovered the superior properties of the cobalt and decided to use it as an overglaze enamel. I have recently been able to have analysed a small portion of

¹⁰⁰ Le rare notizie sulla reperibilità di cobalto in Corea sono state desunte dalla voce *BLUE-AND-WHITE CERAMIC* del *Grove dictionary of art*: "the first official reference to blue and to blue and white is in the *Sejo sillok*, or annals of King Sejo's reign (1455-68), which states that in 1464 cobalt was discovered near the southern coastline of Korea. In 1469 prizes were offered for further discoveries of cobalt. No other references to sources of Korean cobalt exist, and the only mentions of cobalt in official records are complaints about the expense and difficulty of obtaining it. A Korean publication of 1591 states that Muhammadan blue was priced at 'double that of gold' ". SARGENT 1996, p. 174. La scarsa importanza dei giacimenti cobaltiferi in Corea è anche rimarcata in ANDREWS 1962, pp. 174-175.

¹⁰¹ JENYNS 1965, pp. 87-88, che cita VOLKER 1954 (senza specificarne le pagine).

¹⁰² JENYNS 1965, p. 87.

¹⁰³ VOLKER 1959, p. 27, citato in JENYNS 1965, p. 88.

¹⁰⁴ In tale periodo, paradossalmente, la produzione di porcellane giapponesi viene importata addirittura in Cina, come documentato già a partire dal 1658. JENYNS 1965, p. 263.

overglaze blue taken from a piece which is agreed by the experts to be an early piece of so-called Kakiemon. The analysis provides a striking confirmation that the enamel was made from ore imported from Near East. Not only does the enamel contain no appreciable amount of manganese, but it also contains arsenic, which is a constituent of the Near Eastern ore and is not found in Chinese cobalt¹⁰⁵. It seems unlikely that the ore would be used in underglaze blue, but I hope to get this proved by analysis sometime. The strong presumptive evidence is that the Japanese were using an overglaze blue enamel at least as early as 1658. This of course does not prove that porcelain with overglaze blue decoration was exported as early as this¹⁰⁶.

Analisi XRF non distruttive su tre manufatti giapponesi del XVII-XVIII secolo non hanno indicato l'associazione di arsenico al cobalto utilizzato negli azzurri, come ci si sarebbe invece dovuti aspettare nel caso di una provenienza persiana (o europea) del cobalto, mentre hanno indicato una cospicua presenza di manganese, rivelatrice di una probabile provenienza dalla Cina¹⁰⁷.

Riguardo all'utilizzo sulle porcellane del pigmento derivato dall'asbolano (*gosu*) o dello smalto (*konjō*), è stato segnalato che quest'ultimo può essere impiegato con successo solo nella decorazione sopra alla vetrina, mentre in quella sotto alla vetrina tende a spandere; d'altra parte l'asbolano non fornisce a tale riguardo un colore apprezzabile, forse a causa delle eccessive impurezze di altri elementi nel minerale non purificato reperibile in Giappone. Ciò ha portato gli artigiani giapponesi a utilizzare miscele dei due pigmenti a base di cobalto¹⁰⁸.

Passando dalla porcellana ai vetri il quadro cambia sensibilmente, in quanto si hanno manufatti contenenti cobalto anche per epoche molto alte; in Giappone, infatti, vetri azzurri colorati col cobalto (in particolare conterie [*beads*]) si trovano spesso in scavi protostorici, a partire dal I-III secolo d.C., ma non vi è ancora accordo tra gli studiosi se considerarli prodotti locali o importati. È invece probabile che siano stati realizzati in Giappone manufatti vitrei leggermente posteriori (periodo Kofun, III-VI secolo d.C.)¹⁰⁹; sebbene la presenza di manganese in tali reperti sia generalmente molto bassa, su una conteria in vetro del VI sec. d.C. il manganese è presente in concentrazioni analoghe a quelle del cobalto¹¹⁰.

¹⁰⁵ Quest'ultima affermazione, come abbiamo visto, deve essere in parte corretta, perché sia in Cina che in Giappone sono reperibili minerali di cobalto contenenti arsenico (prime tra tutti smaltite e cobaltite, ma anche arsenopiriti), sebbene tendenzialmente il cobalto estratto in antico in tali regioni debba essere ricondotto ad asbolano.

¹⁰⁶ JENYNS 1965, p. 124.

¹⁰⁷ COWELL 2001.

¹⁰⁸ ETSUZO KATO 1986.

¹⁰⁹ YAMASAKI 1959; KOEZUKA 2003.

¹¹⁰ COWELL 2001.

Capitolo 8

La produzione di zaffera e smalto in Europa dal XVI al XVIII secolo

8.1 Lo smalto nelle Fiandre

Si hanno numerose testimonianze in merito alla produzione di smalto nelle Fiandre nel XVI secolo, anche in testi a stampa (quindi con una diffusione molto più ampia rispetto ai ricettari manoscritti), in un momento anteriore a quello in cui sono più frequenti e consistenti le notizie sulle fabbriche di smalto in area germanica.

Michelangelo Biondo (Venezia 1497 - 1565), per esempio, menziona “il smalto, azuro di Fiandra di piu sorte & smalti anchora di varie sorte”¹ mentre Giovan Paolo Lomazzo (Milano 1538 - 1600) senza mezzi termini cita “quello di Fiandra che è il migliore de gl'altri tutti”². Il primato della miglior qualità dello *smalto di Fiandra* è poi ripreso anche nel cosiddetto *Manoscritto di Padova* (ms. 992 della Biblioteca dell'Università di Padova, XVI-XVII secolo): “*Turchino* si prepara con gl'azuri oltramarini et ongari et altri si fa ancora con gli smalti, e smaltini d'ogni sorte, massime con quelli di Fiandra, che sono li migliori, con li Biadetti et simili”³.

Nel seguito, prima di passare alla disamina delle informazioni relative alla produzione di smalto in Sassonia e nel resto dell'Europa, prenderemo in esame i presupposti necessari a mettere a fuoco tale produzione nelle Fiandre, per poi definire gli ambiti cronologici legati all'avvio di attività ceramistiche e vetrarie in tali regioni, nel cui ambito era assorbita la maggior quantità di pigmenti a base di cobalto e, allo stesso tempo, quegli stessi pigmenti potevano esservi prodotti, per poi ricomporre le informazioni concernenti la figura più importante che ha prodotto tali pigmenti nelle Fiandre e che costituisce un ponte diretto con le regioni tedesche.

8.1.1 Presupposti

A questo punto è essenziale una precisazione riguardo all'identificazione di Fiandre e Olanda nelle varie epoche. Nel 1550 le contee di Fiandra e Olanda facevano parte, come anche il ducato di Brabante e le contee di Artois, Hainaut ecc., delle diciassette province dei *Paesi Bassi* sottoposte agli Asburgo e dopo il 1556 al loro ramo spagnolo; il centro più importante era Anversa. In assenza di un riferimento esplicito è difficile stabilire se nei documenti del XVIII secolo che fanno riferimento a persone o eventi avvenuti nel XVI e XVII secolo con Fiandre si intendesse una delle regioni che divennero i *Paesi Bassi Spagnoli* (formati dalle otto province rimaste cattoliche) o quelle che divennero a partire dal 1579 l'*Unione d'Utrecht* e nel 1648 le *Province Unite* d'Olanda (formate dalle nove province che avevano raggiunto l'indipendenza, di cui sette protestanti). Nella seconda metà del XVIII secolo, in cui si situano le principali fonti tedesche che forniscono le informazioni sul cobalto, sulla sua lavorazione e sui centri estrattivi e manifatturieri, si parla senza distinzione soltanto di Olanda o di olandesi. Ciò potrebbe significare, per esempio, che gli olandesi citati in connessione al cobalto nelle fonti, per esempio da Johann Friedrich Klotzsch il Vecchio (Dippoldiswalde 1726 - Freiberg 1789)⁴, possano (o debbano) essere identificati con gli abitanti dei Paesi Bassi Spagnoli (quelli di Anversa, i fiamminghi, i valoni o i brabantini) e non con gli olandesi delle Province Unite.

¹ BIONDO 1549, p. 21r.

² LOMAZZO 1584, p. 191.

³ MERRIFIELD 1849, p. 649.

⁴ Cfr. paragrafo 8.2.2.

Prima di addentrarci nell'esame di quanto direttamente collegato alla produzione di zaffera o smalto in queste regioni è forse il caso di ricordare gli ambiti d'impiego dei suddetti materiali. Nella pittura su tela, muro e tavola, ma anche nella miniatura, si assiste nella prima metà del XVI secolo a un forte incremento nell'utilizzo di smalto, soprattutto grazie ai costi molto più contenuti rispetto al lapislazzuli e a una duttilità di impiego maggiore rispetto all'azzurrite. L'uso di smalto in pittura crebbe ulteriormente nei secoli successivi e subì un'apparente flessione solo nel corso del XVIII secolo. È comunque evidente che i quantitativi utilizzati nelle varie tecniche pittoriche costituivano solo una piccola parte della domanda di smalto o di zaffera. Tali ingredienti erano infatti impiegati, come abbiamo avuto numerose occasioni di sottolineare, per colorare vetri e smalti (su ceramica, vetro e in oreficeria) nonché come colori o coloranti per invetriature su ceramica. Anzi, complice la produzione cinese di *bianchi e blu* particolarmente apprezzata in Europa sin dal rinascimento, il colore azzurro era tra quelli più stimati e richiesti, al punto da improntare e risultare identificativo *in toto* di alcune produzioni, come la ceramica *alla zaffera* nei centri italiani del XV secolo (figg. 1.3 e 9.4), quella turchina di Castelli d'Abruzzo (figg. 8.1 e 8.2), quella *berettina* (così detta dal colore grigio-azzurro del fondo prodotta nei centri marchigiani nel XVI secolo), il cosiddetto *bleu persan* di Nevers o alcune produzioni dell'Europa del nord (Anversa, Delft ecc.) e della penisola iberica (*azulejos*).

Se, come vedremo nel paragrafo seguente, lo smalto o la zaffera erano all'inizio importati da Venezia dagli artigiani italiani stabiliti nelle Fiandre, ben presto, quando la produzione del pigmento fu avviata anche nelle Fiandre, si cercò di approvvigionarsi dei minerali contenenti il cobalto direttamente sui luoghi in cui essi erano reperibili in natura. Già dal XIV secolo i numerosi racconti che riferiscono di cercatori di minerali nelle zone tedesche dove erano reperibili i minerali di cobalto parlano di *Wahlen* e *Venezianern*⁵, nonché *Wallonen*, *Brabanter* e *Flandrer* che li raccoglievano e, quest'ultimi, li portavano nelle Fiandre.

Nei due paragrafi seguenti accenneremo per sommi capi alle produzioni ceramiche e vetrarie nelle Fiandre (intese in senso lato) perché queste rappresentano gli ambiti in seno ai quali poteva svilupparsi la lavorazione dei coloranti a base di cobalto.



Fig. 8.1 - Piatto dal servizio del cardinale Alessandro Farnese, Castelli d'Abruzzo, 1575-1600, maiolica turchina con decoro in oro e bianco di stagno. Collezione privata.



Fig. 8.2 - Rinfrescatoio dal servizio del cardinale Alessandro Farnese, Castelli d'Abruzzo, 1575-1600, maiolica turchina con decori dorati. Museo Internazionale delle Ceramiche in Faenza, inv. 17894.

⁵ Cfr. paragrafo 11.5.

8.1.2 La produzione ceramistica nelle Fiandre

La città di Anversa - porto e centro commerciale più importante delle Fiandre dopo il declino di Bruges - accolse all'inizio del XVI secolo vasai di origine italiana che vi importarono la tecnica della maiolica. Claire Dumortier cita in particolare le famiglie dei Frans e degli Andries⁶, originari rispettivamente da Brescia e Casteldurante (fig. 8.3). L'autrice precisa inoltre che queste famiglie stabilitesi ad Anversa all'inizio del XVI secolo avevano stretti legami con Venezia; in particolare, un membro degli Andries è segnalato nel 1558 come fabbricante di vetro *crystallin*. In tutte queste produzioni gli azzurri avevano sempre un posto di assoluto rilievo (fig. 8.4); la Dumortier sottolinea, per esempio, che "la couleur bleue dominait la palette anversoise. Les faïenciers anversois d'origine italienne introduisirent la zaffara ou oxyde de cobalt à Anvers"⁷.



Fig. 8.3 - Piatto, Casteldurante, 1525-30, maiolica decorata a grottesche. Museo Internazionale delle Ceramiche in Faenza, inv. 24935.



Fig. 8.4 - Orciuolo, Paesi Bassi, XVI secolo, maiolica. Museo Internazionale delle Ceramiche in Faenza, inv. 21221.

Dopo il 1560 il declino dell'egemonia commerciale di Anversa costrinse tanti vasai a cercare sbocchi altrove. Quelli rimasti fedeli alla religione cattolica, come Hans Floris (iberizzato in Juan Flores; Anversa 1520 circa - Talavera de la Reina 1567) e Frans Andries (iberizzato in Francisco Andrea; Anversa? prima del 1535 - Triana [Siviglia]? dopo il 1565), scelsero la Spagna, raggiungendo i Niculoso, vasai di origine italiana stabiliti in Spagna già alla fine del XV secolo, dando nuovo impulso ai centri di Talavera de la Reina e Siviglia⁸. Joris Andries (Anversa 1535 circa - Middelburg? 1579 circa) nel 1564 emigrò a Middelburg mentre il fratello Jasper (Anversa 1535/41 - Londra 1580 circa) emigrò a Norwich, in Inghilterra, nel 1567, dove fu temporanea-

⁶ Il vasaio italiano che impiantò la più importante bottega ceramistica di Anversa (*Den Salm*) fu Guido Andries (Savino [Casteldurante] 1512 circa - Anversa 1541), capostipite della dinastia degli Andries. DUMORTIER 2002, pp. 15-24.

⁷ DUMORTIER 2002, pp. 63 e 64, in cui è citato un documento del 1603 dove appare la parola neerlandese *chaffer* (zaffera), utilizzata dai vasai di Anversa; per inciso, il termine *chaffer* mostra particolare affinità col *chafarone* di Antonio da Pisa. AA.VV. 1991, p. 62.

⁸ DUMORTIER 2002, pp. 51-52. È interessante che, una volta a Siviglia, nel 1563 Frans Andries continuò a procurarsi da Anversa i materiali indispensabili alla sua attività. Idem, p. 52.



Fig. 8.5 - Calice in vetro azzurro *à la façon de Venise*, Paesi Bassi (?), fine XVI-inizio XVII secolo. Los Angeles, The J. Paul Getty Museum, Object Number: 84.DK.517.

mente raggiunto da Joris, che vi soggiornò nel 1567, e, prima del 1573, dall'altro fratello Lucas (Anversa prima del 1535 - Londra? 1573 circa), fino ad allora rimasto ad Anversa a dirigere la bottega *Den Salm*⁹. L'esempio fu imitato da numerosi e importanti vasai fiamminghi, che preferirono la religione protestante e si stabilirono a Utrecht (1550 circa), Middelburg (1564), Dordrecht (1586), Haarlem (1568), Amsterdam (1584 circa) e infine, al termine del XVI secolo, a Delft. Nel 1570 Joris Andries e Jacob Janson (anglicizzato in Johnson; Anversa ? - Aldgate 1593) si trasferirono a Londra e aprirono ad Aldgate una bottega che divenne ben presto famosa¹⁰. Alla fine del secondo decennio del XVII secolo, con l'avvio a Southwark della Pickleherring Pottery da parte dell'immigrato olandese Christian Wilhelm, prese piede e si affermò sul suolo inglese la produzione di maioliche decorate esclusivamente in azzurro (*English Delftware*), a imitazione delle porcellane *bianche e blu* cinesi¹¹.

Un altro caso interessante, sempre citato dalla Dumortier, è quello di Hans [Jan] Guldens, allievo di Joris Andries nel 1558 e documentato come vasaio a Bruges nel 1573-74, che aveva provato a stabilirsi ad Amburgo cercando la protezione delle autorità civiche, con la promessa di divulgare i segreti della fabbricazione delle maioliche¹².

Come già citato nel capitolo 5, numerosi commercianti fiamminghi di Anversa emigrati a Lipsia nella prima metà del XVI secolo furono tra i più importanti mercanti del luogo e mantennero le relazioni con i Paesi Bassi¹³.

8.1.3 La produzione vetraria nelle Fiandre

Nel corso del XVI secolo fu impiantata nelle Fiandre un'attività vetraria di rilievo che, grazie anche alla presenza di maestranze veneziane¹⁴, imitò i prodotti della laguna al punto che spesso è difficile, se non impossibile, discernere da essi. I centri più importanti di questa produzione vetraria, indicata come *à la façon de Venise* (fig. 8.5), furono Anversa (dove è documentata dal 1537), Liegi (dal 1568) e Amsterdam (dal 1571)¹⁵. Altre botteghe vetrarie furono

⁹ Idem, pp. 52-57.

¹⁰ Idem, p. 56; RAY 1968, p. 33.

¹¹ TAIT 1960 e 1961. Per maggiori notizie, cfr. paragrafo 8.9.2.

¹² DUMORTIER 2002, p. 57.

¹³ FISCHER 1929, pp. 15 e 25.

¹⁴ Come si è appena accennato, la presenza nelle vetrerie fiamminghe e olandesi di personale specializzato proveniente dalla laguna fu considerevole, nonostante l'espatrio di maestranze vetrarie fosse fortemente represso da parte della repubblica veneziana. Di [Zuan] Antonio Miotti (Murano 1575 - Bruxelles o Namur 1629), per esempio, è documentata l'attività in Belgio, Olanda e Inghilterra nel primo trentennio del XVII secolo. THORPE 1949, pp. 121-124; MORETTI 2004, pp. 17-20.

¹⁵ Una testimonianza della notevole perizia raggiunta dai vetrai di Amsterdam attorno alla metà del XVII secolo è rappresentata dal testo corredato di tavole (*Instrumenta et fornax vitraria*

avviate da artigiani italiani a Middelburg nel 1581 e Gent/Gand nel 1584¹⁶. Se invece delle botteghe vetrarie, dove era possibile produrre lo smalto, prendiamo in considerazione l'avvio in tali centri di botteghe ceramistiche che producevano maioliche, dove pertanto la zaffera e lo smalto erano impiegati come coloranti (vista poi la prevalenza che l'azzurro ha sulle maioliche prodotte nell'Europa del nord), le date si anticipano di alcuni decenni.

Facendo riferimento alle date sopra riportate, la menzione dello *smalto di Fiandra* nel trattato di Michelangelo Biondo (pubblicato nel 1549) sembrerebbe riferibile solo ad Anversa dove, come abbiamo accennato nel paragrafo precedente, nel corso del XVI secolo prese piede anche un'importante produzione ceramistica¹⁷. Non è comunque indispensabile che la manifattura dello smalto avvenisse in un'officina vetraria specializzata in prodotti di qualità, il che potrebbe pertanto comportare che esso fosse prodotto in botteghe sulle quali è più difficile reperire informazioni nel panorama del materiale pubblicato.

Nonostante l'esiguità dei quantitativi di cobalto necessari per colorare il vetro, il suo impiego in tale settore risulta sicuramente preponderante rispetto alla quantità assorbita dal consumo che se ne faceva in pittura come azzurro di smalto. Si sottolinea inoltre che lo smalto tende spesso a sostituirsi alla zaffera, anche nell'industria vetraria, così come ci è dato verificare dalla sua occorrenza come ingrediente in sostituzione di essa nelle prescrizioni CCXLIX (*Smalto turchin da perleri*) e CCL (*Per detto*) del *Ricettario Darduin*, trascritte attorno al 1699-1700¹⁸, o nel capitolo LXXII (*Colore di lapis lazzuli*) dell'*Arte vetraria* di Antonio Neri¹⁹. L'affermarsi dello smalto come ingrediente vetrario fu dovuto a vari fattori quali, per esempio, l'impiego di un prodotto raffinato che evitava inconvenienti non desiderati (sviluppo di gas, sbollature ecc.) e consentiva di graduare meglio la tonalità e l'intensità di colore.

8.1.4 Bernard Swerts/Schwarz

Da una serie di documenti relativi all'acquisto di pigmenti per i cantieri pittorici commissionati da Filippo II di Spagna (Valladolid 1527 - El Escorial 1598) veniamo a conoscenza dell'esistenza di *maistre Bernard*, un immigrato tedesco ad Anversa che produceva uno smalto di qualità eccezionale, sia per la pittura a olio che per l'affresco. Questi documenti datano dall'estate del 1563 al successivo inverno, quando ormai Bernard è dichiarato morto (in Germania) e il suo straordinario prodotto non è più reperibile, se non in piccoli quantitativi presso i pittori che lo avevano precedentemente comprato e tenuto da parte. La bottega, di cui divenne titolare la moglie, non fu comunque chiusa, ma la qualità del pigmento non era più quella e gli emissari di Filippo II progettarono di informarsi in Germania, da dove proveniva Bernard²⁰. In ogni caso, lo *smalto di Fiandra* comparirà ancora per almeno un secolo nei documenti (pagamenti, inventari ecc.) a testimonianza della sua fortuna commerciale ben oltre il periodo d'oro della sua produzione²¹.

apud Amstelodamenses) aggiunto al trattato di Neri nell'edizione pubblicata ad Amsterdam nel 1668 e 1669. MERRETT 1668-9, pp. 449-455.

¹⁶ WHITEHOUSE 1999, pp. 17-20.

¹⁷ Riguardo alla lavorazione dello smalto ad Anversa all'inizio del XVI secolo si cita la presenza di mole esclusive per il colore azzurro in una bottega ceramistica, ma in questo caso si tratta solo della documentazione in merito al trattamento del pigmento e non alla sua produzione: "dans l'atelier *Den Salm*, la cave du grand four comprenait une meule pour le "blanc", une autre pour le "bleu", qualifiée de "zaffre" ou "zaffara" ou oxyde de cobalt". DUMORTIER 1991, p. 343. Il documento è riportato in lingua originale in DUMORTIER 2002, p. 256: "*eenen grooten blaumeulen met zyn toeberhoirten, eenen houten mortier ...*" ("una grande mola per l'azzurro con i suoi accessori, un vecchio mortaio ...").

¹⁸ c. 89r, ZECCHIN 1986, p. 231.

¹⁹ NERI 1612, p. 65.

²⁰ BRUQUETAS 2002, pp. 174 e 484-487; BRUQUETAS 2008, p. 57; VÉLIZ 2010, p. 393.

²¹ Nel 1594 sono registrate venticinque libbre di "smaltin de fiandra" nell'inventario *post mortem* del mercante di colori veneziano Jacopo de' Benedetti (KRISCHEL 2002, p. 132). In una lista di ma-

Tenuto conto dell'eccezionalità dello smalto prodotto da *maistre Bernard*, che lo faceva preferire a quello veneziano, e presupponendo per quest'artefice un'attività di almeno tre lustri, è possibile ipotizzare che il suo prodotto possa essere identificato nello *smalto di Fiandra* menzionato nel 1549 da Michelangelo Biondo.

I documenti individuati ormai da un decennio dagli studiosi spagnoli riferiscono dell'importanza a livello europeo della figura di *maistre Bernard*, ma dobbiamo rivolgerci altrove per completare il quadro delle informazioni. Una serie di considerazioni autorizza a identificare *maistre Bernard* in Bernard Swerts (o Schwarz²²), vetraio di Anversa, non ultimi la sua origine tedesca, i legami stabili che intrattenne con la Germania (in particolare con la Baviera) e la conoscenza diretta delle tecniche di lavorazione veneziane del vetro. Nel 1537, infatti, con l'orefice Jacques Stuer cercò di porre sotto la protezione imperiale la sua vetreria di Anversa, in modo da ottenere il monopolio nelle Fiandre della produzione *à la façon de Venise*²³. In seguito, probabilmente nel 1556²⁴, Bernard Swerts/Schwarz di Anversa sottopose una richiesta analoga al duca Albrecht V di Baviera (Monaco 1528 - 1578) per impiantare a Landshut un'officina per la produzione di vetro secondo le tecniche vetrarie veneziane²⁵; in un documento del 1562²⁶ Bernard Swerts/Schwarz fornì i dettagli tecnici e organizzativi riguardo alla costituenda bottega vetraria e si impegnò a trasmettere i segreti tecnici ai suoi collaboratori. L'avvio dell'officina vetraria a Landshut giustifica il mancato contatto ad Anversa tra Swerts/Schwarz e gli agenti di Filippo II nell'estate del 1563. L'officina di Landshut funzionò fino al 1580²⁷, ben oltre la morte di Swerts/Schwarz, ma in qualche modo l'attività vetraria proseguì, poiché nell'agosto del 1586 e nel marzo del 1587 furono effettuati a Landshut degli acquisti di smalto per la corte monacense²⁸.

La persona che tra l'agosto del 1586 e il luglio del 1589 inviò da Landshut alla corte monacense cinque forniture di più qualità di smalto è un certo Christoph Schwarz, da non identificarsi con l'omonimo pittore (Ingolstadt 1548 circa - Monaco 1592), allievo di Tiziano. Il Christoph Schwarz fornitore di smalto ha rivestito molte cariche nel consiglio cittadino di Landshut, dal 1565 fino alla sua morte, avvenuta nel 1612²⁹. È pertanto suggestivo e, forse, non troppo azzardato ipotizzare un possibile legame di parentela tra Bernard Swerts/Schwarz e Christoph Schwarz, che da un punto di vista cronologico potrebbe essere stato uno dei figli. Si deve inoltre sottolineare che anche lo smalto che giungeva a Monaco da Landshut, come quello famoso prodotto da Swerts/Schwarz ad Anversa, era di qualità particolarmente elevata e colore intenso, come è stato possibile verificare analiticamente

teriali ordinati il 15 ottobre 1607 per le botteghe operanti per la corte dei Della Rovere sono citate dieci libbre e mezzo di "Azurro Smaltino di Fiandra" (HERMENS 1995, p. 55). All'inizio della copia redatta a Padova nel 1620 del *Trattato di miniatura* di Valerio Mariani (Pesaro 1565 - dopo il 1620), attivo per la corte dei Della Rovere, vi è una lista con i prezzi dei colori tra cui compare lo "smaltino di fiandra" (Leida, Biblioteca Universitaria, ms. Voss. Ger. Gall. 5q, c. 1v). In un pagamento del 21 maggio 1633 in relazione a opere di Andrea Camassei (Bevagna 1602 - Roma 1649) di committenza Barberini è citato lo "smaltino di fiandra a olio" (LAVIN 1970, p. 193). Nella *Tariffa et prezzi da vendere, & apprezzare le robbe, e mercantie delle spetiarie di Perugia* del 1619 [1663] è rubricato lo "smaltino de fiandra" (SPEAR 2010, p. 291); purtroppo non è stato possibile consultare direttamente una copia della tariffa che, stando alle scarse informazioni a essa collegate nella rete, sembrerebbe essere stata riedita non nel 1663, bensì nel 1683.

²² Nel 1562 si firma "Bernnhardt Schwartz". BAADER 1870, p. 236.

²³ "In April 1537, Jacob Stuer and Bernard Swerts who operated a "crystalline" glasshouse, sent a letter to Maria of Austria, governess of the country, and to the city magistrate. They sought permission to practice their craft under imperial protection for 20 years, as well as a glassmaking monopoly in the Netherlands. It is not known whether their request was granted". PAGE 2004, nota 1 a pp. 310-311.

²⁴ TRAUTMANN 1869, p. 113.

²⁵ BAADER 1870, pp. 235-236; STOCKBAUER 1874, pp. 129-132; SCHMIDT 1912, p. 123.

²⁶ BAADER 1870, pp. 235-236.

²⁷ TRAUTMANN 1869, p. 113.

²⁸ HALLER 2005, pp. 184 e 207.

²⁹ Idem, p. 121.

su campioni di pigmento prelevati dalle pitture murali dell'Antiquarium e della Grottenhalle nella Residenz di Monaco³⁰.

Si ricorda infine l'esistenza di una certa Cornelia Schwarz di Landshut, che ha fornito nel 1579 e nel 1580 pigmenti non meglio specificati per i lavori condotti sotto la direzione di Lambert Sustris (Amsterdam? 1515 circa - ? 1584 circa) nella fortezza di Trausnitz, soprastante la città di Landshut³¹.

8.2 La produzione di zaffera e smalto in Sassonia

Riguardo all'inizio dell'impiego dei minerali di cobalto estratti nell'Erzgebirge la copiosa letteratura sull'argomento, sviluppatasi soprattutto a partire della seconda metà del XVIII secolo, trattando di avvenimenti precedenti di oltre un secolo e mezzo non è completamente affidabile. Anzi, essa appare fortemente di parte, in quanto tesa ad affermare il primato e l'egemonia sassone in campo minerario, attribuendole la precedenza sulla confinante Boemia e sul resto dell'Europa in merito alla scoperta della zaffera e dell'azzurro di smalto, quando invece l'esistenza di questi prodotti è documentata altrove almeno un secolo prima rispetto ai dati ufficiali forniti da tale tradizione.

8.2.1 Peter Weidenhammer

Secondo la *Historia schneebergensis renovata* di Christian Meltzer, pubblicata nel 1716, "Peter Weidenhammer ha dovuto sapere qualcosa di particolare sul colore *Safflor*, perché ha scoperto che si poteva fare con i *Wismuthgraupen* [scorie di bismuto]. Ed è ricordato nell'anno 1520"³². In un altro passo della *Historia schneebergensis renovata* Meltzer qualifica Peter Weidenhammer come "un originario della Franconia [*Franke*] che è arrivato povero qui [a Schneeberg], si è dotato di grandi mezzi col colore che faceva con i *Wismuthgraupen* e con i numerosi *Centnern*³³ che vendeva a Venezia per venticinque talleri imperiali ciascuno"³⁴. Si è arricchito e ha costruito una grande casa sulla piazza del mercato. Il suo nome era anche ricordato, con l'indicazione dell'anno 1520, su una vetrata nella grande chiesa, dietro il pulpito, nella finestra inferiore"³⁵. Christian Meltzer, altrove, cri-

³⁰ Idem, nota 569 a p. 121.

³¹ Idem, p. 121. La successione nell'attività di fornitura di pigmenti tra Christoph e Cornelia Schwarz ha fatto ipotizzare che quest'ultima fosse la madre di Christoph (GEISLER 1960, nota 66 a p. 144). Secondo questa ipotesi l'attestazione delle attività commerciali di Cornelia, in quanto donna, sembrerebbe riferibile al suo stato vedovile, che comportava l'assunzione della direzione delle attività del coniuge defunto (verosimilmente il più volte ricordato "Meister Bernard") sino al raggiungimento della maggiore età dei figli, ma ciò non concorda col fatto che Christoph già nel 1565 era membro del consiglio esterno di Landshut, il che lo presupporrebbe già maggiorenne, mentre lo svolgimento delle attività commerciali di Cornelia sono documentate nel 1579-80. L'ostacolo potrebbe essere aggirato presupponendo la presa in carico della direzione della bottega vetraria da parte di Cornelia nei periodi in cui gli incarichi pubblici lo impedivano al figlio.

³² "Peter Weidenhammer muss in der Safflor-Farbe etwas sonderlich gewusst und erfunden haben, da er solche aus denen Wismuth Graupen verfertigt und sich stattlich damit auffgekobert. An. 1520. wird seiner sonst auch gedacht". MELTZER 1716, p. 635.

³³ Cfr. cap. 5, nota 104.

³⁴ Quest'affermazione ricorda le antiche leggende e testimonianze sull'esistenza dei cosiddetti *Wahlen*, *Welschen* e *Venezianern* che esportavano segretamente minerali, tra cui il cobalto, per venderli a Venezia. Per Josef Horschik il collegamento tra Peter Weidenhammer e Venezia è rappresentato dai *Wahlen*, cercatori di minerali itineranti operanti nell'Erzgebirge e nel Vogtland, su cui si tornerà nel paragrafo 11.5. HORSCHIK 1978, p. 37.

³⁵ "Peter Weidenhammer, auch ein Frank, ist arm anhero kommen, hat sich mit der Farbe, so er aus denen Wismuth Graupen gemachet, und in vielen Centnern, jeden für 25. Rthlr, nach

tica apertamente l'ardire di Peter Weidenhammer per aver scelto per tale vetrata un soggetto non religioso³⁶.

Meltzer cita Peter Weidenhammer anche nell'elenco dei *Vorsteher aus der Gemeinde* (consiglieri del comune) di Schneeberg per l'anno 1527³⁷, notizia che smentisce l'ipotesi di alcuni autori che hanno interpretato la data del 1520 sulla vetrata come quella della sua morte³⁸. Weidenhammer è stato inoltre amministratore (*Betriebsfaktor*) dei nobili von der Planitz feudatari di Neustädtel, località a sud di Schneeberg (e allora ancora non dipendente da essa), che nella seconda metà del XV secolo avevano rivendicato il diritto alla vendita del bismuto³⁹. Queste informazioni riunite per la prima volta conferiscono peso all'ipotesi che il *Safflor* (zafferano) fosse prodotto nei dintorni di Schneeberg e che, vista l'entità probabilmente non trascurabile degli introiti, fosse oggetto di un commercio che si cercava di controllare già alla fine del XV secolo.

La successione argento-bismuto-cobalto nelle attività estrattive di un sito si manifesta cronologicamente anche nella lavorazione di questi tre articoli, o meglio nella produzione destinata ad essere commercializzata. Nei siti tedeschi più importanti, infatti, l'estrazione di argento è attestata in genere circa due secoli prima di quella del bismuto, la quale precede a sua volta di almeno un decennio l'estrazione di minerali di cobalto finalizzata alla produzione di zafferano o smalto. L'esempio più tipico e meglio documentato è, appunto, quello dei dintorni di Schneeberg. Secondo Petrus Albinus nel 1480 nella *Wismuthzeche* (zecca/fucina del bismuto) presso S[ankt] Georgen, nei dintorni Schneeberg, il pozzo era già profondo più di 100 *Lachter*⁴⁰. Secondo Siegfried Sieber (Oschatz 1885 - Aue 1977) l'estrazione del bismuto sembrerebbe attestata per la prima volta nel 1463, mentre nel 1477 si ha la segnalazione di *Wismuthzechen*⁴¹. Nel 1496 Heinz Wiederkehrer, soprannominato Probst, mercante di Lipsia e proprietario di miniere a Schneeberg morto nel 1515, vende cinquanta *Zehntner* di *Wismut* a sei fiorini il *Zehntner* di Lipsia (104 libbre)⁴²; nello stesso anno, infine, fu creata a Neustädtel una pesa per il bismuto (*Wismutwaage*)⁴³.

Venedig verhandelt, also auffgekobert, dass er zu grossen Mitteln kommen, und ein schönes Hauss am Marckte auffgebaut. Sein Nahme stunde vor diesem in der grossen Kirchen hinter der Canzel im untern Fenster, mit dieser Jahr-Zahl: 1520". MELTZER 1716, p. 683.

³⁶ MELTZER 1684, p. 559.

³⁷ MELTZER 1716, pp. 477 e 478.

³⁸ "Già nell'anno 1500 Peter Weidenhammer, dalla Franconia, morto a Schneeberg nel 1520, aveva per primo da questo (il *Kobalt*) fatto il colore blu, che in seguito il boemo Christoph Schürer ha ulteriormente perfezionato, quando nel 1540 ha costruito a Neudeck un'officina/mulino per il blu" ("Schon im Jahr 1500 hatte Peter Weidehammer, aus Franken, der 1520 zu Schneeberg starb, daselbst zuerst daraus eine blaue Farbe verfertigt, und welches Werk darauf der Böhme Christoph Schürer noch mehr vervollkommnete, indem er 1540 zu Neudeck eine Farbenmühle anlegte"). LIMMER 1836, p. 326.

³⁹ JAKOB 1968, nota 6 a p. 352; KRAMARCZYK 2005, p. 121. Nel 1478 Georg von der Planitz aveva rivendicato a sé il bismuto di Schneeberg, in quanto non sottomesso alle *regalia* (*Bergordnung*). WAGENBRETH 1990, p. 209. Moritz Gerber precisa che Weidenhammer era *Factor* dei von der Planitz e di altri grandi signori. GERBER 1864, pp. 9 e 10. Cfr. paragrafo 5.2.2.2.

⁴⁰ ALBINUS 1590, p. 132. La stessa informazione è riportata in MELTZER 1684, p. 123. Il *Lachter*, o *Berglachter*, era una misura di lunghezza utilizzata nelle miniere per indicare soprattutto la profondità dei pozzi e corrispondeva a circa due metri.

⁴¹ SIEBER 1954, p. 35.

⁴² FISCHER 1929, p. 111.

⁴³ SIEBER 1954, p. 35.

8.2.2 Christoph Schürer

Secondo la cronologia tradizionale del cobalto desunta dalle fonti del XVIII secolo sarebbe stato un certo Christoph Schürer, membro della dinastia degli Schürer vetrai nell'Erzgebirge boemo, a produrre per primo lo smalto nella sua vetreria di Eulenhütte (*fornace della civetta*) vicino Neuhammer/Nové Hamry, tra Platten/Horní Blatná e Neudeck/Nejdek, a monte del torrente Rohlau/Rolava (Erzgebirge boemo, oggi facente parte della Repubblica Ceca).

Johann Friedrich Klotzsch, nella *Sächsische Geschichte*, sulla base di quanto riferito dal predicatore Christian Lehmann (Königswalde 1611 - Scheidenberg [vicino Annaberg, sempre nell'Erzgebirge] 1688), afferma che le prime officine (*Farbmühlen*) per fare il colore blu nell'Erzgebirge erano sorte "cento anni prima", il che sembrerebbe indicare una data compresa fra il 1540 e il 1560⁴⁴. Klotzsch riferisce inoltre che Christoph Schürer, un vetraio di Platten/Horní Blatná, che faceva parte dell'Erzgebirge sassone fino al 1546 e in seguito del Regno di Boemia (oggi nella Repubblica Ceca), si trasferì vicino a Neudeck/Nejdek, nell'Eulenhütte, per produrre vetro. Durante una visita a Schneeberg raccolse alcuni pezzi di *Kobolten*, meravigliosamente colorati di azzurro, per saggiarli nella sua fornace⁴⁵. Una volta fusi li mescolò con del vetro (in pasta) e ottenne un magnifico vetro azzurro, all'inizio usato solo dai vasai locali, ma più tardi inviato a Norimberga dove lo comprarono degli olandesi⁴⁶. Questi ultimi l'apprezzarono molto e s'informarono al riguardo, recandosi a trovare il vetraio a Neudeck/Nejdek e convincendolo a seguirli a Magdeburg⁴⁷, importante centro commerciale tedesco sull'Elbe a est di Berlino; là gli fecero fare molte prove col cobalto di Schneeberg, promettendogli di farlo ricco, ma una volta appreso il segreto lo rinviarono a casa. Schürer allora costruì un mulino, vendendo il colore a sette talleri il mezzo quintale, mentre in Olanda valeva cinquanta-sessanta fiorini (*Gulden*)⁴⁸.

È stato rintracciato nell'Hauptarchiv di Dresda un documento datato al 1540 in cui Christoph Schürer, originario di Platten/Horní Blatná (che indicheremo come Schürer padre, per distinguerlo dal figlio, con lo stesso nome, figura anche questa importante per la storia dello smalto) propose al duca di Sassonia Enrico IV detto il Pio (Dresda 1473 - 1541) la manifattura del *Safflor*⁴⁹. Si tratta di un preventivo in cui si specifica "quanto costerebbe fondere un *Centner* di vetro azzurro per colore ad acqua (*Wasserfarb*) a Schneeberg"⁵⁰; Christoph Schürer afferma inoltre che da cento *Zentnern* di *Safflor*, con l'aggiunta di quarzo (*weisser Quarz*), si possono ottenere duecento *Zentnern* di vetro azzurro, al costo di tre fiorini e un quarto ogni *Zentner* di vetro azzurro. Che in questo caso il vetro azzurro corrisponda a un semilavorato da utilizzare come colorante (lo smalto), e non a un prodotto finito, è attestato dai tenori particolarmente elevati di zaffera rispetto al quarzo.

I primi esperimenti di Schürer, pertanto, devono essere stati condotti anteriormente al 1540; l'esito negativo della proposta presentata al duca di Sassonia deve aver spinto Schürer ad accettare l'offerta degli olandesi.

⁴⁴ KLOTZSCH 1770, p. 364.

⁴⁵ Idem, p. 365. Se si deve prendere alla lettera questa testimonianza, la menzione del colore azzurro sembra escludere che si tratti di minerali di cobalto grezzi, mentre lascia ipotizzare che fossero scorie vetrose prodotte da una lavorazione metallurgica, verosimilmente dell'argento.

⁴⁶ Secondo *La Grande Encyclopédie* il segreto sarebbe stato venduto agli inglesi. GIRARD s.i.d., p. 744. Si ricorda ancora che, in genere, nel XVI secolo col termine *Holländer* (olandesi) si intendevano, indistintamente, anche i fiamminghi.

⁴⁷ Magdeburg è stata la prima grande città tedesca ad adottare la Riforma, nel 1524, e ad accogliere i profughi religiosi fiamminghi, in particolare mercanti di Anversa. FISCHER 1785, p. 613.

⁴⁸ KLOTZSCH 1770, p. 365.

⁴⁹ Rep. IX, Loc. 36197 n. 3153 fol. 6. BRUCHMÜLLER 1897, p. 14; NEUMANN 1932, p. 479.

⁵⁰ "Was der Centner blaue Glas zur Wasserfarb zu schmelzen in Schneeberg kosten soll".

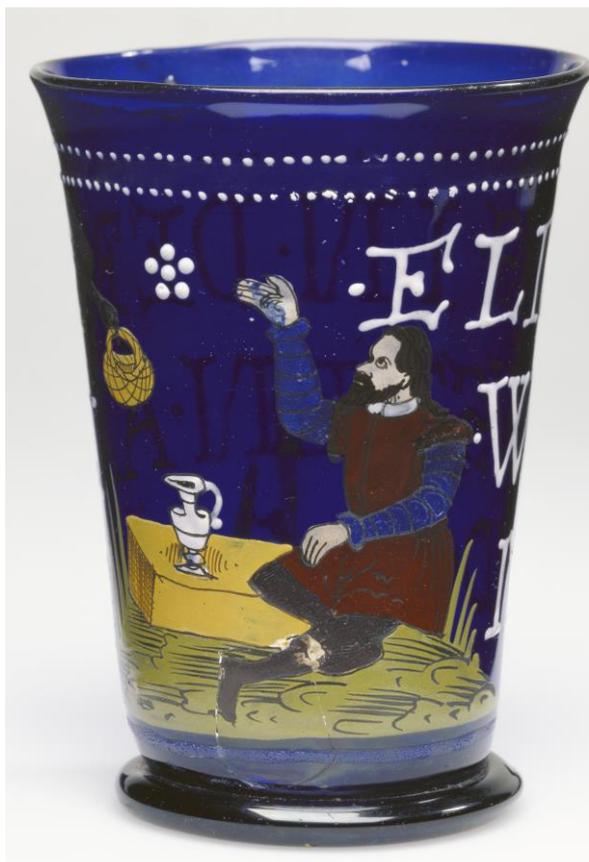


Fig. 8.6 - Bicchiere in vetro azzurro dipinto a smalti, Boemia, 1599. Los Angeles, The J. Paul Getty Museum, Object Number: 84.DK.557.

Olga Drahotová (Pardubice [Repubblica Ceca] 1932), studiosa delle arti decorative, in particolare dei vetri, sulla scorta di Albert Schröder⁵¹ e Herbert Kühnert (Steinach 1887 - Rudolstadt 1970)⁵², afferma che il personaggio mitico di Christoph Schürer è diventato concreto e si è incarnato nella persona del figlio minore di Asmus Schürer⁵³, capofficina della fornace vetraria sassone di Burkhardtgrün, proprietà degli Schürer già nel 1517⁵⁴. La Drahotová concorda a grandi linee quanto già affermato da Klotzsch, precisando che negli anni '30 del XVI secolo Christoph Schürer aveva comprato (o costruito) tra Platten/Horní Blatná e Neudeck/Nejdek la Eulenhütte, dove fece i suoi pionieristici esperimenti, edificando poi, intorno al 1540, una *Blaufarbenwerk* a Rohlau/U Rolavy, sempre vicino a Neudeck/Nejdek. Infine, anche la Drahotová ritiene il contatto con gli olandesi a Magdeburg una conseguenza della proposta inevasa dalla corte sassone⁵⁵. La notizia che nella prima metà del XVI secolo mercanti fiamminghi erano emigrati da Anversa a Lipsia e Magdeburg sembrerebbe quindi rafforzare l'ipotesi che Schürer si sia recato in quest'ultima città per seguire i suoi committenti⁵⁶.

Adalbert Wrany (Praga 1836 - 1902) e Josef Walfried, pseudonimo di Josef Stocklów (Perštejn/Pürstein [Kadaň/Kaade, Repubblica Ceca] 1839 - Vyšší Brod/Hohenfurth [Repubblica Ceca] 1914) hanno invece erroneamente collocato le esperienze e l'attività di Christoph Schürer nella zona di Breitenbach/Potůčky⁵⁷, errore ripreso da alcuni autori successivi.

⁵¹ SCHRÖDER 1943.

⁵² KÜHNERT 1932, 1938a e 1938b.

⁵³ Secondo alcuni autori Christoph era figlio di Christian Schürer, col quale a volte è confuso, essendo l'invenzione dello smalto attribuita anche a quest'ultimo. BRUCHMÜLLER 1897, p. 2; MORRAL 1957.

⁵⁴ KUHN 1955, p. 240.

⁵⁵ DRAHOTOVÁ 1980, p. 219.

⁵⁶ "Durante la prima metà del XVI secolo alcuni abitanti dei Paesi Bassi sono venuti a Lipsia, come Martin Mertens e Adrian von Hilss, un cugino degli Schetz di Anversa. ... Probabilmente anche Hans Randerott, che ha avuto la cittadinanza nel 1522, era di Anversa. L'immigrazione da Anversa di questi commercianti è stata per Lipsia di grande importanza, creando in questo modo le prime relazioni tra la Sassonia e i Paesi Bassi" ("Während der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts kamen auch einige Niederländer nach Leipzig, so Martin Mertens und Adrian v. Hilss, ein Vetter der Schetz aus Antwerpen. ... Wahrscheinlich stammte auch Hans Randerott, der 1522 Bürger wurde, aus Antwerpen, da er bis zu seinem Tode als Faktor der Schetz in Leipzig tätig war. Die Einwanderung dieser wenigen Antwerpener Kaufleute ist für Leipzig von grossem Vorteil gewesen, da durch sie wohl zuerst direkte Beziehungen zwischen Sachsen und den Niederlanden angeknüpft wurden"). FISCHER 1929, p. 15.

⁵⁷ WRANY 1902, p. 153; WALFRIED 1883, p. 101.

Albrecht Kirsche (n. 1953) rimarca che il luogo dell'esperienza di Schürer è stato trasferito dall'Erzgebirge boemo all'Erzgebirge sassone, conferendo così priorità alla tradizione successivamente messa a punto nei centri sassoni, quali per esempio Schneeberg, rispetto a quelli boemi⁵⁸; in questo panorama l'esito negativo sortito dalla proposta presentata all'elettore e il fatto stesso che essa sia stata inoltrata sembrerebbero implicitamente confermare l'arretratezza tecnologica della Sassonia rispetto alla Boemia nella produzione del vetro azzurro. Kirsche conferma inoltre quanto riferito dalla Drahotová, precisando che nel 1524 Christoph Schürer aveva comprato in Sassonia una tenuta vicino Alberneau per impiantarvi una *Glashütte* e che nel 1536, a seguito di liti, si era trasferito a Neudeck/Nejdek in Boemia, dove già dal XIV secolo erano sorte numerose *Glashütten*, comprando quella chiamata Eulenhütte, dove fece i suoi esperimenti⁵⁹.

Il problema della messa a fuoco della figura di Christoph Schürer è reso arduo dall'effettiva esistenza di più di un Christoph Schürer vetraio nel XVI e nel XVII secolo. Membri della famiglia Schürer erano già attivi come vetrai a Wernesgrün, in Sassonia, nel 1436⁶⁰; Franz Xaver Maximilian Zippe (Nieder Falkenau/Dolní Falknov 1791 - Vienna 1863) afferma che gli Schürer erano una famiglia molto ramificata ("sehr verzweigten"), che nel XV secolo importò l'arte vetraria da Venezia in Boemia⁶¹. Uno dei rami boemi degli Schürer, infine, è stato nobilitato dall'imperatore Rodolfo II d'Asburgo nel 1592, come *Schürer von Waldheim*⁶²; nel 1599 un altro Christoph Schürer (von Waldheim) di Falkenau/Falknov⁶³ ottenne, dal medesimo imperatore, il privilegio di costruire delle fornaci vetrarie⁶⁴.



Fig. 8.7 - Calice in vetro azzurro decorato con smalti e a foglia d'oro, Boemia, seconda metà del XVI secolo. Los Angeles, The J. Paul Getty Museum, Object Number: 84.DK.550.

⁵⁸ KIRSCHKE 2005, nota 29 a p. 118.

⁵⁹ Idem, p. 81.

⁶⁰ KUHN 1955, p. 240.

⁶¹ ZIPPE 1857, p. 253.

⁶² Sugli Schürer von Waldheim esistono vari contributi. FISCHER 1924; SCHEBEK 1878, in particolare il cap. II, *Die Familie Schürer von Waldheim*, pp. 25-60.

⁶³ Questa notizia sembrerebbe in contrasto con quella secondo la quale il figlio Paul sarebbe succeduto a Christoph Schürer nel 1570 nella *Glashütte* di Falkenau/Falknov vicino Zschopau, nell'Erzgebirge sassone. SCHEBEK 1878, p. 26. La scoperta dell'utilizzo del cobalto per colorare i vetri è stata attribuita anche a questo Christoph Schürer, collocandola nella seconda metà del XVI secolo. HETTESŠ 1958, p. 17. Comunque, anche riguardo all'identificazione di Paul Schürer, secondo alcuni fratello di Christoph Schürer (HEJDOVÁ 1981, p. 32), sorgono problemi, sempre a causa del ricorrere degli stessi nomi all'interno della famiglia.

⁶⁴ KUHN 1955, p. 320; HETTESŠ 1963, p. 52.

Gli Schürer, in quanto importante famiglia di vetrai, potrebbero aver avuto contatti con Venezia e, pertanto, potevano essere a conoscenza del metodo di produzione dello smalto nella laguna.

È comunque chiaro che la figura di Christoph Schürer, storicamente esistita, viene a incarnare il ruolo di mitico inventore di una pratica preesistente, nel momento in cui essa assume rilevanza economica, complice la proposta all'elettore, che ha consentito di porre una data certa a situazioni nebuloze. Otfried Wagenbreth ed Eberhard Wächter, autori più volte citati, riportano, infatti, che il vetro azzurro colorato col cobalto sarebbe già stato prodotto attorno al 1400 nel nord della Boemia e intorno al 1500 in una bottega di vetrai della famiglia Preussler di Heidelberg, vicino Seiffen in Sassonia, a pochi chilometri dal confine col regno di Boemia⁶⁵, mentre Olga Drahotová sottolinea l'esistenza di vetri boemi colorati col cobalto già nel XIV secolo⁶⁶.

8.3 Il processo produttivo nelle Blaufarbenwerke

Per la descrizione generale del processo produttivo della zaffera e dello smalto facciamo riferimento soprattutto alla storia delle *Blaufarbenwerke* redatta da Johann Georg Friedrich Kapff e all'approfondito studio di Oskar Hausbrand (Berlino 1890 - 1971)⁶⁷ che, relativamente alla situazione concernente l'inizio del XVIII secolo, fornisce una serie di informazioni e disegni estratti da un rapporto segreto che due agenti della fabbrica di smalto di Sankt-Andreasberg nello Harz hanno redatto intorno al 1725 sulle pratiche in uso in Sassonia, in particolare nella fabbrica di Zschopenthal (figg. 8.8 e 8.9), a circa tre chilometri da Zschopau. Dobbiamo infatti tenere presente che il processo di fabbricazione è sempre stato mantenuto segreto, spesso oggetto di spionaggio, e che le prime informazioni concrete al riguardo, sebbene spesso parziali, sono state disponibili in testi a stampa solo a partire dal secondo quarto del XVIII secolo⁶⁸, con l'autorevole precedente costituito dalle precisazioni di Johann Kunckel sull'effettiva natura della zaffera e sulla sua manifattura pubblicate nella seconda metà del XVII secolo e ristampate in francese a metà del XVIII secolo⁶⁹.

Per l'esercizio di una fabbrica di smalto, oltre alla presenza più o meno vicina della fonte di approvvigionamento dei minerali di cobalto, sono richiesti legna e, soprattutto, acqua; in particolare l'esaurimento di legna ha spesso contribuito alla cessazione parziale se non totale delle attività di una fabbrica. Quasi sempre, inoltre, una situazione strategica che favoriva gli scambi di tipo commerciale ha avuto la priorità su una collocazione in prossimità delle miniere⁷⁰.

⁶⁵ WAGENBRETH 1990, p. 341. Secondo Albert Schröder, Sebastian Preussler, fondatore della bottega di Jugel (cfr. paragrafo 8.5.1), era originario di Heidelberg, famosa per la sua *Glashütte*, documentata dal 1451. SCHRÖDER 1943, p. 152.

⁶⁶ DRAHOTOVÁ 1980, p. 219.

⁶⁷ KAPFF 1792, p. 46 et segg.; HAUSBRAND 1936, p. 519 et segg.

⁶⁸ KRIEG 1726; LINK 1728; GESSNER 1744; ZIMMERMANN 1746 e 1752; LEHMANN 1761 e 1764; KLOTZSCH 1770. Malgrado tali pubblicazioni, Paul Heinrich Thiry, barone d'Holbach, persona ben informata, nella voce *SAFRE, SAFFRE, ZAFFRE ou SMALTE* dell'*Encyclopédie* di Diderot e d'Alembert ha rimarcato: "cependant il est certain que les Saxons ont toujours fait des efforts pour cacher leur procédé, et jamais ils n'ont communiqué au public les ordonnances & les réglemens de leurs manufactures de *safré* qui sont de l'année 1617, non plus que les divers changemens qu'on y fait depuis ce tems". DIDEROT 1765, pp. 490-493, in particolare p. 493.

⁶⁹ KUNCKEL 1679, pp. 57-60; HOLBACH 1752, pp. 51-52.

⁷⁰ MELTZER 1716, pp. 158-159.



Fig. 8.8 - La *Blaifarbenwerk* di Zschopenthal nella situazione attuale.

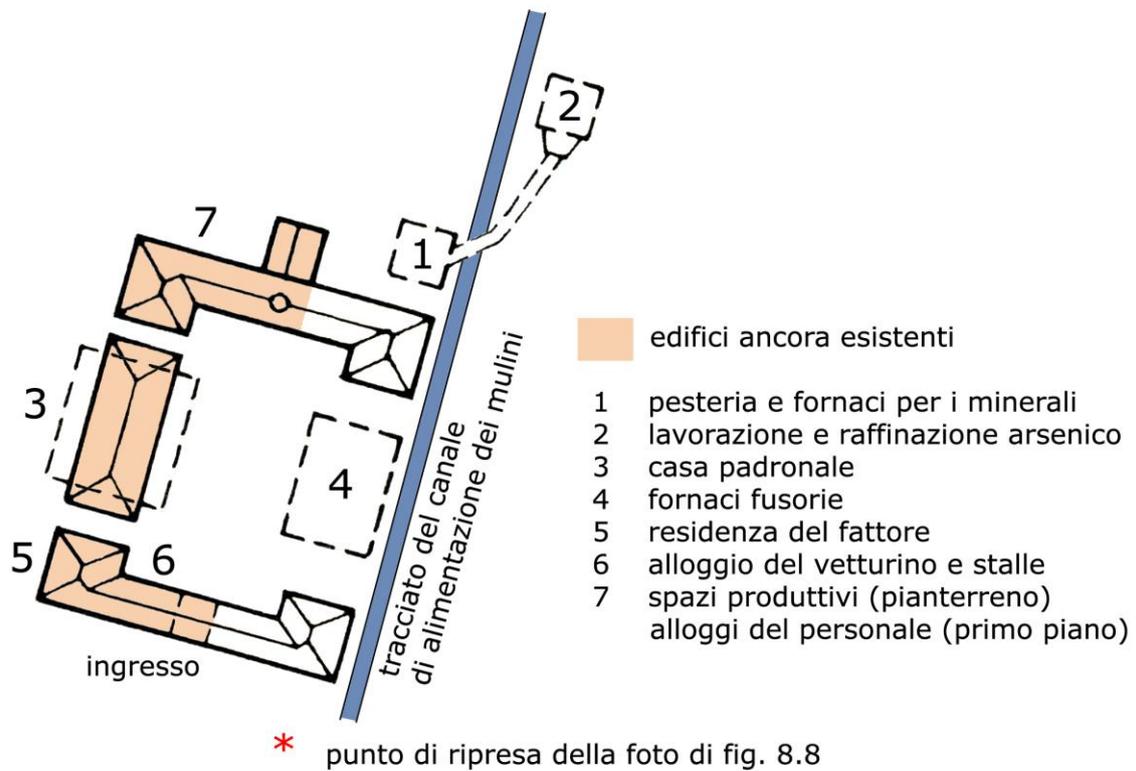


Fig. 8.9 - Pianta del complesso seicentesco della *Blaifarbenwerk* di Zschopenthal, rielaborata da WAGENBRETH 1990, fig. 121 a p. 348.

8.3.1 La fabbricazione della zaffera

I principali passaggi della produzione della zaffera sono riassumibili, in maniera schematica, come segue.

Per prima cosa venivano saggiati i minerali selezionati, per rendersi conto della qualità (soprattutto per definire la classe del colore futuro)⁷¹, valutare il tempo d'arrostimento e stimare le quantità di sabbia e di fondente (costituito da potassa, *Pottasche*)⁷² da aggiungere.

Una volta stabiliti i parametri ricavati da questi saggi preliminari si avviava il processo produttivo vero e proprio che consisteva nella macinazione del minerale, effettuata a secco fino a ottenere grani grandi come lenticchie, nel suo arrostitimento e nella confezione della zaffera, aggiungendo al prodotto dell'arrostitimento ulteriori ingredienti.

L'arrostitimento avveniva in un forno con l'esposizione diretta alla fiamma (*Flammofen*); la massa minerale deposta nel forno aveva uno spessore di quattro centimetri ed era rimescolata con bastoni di ferro (*Krücken*). L'arrostitimento durava circa tre ore⁷³ e non prevedeva la rimozione completa di zolfo e arsenico, in quanto una parte di questi elementi doveva rimanere legata alle impurezze di ferro e nichel per neutralizzarle, poiché i composti di questi elementi si decompongono successivamente a quelli di cobalto. L'arsenico che si depositava lungo il primo tratto dei condotti di legno in cui venivano fatti passare i fumi (*Giftgang* / condotto del veleno, figg. 4.14 e 4.16) conteneva ancora molto cobalto, pertanto poteva essere nuovamente trattato nel successivo arrostitimento, aggiungendolo al minerale grezzo. L'arsenico raffinato prelevato dal resto dei condotti era infine destinato alla vendita.

Il residuo dell'arrostitimento, una volta raffreddato ed estratto dal forno, era costituito da una massa marrone di ossido di cobalto molto impuro che, mescolato e macinato con farina di quarzo (*Quarzmehl*) costituiva la zaffera (*Safflor*), prodotto destinato al commercio o ancora trasformato in smalto come descritto qui sotto.

8.3.2 La fabbricazione dello smalto

La zaffera era mescolata con sabbia fine, spesso calcinata e macinata, e potassa, secondo le proporzioni indicate da prove preliminari. Il tutto era poi messo in crogiuoli/vasi, lasciati otto ore in una fornace per il vetro (*Glassschmelzofen*), mescolando di frequente. In tale modo si otteneva una fritta intensamente colorata dalle forti concentrazioni di cobalto (*Kobaltglas*), che veniva prelevata fusa con un mestolo di ferro e subito gettata in una vasca d'acqua. Quello che rimaneva sul fondo dei crogiuoli era il *Kobaltspeise* (una sorta di loppa), ricco di nichel e/o bismuto, che all'inizio, non sapendo cosa farne, si buttava negli accumuli di scorie (*Halden*; fig. 8.10)⁷⁴.

La fritta veniva in seguito macinata e lasciata decantare in botti piene d'acqua, separando le frazioni a differente granulometria mediante ripetute macinazioni, flottaggio e decantazione.

⁷¹ Il *Kobaltkontrakt* del 1627 individuava quattro qualità di minerale di cobalto raccolte a Schneeberg e Neustädtel, delle quali la quarta, definita scadente, non era sottoposta a tassazione; le qualità di minerale divennero sei nel *Kobaltkontrakt* del 1718. BRUCHMÜLLER 1897, pp. 31 e 54. In seguito le modalità del *Kobaltkontrakt* furono più volte modificate, adattandole alle necessità, talvolta anche con sospensioni momentanee. Al *Kobaltkontrakt* succederà una struttura organizzativa vera e propria con sede a Lipsia, il *Blaufarbenwerk-Konsortium*, un consorzio di proprietari privati e dello stato che coordinava e regolamentava ancora meglio la produzione delle *Blaufarbenwerke* e la vendita dei loro prodotti. THIEL 2007, p. 15.

⁷² La potassa era ottenuta da cenere di legna.

⁷³ Secondo alcuni autori l'arrostitimento poteva durare fino a nove ore, dipendentemente dalle caratteristiche del minerale. ZIMMERMANN 1746, p. 256; ZIMMERMANN 1752, p. 593.

⁷⁴ Tale metodo empirico di separazione del nichel poteva essere alla base dell'ottenimento di varietà più scure di zaffera, quale per esempio la *zaffera nera* menzionata dal Piccolpasso, di cui si è parlato nel paragrafo 4.3.

Così, secondo la letteratura e le tariffe del XVIII secolo troviamo le seguenti sorti, su cui ci soffermeremo in dettaglio nei prossimi paragrafi: la frazione più grossolana, poco commercializzabile, era lo *Streublau* (BS)⁷⁵ o il *böheimische blaue Sand* (sabbia azzurra boema). Seguivano, al diminuire della granulometria, lo *Hohe Farbe* o *Haute-Couleur* (H, colore intenso), il *Couleur* (C, colore) e l'*Eschel* (E), così chiamato per la somiglianza con la cenere/*Asche*⁷⁶. Lo scarto - troppo fino, privo di colore e ricco di impurezze più leggere - era il *Sumpfeschel* (cenere fangosa), o *Schlechteschel* (cattiva cenere). Nell'ultimo quarto del XVIII secolo, come pure successivamente, il migliore *Eschel* era chiamato *englische Schmalte*⁷⁷, dizione commerciale a quell'epoca ormai priva di agganci diretti con la provenienza del prodotto⁷⁸. È comunque probabile che, almeno all'inizio, l'aggettivo inglese denotasse l'effettiva provenienza del prodotto⁷⁹; stando alle date l'unica possibilità è che originariamente con *englische Schmalte* si indicasse il prodotto ottenuto dai minerali estratti ad Alva, vicino Alloa nel Clackmannanshire (Scozia), che fornivano un prodotto eccellente, a quanto pare migliore anche di quello ricavato dai minerali estratti in Sassonia⁸⁰. Il riferimento ad Alva, riguardo alla quale risalgono al 1759 le prime notizie in merito alla presenza di minerali di cobalto e al 1771



Fig. 8.10 - Costruzioni e *Halde* attorno al pozzo d'estrazione "Schindler" a Schneeberg, cartolina postale dell'inizio del XX secolo.

⁷⁵ *Streublau*, letteralmente, sta per *azzurro da spargere*. La *Streutechnik* consisteva nel cospargere una superficie pittorica fresca con un pigmento in polvere; in tale maniera il pigmento aderiva senza essere ricoperto dal legante e dando origine a una campitura di colore saturo. L'impiego di questa tecnica per lo smalto consentiva di evitare la perdita di saturazione e l'ingiallimento della superficie pittorica a causa del rilascio, in fase di asciugatura, dell'olio in eccesso. La qualità di smalto idonea a essere così impiegata, pertanto indicata *Streublau*, era quella con granulometria più grossolana. L'acquisto di *Stróeblaa* è documentato in un libro di spese per i materiali per le pitture realizzate per la corte danese nel periodo 1610-26, mentre l'impiego dello smalto con questa particolare tecnica è stato riscontrato su "genealogical tables" nel castello di Rosenborg risalenti al regno di Federico II di Danimarca (Haderslev 1534 - Antvorskov 1588). HAACK CHRISTENSEN 2011, pp. 154, 155 e nota 31 a p. 156. Alla stessa tecnica fa riferimento Carlo Cesare Malvasia (Bologna, 1616 - 1693) a proposito della pala con l'*Ascensione* eseguita da Ludovico Carracci (Bologna 1555 - 1619) per la chiesa bolognese di Santa Cristina nel 1597: "all'Altar maggiore delle RR. Monache di S. Christina, ove anche non sò se per difetto di azzurro, ò per prova, a farvi l'aria gettò, e buffò su'n color fresco smaltino asciutto". MALVASIA 1678, p. 447.

⁷⁶ HAUSBRAND 1936, pp. 521 e 522. Una delle prime menzioni dell'*Eschel* nella letteratura artistica tedesca, come *Esch plo* e *Schmeltz esch*, compare nell'*Illuminierbuch* (1549) di Valentin Boltz von Rufach. BOLTZ VON RUFACH 1913, p. 77.

⁷⁷ GMELIN 1778, p. 144. L'appellazione *englische Smalte* o simili (*Englisch Schmalde*, *Smalta Anglica* ecc.) è inoltre attestata in numerose tariffe apotecarie tedesche della fine del XVIII e dell'inizio del secolo successivo.

⁷⁸ "Questo *smalto inglese*, chiamato anche *blaue Stärke*, di cui il migliore è prodotto in Sassonia dal *Kobolterz*" ("diese englische Smalte, die man auch blaue Stärke nennet, und wovon die beste in Sachsen aus Kobolterz gemacht wird"). QUERFURT 1797, p. 12.

⁷⁹ Tra le più antiche attestazioni citiamo "émail fin d'Angleterre" (PERNÉTY 1757, p. LXIV) e "azur de Hollande ou d'Angleterre" (CHOMEL 1767, p. 239). Nell'edizione olandese del *Dictionnaire æconomique* di Chomel del 1778 all'*ENGELSCHER ASCH* viene dedicata una voce specifica. CHOMEL 1778, p. 640.

⁸⁰ Sui giacimenti e il cobalto di Alva si rimanda al paragrafo 5.8. Non si ha comunque notizia di officine specifiche per la produzione di smalto in situ, operazione cui verosimilmente si provvedeva nelle fabbriche di ceramica locali, secondo i rispettivi fabbisogni.

il termine della loro estrazione, sembrerebbe implicitamente confermato dal fatto che l'*azur de Hollande ou d'Angleterre* è menzionato nell'edizione del 1767 del *Dictionnaire œconomique* di Noël Chomel (Parigi 1632 - Lione 1712), ma non in quelle precedenti (1732, 1741 e 1743).

La descrizione più antica riguardo alla separazione in acqua di differenti granulometrie di smalto è quella contenuta nel ricettario quattrocentesco del ms. Cl.II.147 della Biblioteca Comunale Ariostea di Ferrara ⁸¹. Fra le descrizioni più interessanti a tale riguardo, da applicarsi per produzioni su scala industriale, ve n'è una riportata da una fonte tarda: "pour obtenir du bleu de divers degrés de finesse, on agite le smalth dans des tonneaux remplis d'eau et percés de trois ouvertures à différentes hauteurs, l'eau du robinet le plus élevé entraîne le bleu le plus léger, c'est l'*azur du premier feu*; les parties le plus pesantes se précipitent, et l'*azur* entraîné par l'eau des trois robinets forme divers degrés de finesse connus sous les noms d'*azur du premier, du second et du troisième feu*" ⁸². In un autore leggermente posteriore troviamo infine indicate le percentuali delle qualità che si ottenevano dalla macinazione e dalla separazione delle varie frazioni: "100 parti di *Farbeglas* (vetro prodotto per ottenere il colore) danno dal 46 al 50% di *Farbe* (colore), dal 25 al 30% di *Fasseschel* (*Eschel* di botte), dal 24 al 25% di *Sumpfeschel*: dall'*Eschelglas* (vetro prodotto per ottenere l'*Eschel*) [si ricava] dal 60 al 70% di *Fass[eschel]*e dal 40 al 30% di *Sumpfeschel*" ⁸³.

Oltre che per operare una separazione in funzione della granulometria e rimuovere i grani di impurità, il lavaggio consentiva l'eliminazione di alcali residui, dovuti ai forti tenori di potassa impiegati, che altrimenti avrebbero abbassato la qualità del prodotto sia nei confronti dell'utilizzo che dell'immagazzinamento, a causa della reattività e della deliquescenza dovute alla presenza degli alcali.

In fig. 8.11 è riassunto lo schema dell'intero processo di lavorazione operato all'interno delle *Blaufarbenwerke*. Il processo poteva subire comunque variazioni in funzione della qualità del minerale di cobalto impiegato ⁸⁴. Quanto riportato qui sopra rappresenta lo standard più frequentemente utilizzato sui minerali costituiti da arseniuri e solfoarseniuri; per un prodotto di partenza costituito essenzialmente da ossidi l'arrostimento iniziale non era invece necessario ⁸⁵.

Nel caso che il cobalto derivasse dal trattamento dei minerali di bismuto, il processo di estrazione era differente e corrispondeva al metodo cui fanno riferimento le fonti discusse nel paragrafo 1.8, operando l'arrostimento all'aria aperta (figg. 1.9-1.13) e utilizzando le

⁸¹ Cfr. cap. 3, nota 62.

⁸² CHAPTAL 1790, pp. 213-214. La stessa descrizione ritorna nella voce *SAFRE* del *Nouveau dictionnaire d'histoire naturelle*, alla cui stesura ha contribuito lo stesso Chaptal. AA.VV. 1803, p. 19. Riguardo all'*azur du premier, second, troisième feu* ecc.. Pierre Joseph Buc'hoz sottolinea: "*Email du premier feu, ou du second, ou du troisième, ou du quatrième feu, selon l'intensité de la couleur bleue, qui ne dépend pas d'avoir été exposée quatre fois au feu, comme le croient la plupart des Droguistes ou Epiciers, ni même de la proportion des cailloux ou fondans qu'on a employés avec le Cobalt torréfié, comme le prétendent quelques autres personnes, mais seulement de la bonté du Cobalt, de la parfaite vitrification & de l'extrême tenacité de ses parties*". BUC'HOZ 1772, p. 322.

⁸³ MAYER 1820; SCHUBARTH 1839, p. 163 (ed edizioni precedenti), ripresi in PÉCLET 1829, pp. 198-199.

⁸⁴ La forte variabilità dei parametri operativi nella lavorazione dei minerali di cobalto è ampiamente sottolineata da Johann Heinrich Link: "Regulæ quidem non planè non universales prostant, ad quas Cobalti tractatio pro cœruleo vitro instituenda est; sed non constantes, quod jam significavi. Opus igitur est non solum in privato laboratorio variis, iisque tam secundum proportionem, quam ignis modos & gradus, & reliqua, experimentis; sed & in officinis Cobalti ipsis, ut docimasta indefesse experiendo invigilet naturæ mineræ & affixarum, atque ita compositionibus & laboribus, utpote in re colorum quasi delicatissimis, rectè prospiciat, iisque ad votum minus succedentibus vel addere, vel absumere, vel corrigere aliter sciat". LINK 1728, pp. 200-201.

⁸⁵ Tale eventualità è rara: unico caso in cui le fonti fanno riferimento alla possibilità di utilizzare direttamente il minerale per fare la zaffera, senza trattamenti preliminari, è quello di Juzet-de-Luchon (Haute-Garonne). Cfr. paragrafo 5.1.2.

scorie rimaste dopo la liquazione del bismuto metallico. Il minerale così ottenuto era particolarmente apprezzato e da molti autori reputato il migliore⁸⁶.

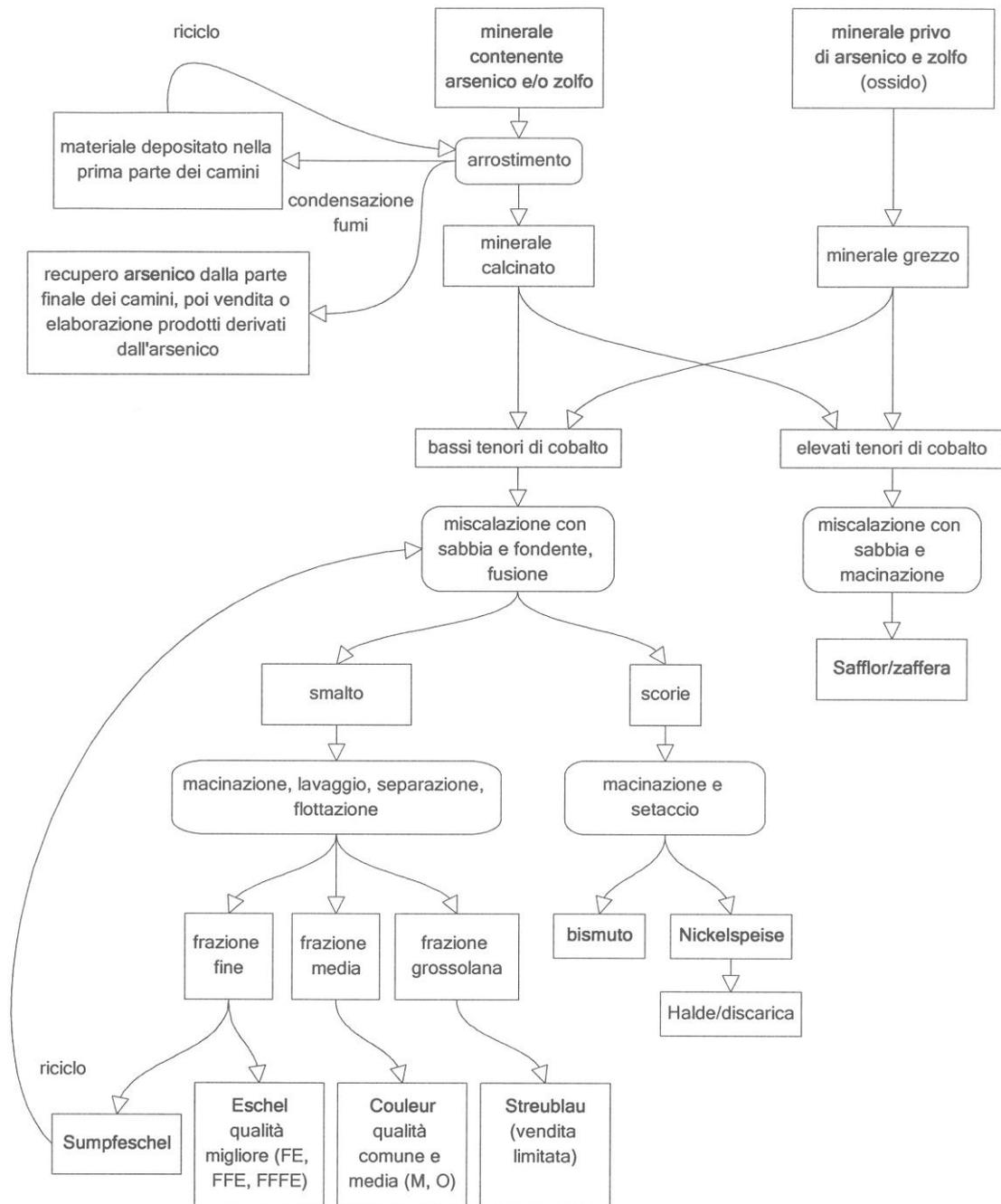


Fig. 8.11 - Schema del processo di lavorazione dei minerali di cobalto nelle *Blaufarbenwerke*.

⁸⁶ ZIMMERMANN 1746, pp. 251-252; ZIMMERMANN 1752, pp. 590-591; LEHMANN 1761, p. 56; DIDEROT 1765, p. 491; KRÜNITZ 1775, p. 614.

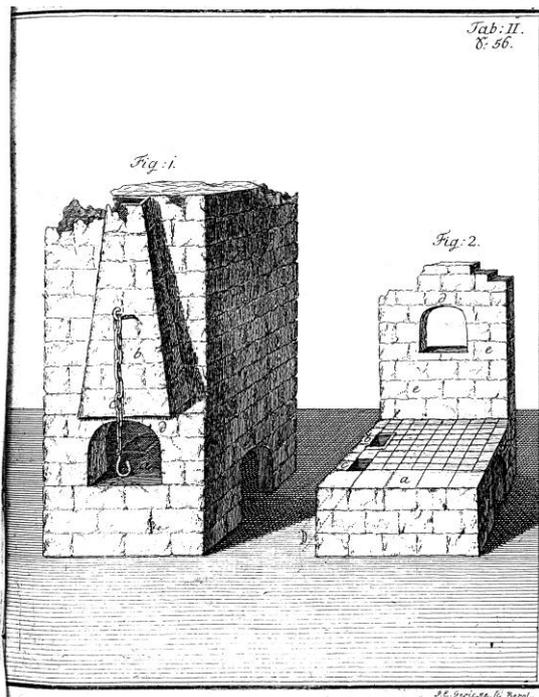


Fig. 8.12 - Fornace per calcinare il minerale: visione esterna e interna (con l'apertura che immette al condotto per il recupero dell'arsenico), dalla seconda parte della *Cadmiologia* di Johann Gottlob Lehmann (LEHMANN 1764, tav. II).

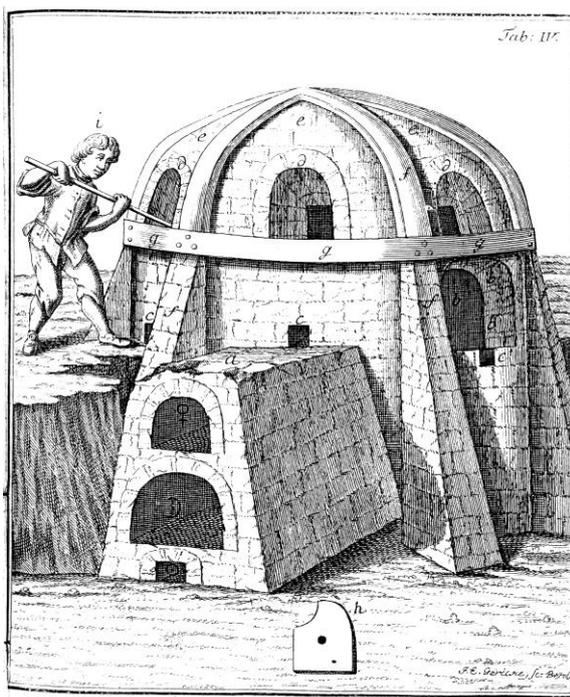


Fig. 8.13 - Fornace per la produzione dello smalto, dalla seconda parte della *Cadmiologia* di Johann Gottlob Lehmann (LEHMANN 1764, tav. IV).

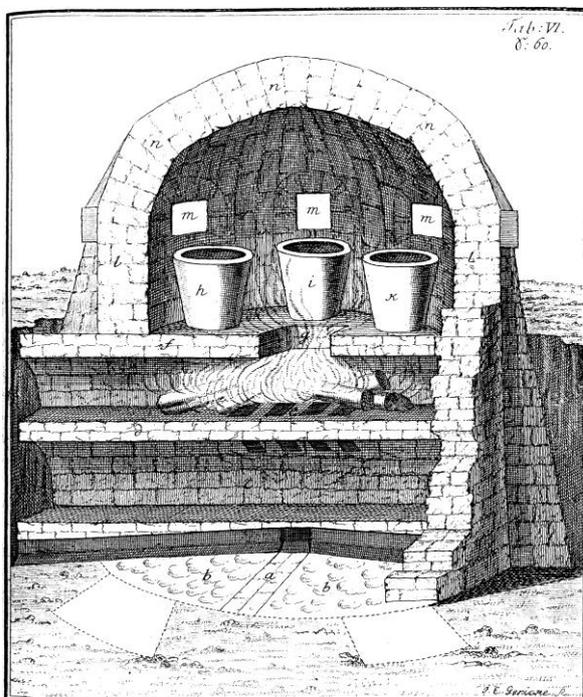


Fig. 8.14 - Sezione trasversale di fornace per la produzione dello smalto, dalla seconda parte della *Cadmiologia* di Johann Gottlob Lehmann (LEHMANN 1764, tav. VI).

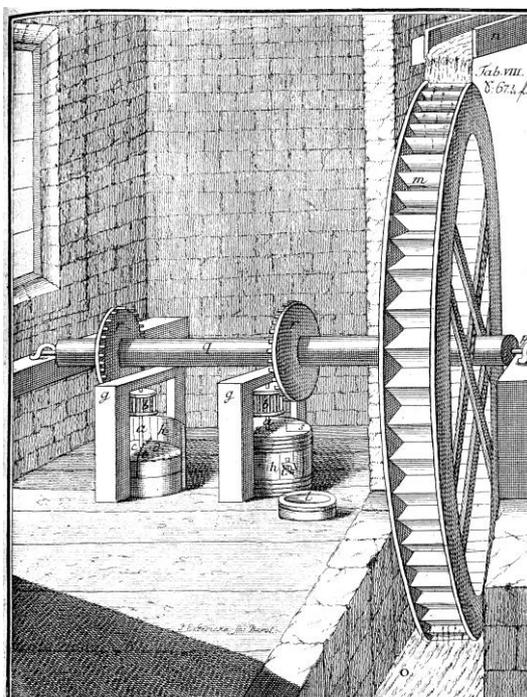


Fig. 8.15 - Mole per la macinazione a secco e umido di smalto, dalla seconda parte della *Cadmiologia* di Johann Gottlob Lehmann (LEHMANN 1764, tav. VIII).

8.4.1 Qualità e gradazioni di pigmento nel XVI e XVII secolo

Per una classificazione merceologica completa e definitiva dobbiamo attendere l'inizio del XVIII secolo, con le suddivisioni messe a punto nei centri di produzione olandesi, sassoni e boemi, nonostante alcune avvisaglie siano già avvertibili nei secoli precedenti.

Documenti relativi all'attività dei pittori presso la corte bavarese nella penultima decade del XVI secolo attestano l'approvvigionamento di *Wassersmalte* e *Ölsmalte* (quindi il pigmento era preparato diversamente per essere utilizzato nella pittura a olio o in quelle a tempera, guazzo e affresco), ciascuna almeno in tre qualità, a giudicare dalle differenze del prezzo riferito a una libbra di pigmento nei vari pagamenti effettuati⁸⁷. Si ricorda inoltre che il *Wasserfarb* era già menzionato nella proposta presentata da Christoph Schürer nel 1540 all'elettore di Sassonia⁸⁸. La distinzione tra *esmalte a olio* ed *esmalte a fresco* è anche operata in una serie di documenti del 1563-64 per l'acquisto di pigmenti per la decorazione della residenza del Pardo, vicino Madrid; negli stessi documenti troviamo contestualmente citate altre qualità in funzione della tonalità/intensità di colore (*brun, clair*) o del produttore⁸⁹. In un trattato tedesco sull'arte di dipingere il vetro datato al 1565 troviamo citato l'*oly bla*, del quale, peraltro, se ne indicano due tipi: uno grossolano e pesante ("grob und schwere") e l'altro sottile e leggero ("zart und licht")⁹⁰. La menzione di *Ölsmalte* (o di termini equivalenti) è relativamente frequente nei documenti redatti tra la fine del XVI e il XVII secolo⁹¹, mentre quella di *Wassersmalte* non è stata rintracciata in altri documenti oltre a quelli sopra menzionati, a meno di non identificarlo nello smalto dichiaratamente destinato all'affresco⁹².

Altre fonti cinquecentesche parlano di smalti e smaltini⁹³, alludendo a più colori, gradazioni e/o qualità di pigmento, senza però quantificarne il numero. Sembrerebbero infatti dovuti alla disponibilità di più qualità i quattro differenti prezzi per lo smalto riportati da Theodore Turquet de Mayerne (Ginevra 1573 - Chelsea 1655), medico successivamente di Enrico IV e Luigi XIII di Francia e di Giacomo I e Carlo I d'Inghilterra, in una lista di pigmenti trascritta alla c. 84r del ms. Sloane 2052 della British Library di Londra ("*Smalte* - la livre 6.8.12.15 selon la bonté")⁹⁴.

Un raro documento italiano che nel XVI secolo attesta l'esistenza di più qualità di smalto è l'inventario, redatto nel 1594, dei beni lasciati dal mercante di colori veneziano Jacopo de' Benedetti. In esso troviamo infatti qualità diversificate per colore (*chiaro, mezan, scuro*),

⁸⁷ HALLER 2005, p. 119.

⁸⁸ Cfr. paragrafo 8.2.2.

⁸⁹ BRUQUETAS 2008, p. 57.

⁹⁰ OIDTMANN 1907, p. 78.

⁹¹ Nel 1588 è documentata l'importazione di *oyll smalts* da Middelburg a Londra (KIRBY 2010a, p. 345). Un pagamento effettuato nel 1607 a un mercante di colori di Anversa menziona *olie smalt* (KIRBY 1999, p. 36). Nella tariffa dei prezzi delle farmacie a Liegnitz (Slesia) del 1614 e del 1662, ma non in quelle precedenti del 1568 e del 1583, sono citati *Fein Oelblaw* e *Gemein Oelblaw* (BURMESTER 2010, p. 317 e fig. 8 e p. 320). In un libro di spese per i materiali per le pitture realizzate per la corte danese nel periodo 1610-26 sono citati *Watterblaa*, *Olliesmalte* e *Ollieblaa* (HAACK CHRISTENSEN 2011, pp. 152, 154 e 155 e fig. 2 a p. 151 e fig. 5 a p. 154). In un pagamento effettuato a Roma nel 1633 è citato lo "smaltino di fiandra a olio" (LAVIN 1970, p. 193). Nel XVIII secolo, stando a quanto riportato nelle numerose edizioni del trattato *Der wohl anführende Mahler, Oel-blau* sembrerebbe ormai uno dei nomi associati allo smalto. CRÖKER 1764, p. 113.

⁹² Nel pagamento romano citato alla nota precedente è anche menzionato lo "smalto afresco scuro". LAVIN 1970, p. 193. In una relazione per l'acquisto di pigmenti a Venezia per i cantieri dell'Escorial datata al 29 maggio 1572 si citano "esma[ll]ti sotili buoni per il fresco". MANCINI 1996, p. 175.

⁹³ BORGIA 2005, pp. 158-159.

⁹⁴ DE MAYERNE 1966, p. 566.

origine (*smalto da muran* e *smaltin de fiandra*), granulometria (*smalto grosso*) o purezza (*smalto scuro sporco*)⁹⁵.

Molti sono i documenti in cui sono distinte le qualità di pigmento sulla base della granulometria mediante gli attributi *fine* e *grosso* nelle diverse lingue; a tale proposito si segnala la dizione *schonen smalt* (*bello/buono*) contrapposta a *slechten smalt* (lett. *cattivo*) in documenti redatti ad Anversa nel XVII secolo⁹⁶, una dizione analoga (*slegt blauwsel*) si ritrova anche in documenti olandesi della fine del XVIII secolo⁹⁷. Più raro è invece l'attributo *lavato*, specificato in un documento spagnolo del 1581 (*açul esmalte labado*)⁹⁸, anch'esso con un corrispettivo analogo (*blauwsel bleekgewassen*) in documenti olandesi della fine del XVIII secolo⁹⁹.

Alcuni inventari redatti ad Anversa nella prima metà del XVII secolo riportano denominazioni che ebbero grande fortuna a partire soprattutto dal secolo successivo e che furono adottate in tutte le manifatture e le piazze europee. Nell'inventario dei beni lasciati dal mercante di colori Arnout I Hoegaerts redatto il 16 marzo 1609, per la prima volta troviamo il termine *stroy blauw* (*Streublau*) accanto a *olie smalten* e *fyn* e *slecht asschen* (*Eschel fino* ed *Eschel non buono*)¹⁰⁰, mentre in quello di Jeremias Wildens (Anversa 1621 - 1653), figlio del pittore Jan Wildens (Anversa 1585 - 1653), redatto il 30 e 31 dicembre 1653 e il 1 e l'11 gennaio 1654, oltre a varie scatole e sacchetti contenenti [*schoon*] *Duytsche assens*, che non possiamo con certezza identificare con prodotti a base di cobalto in quanto alcune volte ne è specificato il colore verde (*groen*), è elencata un'importante provvista di trenta sacchi tutti contenenti fra tre e sette libbre di smalto¹⁰¹.

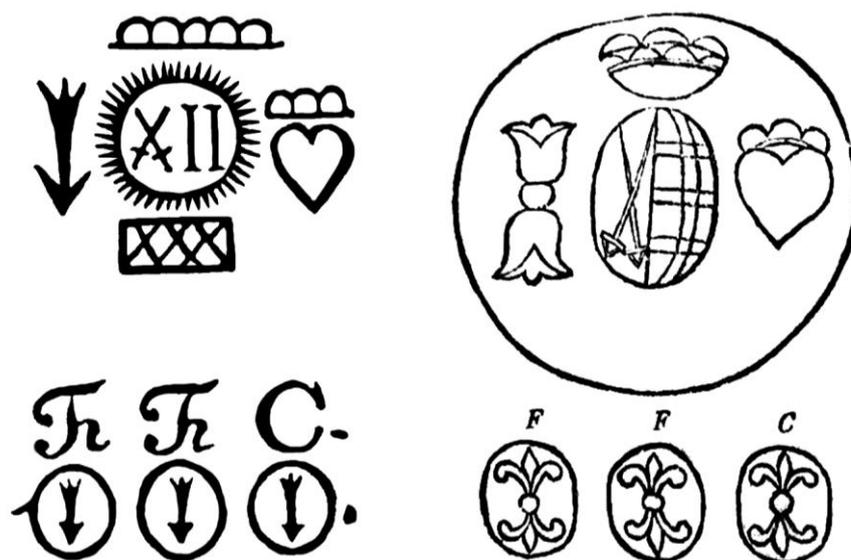


Fig. 8.16 - Marchi a fuoco apposti sulle botti in cui venivano commercializzati i prodotti delle *Blaufarbenwerke*; immagini rielaborate da HEINSIUS 1741, col. 578 (sinistra) e LUDOVICI 1752, col. 1810 (destra). In alto sono riportati i contrassegni delle provenienze per i prodotti sassoni, in basso quelli della qualità (nel caso specifico FFC) dei prodotti boemi. Le differenze sono più apparenti che sostanziali, come anche rimarcato dalla somiglianza dei testi che accompagnano queste immagini nelle fonti citate (ad esempio, in HEINSIUS 1741 i gigli sono stilizzati a tal punto da sembrare delle frecce rivolte verso il basso); in entrambe si riconosce al centro uno stemma con le spade incrociate dell'Elettore di Sassonia, dal 1720 utilizzato anche come marchio per le porcellane prodotte a Meissen.

⁹⁵ KRISCHEL 2002, pp. 131-133.

⁹⁶ FABRI 2010, p. 370.

⁹⁷ Cfr. paragrafo 11.7.

⁹⁸ VÉLIZ 2010, p. 393.

⁹⁹ Cfr. paragrafo 11.7.

¹⁰⁰ DUVERGER 1984, p. 203.

¹⁰¹ DUVERGER 1992, pp. 499 e 500.

Anche le fonti francesi della fine del XVII secolo citano differenti pigmenti azzurri, tra cui il *Bleu de cendre bleue*, il *Bleu d'émail*¹⁰² e l'*Azur en pierre ou smalte [d'Allemagne]* più o meno bello e di differenti qualità "suivant qu'il est fin & haut en couleur", dando comunque la preferenza agli smalti olandesi che forniscono un blu prossimo all'oltremare, per tale motivo indicati come *Outremer commun ou de Hollande*¹⁰³.

I prodotti erano spediti in botti da tre, due, uno o mezzo *Centner*, con sul fronte superiore il marchio a fuoco della fabbrica, una tavoletta fissata con quattro chiodi, che copriva un foro per effettuare saggi o verifiche, e le lettere della sigla relativa alla qualità contenuta marchiate anch'esse a fuoco (fig. 8.16).

8.4.2 Qualità e gradazioni di pigmento nel XVIII secolo

Bisogna aspettare l'inizio del XVIII secolo per trovare una classificazione merceologica vera e propria di smalto e zaffera, quando ormai l'intenso commercio che se ne faceva aveva reso imprescindibile stabilire e selezionare con accuratezza le qualità delle merci. È altamente probabile, stando almeno a una serie di indizi che prenderemo in esame più avanti, che la classificazione delle differenti qualità che si affermò definitivamente sia stata introdotta dagli olandesi. In seguito essa fu largamente applicata da tutte le *Blaufarbenwerke* e i mercanti-grossisti e perdurò almeno fino alla seconda metà del XIX secolo. Essa contemplava, come già indicato nel paragrafo 8.3.2, le seguenti classi di prodotti: *Eschel* (E), *Couleur/Farbe* (C), *Haute-Couleur/Hohe Farbe* (H) e *Saflor* (S). Queste classi erano a loro volta suddivisibili in più qualità: ordinaria/*ordinäre* (O), media/*mittel feine* (M), fine/*feine* (F) e finissima/*extra feine* (FF). Per *Eschel* e *Couleur* troviamo un'ulteriore qualità di maggior pregio *extrafine/extra feinste* (FFF), mentre in epoca moderna i *Couleurs/Farben* si arricchiscono di un'ulteriore qualità (FFFF), ancora più fine, designata *Azurblau* o *Königsblau*¹⁰⁴. Questa classificazione divenne un riferimento valido e applicato in tutti paesi, talvolta con piccole variazioni dovute all'ortografia con cui erano indicati i termini corrispondenti (ad esempio sostituendo K al posto di C o G al posto di C), ignorando spesso la qualità H (*Haute Couleur*) o con errori nell'indicazione di una sigla (lettere invertite o F al posto di E ecc.).

Il documento più antico da noi rintracciato che fa implicitamente riferimento a tale classificazione è il listino dei *Prix courant de marchandises* a Londra del 10 febbraio 1714 (fig. 8.17), dove sono indicate tre qualità di *Azur MC* (sigla corrispondente al tedesco *Mittel feine Couleur* e al francese *Couleur ou Azur moyen*). Il rapporto del 1716 destinato al reggente di Francia attesta che

Fig. 8.17 - *Prix courant de marchandises* a Londra del 10 febbraio 1714. È stato apposto un contrassegno rosso in corrispondenza della voce relativa all'*Azur MC*. Documento fotografato presso l'Economisch Historische Bibliotheek dell'Internationaal Instituut voor Sociale Geschiedenis di Amsterdam.

Drogueries a L' Once Poids de Marc a Terre.		Epiceries a la livre a terre.	
A Mbregris	12 a 28 s	B Ois de Girofle	8 s
Noir	point	Cannelle fine	7 s 6 d
Bezoar Oriental	70 s	Girofle	12 s
Occidental	3 s 6 d	Macis	21 s 6 d
Civetie d' Grande Bretagne	50 s	Muscades	11 s
Musc Tonquin en Vessie aboard	point	Ditto Seconde	point
Hors de vessie	20 s	Poivre noir Billipat, aboard	18 d
Agra en vessie	point	Jambyc	18 d
Hors de vessie	point	Mallabar	18 d
Semences de Perles Orien	point	Jamaique	9 d 2 a 3 s
2d & 3d	3 s 6 d a 5 s	Carites	8 d 2 s
Ordinaire	6 d	Sucre Royal	14 d 2 s
d' Grande Bretagne	12 d	2d	13 d
Drogueries a la livre a Terre.		Candy Blanc	15 s
A Roset Vif	5 s 6 d	Ditto Jaune	9 d 2 s
Borax Ranne	3 s 9 d	Epiceries au Centendus aboard.	
Baume duperou	24 s	A Mandes Longues	6 l
de Gallsad	20 s	Valence	3 l 15 s
Camphre Rafiné	6 s	Pharo	point
Cantharides	3 s 6 d	Barbarie	3 l 10 s
Coloquinte Grabelee	3 s	Amidon	40 s
Eponges enforte	3 s	Azur M C } a terre	7 d 2 s 8 d
Galbanum	21 d	ditto 2d & 3d }	6 a 7 d
Gomme Elemy	5 s 6 a 6 s	Cire d' Grande Bretagne	7 l 8 s
Jallap	6 s 6 d	Dantzig	7 l 6 s
Manne fine	4 s 5 s	Barbarie	point
2d & 3d	3 s		
Mastic Enforte	7 s 9 d		
Opium	4 s		
Oncopax	6 s		

¹⁰² D'AVILER 1693, p. 75.

¹⁰³ POMET 1694, p. 170.

¹⁰⁴ BINGER 1996, p. 36.

a Sainte-Marie-aux-Mines erano prodotte tre qualità di smalto, indicando le dosi degli ingredienti per ottenere le differenti gradazioni di colore: “On fait de l'azur de différentes façons et de différentes qualités, ainsy qu'on peut voir par les trois échantillons cy joints. Le plus beau, n° 21, se fait en mettant une livre de cobolt brûlé avec 6^{ll} de poudre de cailloux brûlés. Le second n° 22 se fait avec une livre de cobolt et 8^{ll} de poudre de cailloux. Et le 3^e d'une livre de cobolt et 10^{ll} de poudre de cailloux. Et suivant cette proportion arithmétique, on en peut faire de plusieurs degrés, mais l'on ne fait usage que des trois qualités cy dessus mentionnées”¹⁰⁵.

Sempre nel 1716 quattro qualità (FC, FFC, MC e OC) compaiono su un listino di prezzi dello smalto prodotto a Wittichen, che inviava la merce soprattutto in Olanda¹⁰⁶, così come troviamo citate nel 1722 le qualità FFC, FC, MC e “des sortes inferieures qui ne valent qu'autant qu'elles aprochent de cette derniere sorte” in *Le Négoce d'Amsterdam* di Jean-Pierre Ricard (Castres [Francia] 1674 - Amsterdam 1728)¹⁰⁷.

La precoce comparsa delle denominazioni delle varie qualità sulle piazze di Londra e Amsterdam e la stessa etimologia e forma lessicale incontrata nelle fonti fiamminghe come *stroy blauw* (*Streublau*), *olie smalten*, *couleur/keur* (*Couleur*), *as/esch/assen* (*Eschel*), *esch blauw*, *askleur* ecc. sembrano inoltre attestare per tali denominazioni un'origine fiammingo-neerlandese¹⁰⁸ piuttosto che tedesca, a riprova del fatto che prima i fiamminghi e poi gli olandesi ne hanno monopolizzato il commercio.

Nella *Historia cadmiae fossilis metallicae* (1744) Johann Albrecht Gessner, in quanto fisico e non mercante, si limita a descrivere due sole qualità ottenute dalla macinazione a umido (con acqua) della massa vetrosa: il *Couleur* e l'*Eschel*. A proposito dell'*Eschel* Gessner riferisce: “pulvis ita satis laevigatus, aquae magna quantitate diluitur atque agitur, ut subtilissima pars, ad colorem vergit cinereum, et Lomentun¹⁰⁹ (*Eschel*) vocatur auferri possit; qui labor toties reperitur usque dum omne lomentum vel pallida ac subtilior pars coloris eludata est, et solus pulvi vitreus caeruleus restat, qui per quietem ab aqua separatus, super assere extenditur atque in hypocausto siccatur”¹¹⁰.

A nostra conoscenza, i primi documenti affidabili che forniscono un elenco completo con le definizioni delle qualità di zaffera e smalto sassoni concentrati nei tre *Blaufarbenlager* (depositi di colore blu) sassoni di Lipsia, Schneeberg e Dresda¹¹¹ sono rappresentati dal *Grosses vollständige Universal-Lexikon*¹¹² di Johann Heinrich Zedler del 1733 e dalla *Allgemeine Schatz-Kammer der Kauffmannschaft oder vollständiges Lexikon aller Handlungen und Gewerbe*, pubblicata a Lipsia nel 1741 dall'editore Johann Samuel Heinsius (? 1686 - Lipsia 1750)¹¹³. Nell'*Allgemeine Schatz-Kammer der Kauffmannschaft* oltre alle qualità sassoni so-

¹⁰⁵ DEMEULENAERE 2008, pp. 143 e 144.

¹⁰⁶ MARKL 2005, tab. 27 a p. 206. Dal 1730 Wittichen produsse anche le qualità FFE, FE, ME, OE. Idem, p. 207.

¹⁰⁷ RICARD 1722, p. 67.

¹⁰⁸ Nel *Nieuw Nederduytsch en Fransch woordenboek* del linguista Jean Des Roches (l'Aja 1740 - Bruxelles 1787) *asch/assche* corrisponde a *cendre* e *koleur/kouleur* a *couleur*. DES ROCHES 1769, pp. 56 e 315.

¹⁰⁹ Il termine latino utilizzato da Gessner presuppone l'identificazione dello smalto nel blu egizio citato dalle fonti classiche, in quanto, come si deduce da un passo del XXXIII libro della *Naturalis historia* di Plinio, il *lomentum* era una varietà più fine e chiara di blu egizio (“ex caeruleo fit quod vocatur lomentum, perficitur id lavando terendoque”). PLINIO 1988, p. 98. Lo stesso passo di Plinio è preso in considerazione in LEHMANN 1761, p. 7.

¹¹⁰ GESSNER 1744, p. 30.

¹¹¹ Nel 1659 era stata creata una *Blaufarbenwerkskompagnie*, trasformata nel XIX secolo in *Blaufarbenwerk-Konsortium* (che funzionò fino al 1948) e che non deve essere confusa con la *Kobaltkammer* di Schneeberg (cfr. i paragrafi 8.5 e 8.5.1). La *Blaufarbenwerkskompagnie* con un deposito a Lipsia (chiamato *Farbenlager* o *Blaufarbenlager*) e uno a Schneeberg (più tardi anche a Dresda) che gestiva la vendita di zaffera e smalto. KAPFF 1792, p. 79; BRUCHMÜLLER 1897, p. 56.

¹¹² ZEDLER 1733a, col. 112.

¹¹³ HEINSIUS 1741, coll. 577-578.

no elencate quelle boeme, tra le quali, apparentemente, non compaiono le qualità H (*Hohe Couleur*), FFF (*extra feine*) e la zaffera. L'elenco delle qualità riportate in queste fonti è confermato nel 1743 nel *Mineral und Bergwercks-Lexicon* di Johann Caspar Zeisig, alias Minerophilus Freibergensis¹¹⁴ e nel 1752 nell'*Akademie der Kauffleute* di Carl Ludovici¹¹⁵, purtroppo meno dettagliate, ma con la significativa osservazione che la maggioranza della produzione della Boemia raggiungeva i mercati sassoni e olandesi. Per alcuni autori i prodotti boemi erano contrassegnati da una B in coda alla sigla; merci così indicate (FCB, MCB, FEB, MEB ecc.) erano reperibili anche sui mercati di Lipsia e Schneeberg¹¹⁶.

Quasi mezzo secolo dopo, invece, secondo lo stesso Carl Ludovici la lettera B nelle qualità FCB, MCB, FEB, MEB designava semplicemente un prodotto di minor pregio, indicato anche come *Beutelblau*, in quanto colorato con gli scarti della lavorazione dei minerali di cobalto (*Speise*), ricchi di solfuri e residui metallici di bismuto e nichel¹¹⁷.

Si ricorda infine che una medesima qualità poteva essere disponibile sia in pezzi sia macinata e setacciata. In quest'ultimo caso alla sigla identificativa della qualità era aggiunta una G (*gesiebet/ setacciato*); troviamo così indicate OEG e MEG, rispettivamente per *ordinärer Eschel gesiebet* e *mittel Eschel gesiebet*. La disponibilità di pigmento in pezzi (o forse in pani) oppure in polvere è già indicata nel 1693 da Pierre Pomet (Parigi 1658 - 1699) nell'*Histoire générale des drogues*, dove sono menzionati l'*Azur en pierre ou Smalte* e l'*Azur à poudrer sableux*¹¹⁸; essa è stata poi ripresa nel *Dictionnaire universel du commerce* di Savary (1723), dove si trovano l'AZUR EN PIERRE ("ou SMALTE, autrement faux Lapis, ou Lapis composé") e l'AZUR EN POUDRE ("ou A POUDRER, auquel en donne aussi le nom de Cendre d'Azur, ou d'Email, n'est autre chose que de l'Azur en pierre, ou Smalte pulvérisé")¹¹⁹.

Nei listini dei prezzi di Amsterdam del 1791 alcune qualità sono rubricate con più di un prezzo¹²⁰, con differenze maggiori del 10% rispetto alla qualità più costosa, ma ciò è probabilmente dovuto al fatto che questi listini tengono in considerazione la possibilità che le materie prime fossero importate da più fabbriche o centri di produzione.

Nella tabella 8.1 abbiamo scelto di riprodurre le classificazioni più significative tra quelle reperite. Fra gli autori e le fonti riportate cronologicamente in tabella quelli che ci appaiono come più affidabili e rappresentativi sono i già citati Johann Heinrich Zedler, Johann Samuel Heinsius e Johann Gottlob Lehmann¹²¹ nonché i *Beyträge zur Geschichte der Kobolts, Koboltbergbaues und der Blaufarbenwerke* (1792) di Johann Georg Friedrich Kapff, il quale ha preso in esame tutte le *Blaufarbenwerke* attive alla fine del XVIII secolo in Europa, per le quali riferisce le qualità ivi prodotte e i rispettivi prezzi. Alcune di queste sono riferite da altre fonti, in particolare dal *Bergmännisches Journal* pubblicato a Freiberg da Alexander Wilhelm Köhler (Freiberg 1756-1832)¹²² a cui abbiamo dato la preferenza nella tabulazione dei dati¹²³.

¹¹⁴ ZEISIG 1743, p. 111.

¹¹⁵ LUDOVICI 1752, col. 1810-1812. Ludovici aveva già tradotto nel 1741 il *Dictionnaire universel de commerce* di Savary des Bruslons (HEINSIUS 1741) e, prima ancora, diretto la pubblicazione dell'*Universal Lexikon* di Zedler (ZEDLER 1733).

¹¹⁶ KAPFF 1792, p. 81; KALENDER 1829, pp. 130-131.

¹¹⁷ LUDOVICI 1797, col. 1948. Precedentemente, nella traduzione tedesca di Ludovici del *Dictionnaire universel de commerce*, si era fatto riferimento solo al primato dei prodotti sassoni su quelli boemi, ma non alla derivazione di questi ultimi dallo *Speise*: "tutti i colori blu sassoni sono in genere più fini/migliori di quelli boemi" ("alle Sächsische blaue Farben ist durchgängig viel feiner als alle Böhmsische", HEINSIUS 1741, col. 578), frase comunque non presente nella versione originale del testo francese.

¹¹⁸ POMET 1694, p. 170.

¹¹⁹ SAVARY 1723, vol. I, col. 206; SAVARY 1726, vol. I, coll. 203-204; SAVARY 1742, vol. I, col. 246.

¹²⁰ Ciò è rilevabile per le qualità MC, FFC, ME e FFE. KÖHLER 1791, p. 83.

¹²¹ LEHMANN 1761, p. 70.

¹²² KÖHLER 1788, 1789, 1791.

¹²³ KAPFF 1792.

DENOMINAZIONE (TEDESCO / FRANCESE / ITALIANO)	Londra Prix Courant 1714	Wittichen 1716 MARKL 2005, p. 206	Amsterdam RICARD 1722, p. 67	Lipsia ZEDLER: 1733a, col. 111	Lipsia HEINSIUS 1741, col. 578	Sassonia LEHMANN 1761, p. 70	Parigi DIDEROT 1765, p. 493	Vienna KRÜNITZ 1788, p. 132/3
extra feinste Eschel / Eschel trois fois fin / Eschel tre volte fino				FFFE	FFFE	FFFE	FFFE	FFFE
extra feine Eschel / Eschel deux fois fin / Eschel due volte fino		4		FFE	FFE	FFE	FFE	FFE
feine Eschel / Eschel fin / Eschel fino		4		FE	FE	FE	FE	FE
mittel feine Eschel / Eschel moyen / Eschel medio		4		ME +	ME +	ME	ME	ME
ordinäre Eschel / Eschel ordinaire / Eschel comune		4		OE +	OE +	OE	OE	OE
ordinäre Eschel gerieben / Eschel ord. broyé / Eschel comune macinato						OEG		
schlecht Eschel [Sumpfeschel] / ? / Eschel di tinozza				GE	GE			
extra feinste Couleur / Couleur/Azur extra fin / Azzurro sopraffino				FFFC	FFFC	FFFC		FFFC
extra feine Couleur / Couleur ou Azur très fin / Azzurro molto fino		FFC	FFC	FFC	FFC	FFC	FFC	FFC
feine/gute Couleur / Couleur ou Azur fin / Azzurro fino		FC	FC		FC	FC	FC	FC
mittel feine Couleur / Couleur ou Azur moyen / Azzurro medio	MC ³	MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC
ordinäre feine Couleur / Couleur/Azur ordinaire / Azzurro comune		OC		OC	OC	OC	OC	OC
feine schlechte Couleur / ? / ?				GMC	GMC			
feinste Haute-Couleur / Outremer extra fin / Oltremare sopraffino						FFH		
fein Haute-Couleur / Outremer fin / Oltremare fino					FH	FH		
mittel Haute-Couleur / Outremer moyen / Oltremare meno fino				MH	MH	MH		
ordinäre Haute-Couleur / Outremer commun / Oltremare comune					OH	OH	OH	
extra feine Safflor, Zaffer / Safre extra fin / Zaffera sopraffina				FFS	FFS	FFS		
feinen Safflor / Sable ou Safre fin / Zaffera fina					FS	FS		
mittel Safflor / Sable ou Safre moyen / Zaffera meno fina				MS	MS	MS		
ordinären Safflor / Sable ou Safre commun / Zaffera comune				OS	OS	OS		
Streublau ¹ / - / vetro blu macinato						1		
qualità contrassegnate da una B (Beutelblau o ordinär Blau)				OB	OB			
<p>¹ <i>Streublau</i> o <i>böhmischer Blauer Sand</i> (azzurro macinato o grossolano). ² In 2 qualità differenti. ³ In 3 qualità differenti. ⁴ Wittichen dal 1730 offre anche FFE, FE, ME, OE. (MARKL 2005, p. 207). ⁵ In 5 qualità differenti. + "In Stücken oder fein/gesiebt" (grossolano o fino/setacciato). Alcuni autori tedeschi al posto di <i>Couleur</i> utilizzano <i>Farben</i>; in alcune fonti in italiano si trova <i>Colore</i> al posto di <i>Azzurro</i>.</p>								

Tab. 8.1a - Classificazione delle varie qualità di smalto prodotte o vendute nei centri nel XVIII secolo.

DENOMINAZIONE (TEDESCO / FRANCESE / ITALIANO)	Hasserode/Magdeburg KAPFF 1792, p. 66	Amsterdam KÖHLER 1791, p. 83	Schneberg/Lipsia KÖHLER 1789, p. 815	Glücksbrunn KAPFF 1792, p. 84	Querbach HILDT 1803, p. 62	Boemia HILDT 1803, p. 62	Pottenstein HILDT 1803, p. 62	Breginòs e Copenaghen NORRMANN 1805, p. 186
extra feinste Eschel / Eschel trois fois fin / Eschel tre volte fino	FFFE	FFFE	FFFE				FFFE	
extra feine Eschel / Eschel deux fois fin / Eschel due volte fino	FFE	FFE ²	FFE	FFE			FFE	
feine Eschel / Eschel fin / Eschel fino	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE
mittel feine Eschel / Eschel moyen / Eschel medio	ME +	ME ²	ME +	ME	ME	ME	ME	ME
ordinäre Eschel / Eschel ordinaire / Eschel comune	OE		OE +		OE +	OE	OE	OE
ordinäre Eschel gerieben / Eschel ord. broyé / Eschel comune macinato	OEG					OEG		
schlecht Eschel [Sumpfeschel] / ? / Eschel di tinozza								
extra feinste Couleur / Couleur/Azur extra fin / Azzurro sopraffino	FFFC		FFFC			FFFC	FFFC	FFFC
extra feine Couleur / Couleur ou Azur très fin / Azzurro molto fino	FFC	FFC ²	FFC			FFC	FFC	FFC
feine/gute Couleur / Couleur ou Azur fin / Azzurro fino	FC	FC ²	FC	FC	FC	FC	FC	FC
mittel feine Couleur / Couleur ou Azur moyen / Azzurro medio	MC	MC ³	MC	MC	MC	MC	MC	MC
ordinäre feine Couleur / Couleur/Azur ordinaire / Azzurro comune	OC		OC		OC	OC		OC
feine schlechte Couleur / ? / ?								
feinste Haute-Couleur / Outremer extra fin / Oltremare sopraffino		FFH ²	FFH					
fein Haute-Couleur / Outremer fin / Oltremare fino		FH ²	FH	FH				
mittel Haute-Couleur / Outremer moyen / Oltremare meno fino		MH ³	MH					
ordinäre Haute-Couleur / Outremer commun / Oltremare comune			OH					
extra feine Safflor, Zaffer / Safre extra fin / Zaffera sopraffina			FFS					
feinen Safflor / Sable ou Safre fin / Zaffera fina			FS					
mittel Safflor / Sable ou Safre moyen / Zaffera meno fina			MS					
ordinären Safflor / Sable ou Safre commun / Zaffera comune			OS					
Streublau ¹ / - / vetro blu macinato								
qualität contrassegnate da una B (Beutelblau o ordinär Blau)			B ⁵	BC ⁵				
<p>¹ <i>Streublau</i> o <i>böhmischer Blauer Sand</i> (azzurro macinato o grossolano). ² In 2 qualità differenti. ³ In 3 qualità differenti. ⁴ Wittichen dal 1730 offre anche FFE, FE, ME, OE. (MARKL 2005, p. 207). ⁵ In 5 qualità differenti. + "In Stücken oder fein/gesiebt" (grossolano o fino/setacciato). Alcuni autori tedeschi al posto di <i>Couleur</i> utilizzano <i>Farben</i>; in alcune fonti in italiano si trova <i>Colore</i> al posto di <i>Azzurro</i>.</p>								

Tab. 8.1b - Classificazione delle varie qualità di smalto prodotte o vendute nei centri nel XVIII secolo.

Tra le prime citazioni di qualità dell'inizio del XVIII secolo figurano naturalmente quelle sassoni delle piazze di Lipsia e Schneeberg. A titolo di confronto abbiamo elencato le produzioni, meno importanti e più tarde, delle *Blaufarbenwerke* di Hasserode, Glücksbrunn, Querbach, Pottenstein e Bregnös, che non offrono la *Haute Couleur* e il *Safflor*, come pure la ditta Steiner & Schlosser di Vienna. Si può inoltre constatare che nel 1803 la Boemia, come già anteriormente, non produceva la qualità *Haute Couleur* e non offriva il *Safflor*.

L'elenco delle qualità sassoni stampato nel 1746 a Berlino nel *Bericht* sulle *Blau-Farben-Wercke* di Carl Friedrich Zimmermann¹²⁴ è stato tradotto e pubblicato due volte in francese da Paul Heinrich Thiry, barone d'Holbach; prima nel *Mémoire sur la manière dont le Saffre ou la Couleur Bleue tirée du Cobalt se fait en Saxe* (1752)¹²⁵, in appendice all'edizione francese dell'*Ars vitraria experimentalis* di Johann Kunckel, e poi sotto la voce *SAFRE, SAFFRE, ZAFFRE ou SMALTE* nell'*Encyclopédie* di Diderot e d'Alembert (1765)¹²⁶. Di poco successive sono la *Chimie expérimentale et raisonnée* (1773)¹²⁷ di Antoine Baumé (Senlis 1728 - Parigi 1804), che riprende alla lettera Lehmann, e la *Description des gîtes de minerais, des forges et des salines des Pyrénées* (1786)¹²⁸ di Philippe-Frédéric de Dietrich. Quest'autore, parlando della fabbrica effimera di Saint-Mamet con cui il conte di Beust intendeva non soltanto fare concorrenza ai prodotti olandesi, ma superarli e rifornire l'intera Francia¹²⁹, riprende la stessa classificazione per le qualità E ("Esmalte, en allemand Eschel, ou Smalte") e C (*couleur*), completata da una qualità S (*sable*), probabilmente corrispondente alla qualità HC delle fonti tedesche¹³⁰; a ogni categoria corrispondono poi sette tipologie: *ordinaire* (O), *moyenne* (M) e *fine* (F), quest'ultima articolata a sua volta in cinque gradi.

Di particolare interesse sono le indicazioni fornite da Dietrich in merito alla destinazione d'uso di ciascuna categoria di pigmento prodotto a Saint-Mamet, sulle quali ci attarderemo in dettaglio nel capitolo 10:

Les azurs marqués d'un E, ou les smaltes, s'emploient sur-tout à donner l'apprêt aux toiles, batistes, linons, mousselines & fils. La consommation des smaltes est surprenante dans les manufactures de cette classe, auxquelles ils sont indispensablement nécessaires; la Flandre, la Hollande, l'Angleterre, l'Allemagne, nommément la Silésie & la Lusace¹³¹, en emploient une très-grande quantité.

Les azurs marqués d'un C, ou couleurs, se mêlent à l'amidon & l'empois pour l'apprêt du linge après qu'il a été blanchi. Il est facile de concevoir combien cet usage en consomme.

On s'en sert encore dans la peinture des fayances, porcelaines ordinaires & autres poteries fines. Dans les verreries, pour corriger la couleur du verre, & pour fabriquer des verres colorés en bleu, & dans la peinture à fresque: tous les droguistes en débitent considérablement pour ces divers usages.

Les Hollandois exportent une grande quantité de smalte & de couleurs aux grandes Indes & en Chine. Les azurs marqués d'une S, ou les sables, servent aux confiseurs & aux offi-

¹²⁴ ZIMMERMANN 1746, p. 266.

¹²⁵ ZIMMERMANN 1752, p. 600.

¹²⁶ DIDEROT 1765, pp. 490-493, in particolare p. 493.

¹²⁷ BAUMÉ 1773.

¹²⁸ DIETRICH 1786, pp. 295-304.

¹²⁹ Poco oltre Dietrich stima la richiesta annua francese di tali materiali: "On évalue la consommation de smaltes, couleurs, sables & saffres, en France, au plus à 4000 quintaux qui se vendent depuis 72 liv. jusqu'à 600 livres le cent". DIETRICH 1786, p. 301.

¹³⁰ DIETRICH 1786, p. 299, ripreso integralmente e tradotto da Kapff (KAPFF 1792, pp. 100-104), con l'aggiunta di ulteriori considerazioni in NORRMANN 1805, p. 179.

¹³¹ La Lusazia (in tedesco *Lausitz*, in lingua lusaziana *Łużyca*, in polacco *Łużyce*, in ceco *Lužice*) è la regione compresa tra i fiumi Bóbr (un affluente dell'Oder), Kwisla ed Elbe in Sassonia; attualmente è divisa tra il Brandeburgo (Germania), il voivodato di Slesia (sudovest della Polonia) e il nord della Repubblica Ceca.

ciers pour sabler les plateaux: on les emploie beaucoup en Allemagne pour poudrer les écritures¹³².

La Sassonia ebbe il monopolio assoluto della zaffera, prodotto che non abbiamo trovato - almeno nel XVIII secolo - in vendita sulle altre piazze europee. Bisogna comunque accennare al fatto che il *Safflor* (zaffera) offerto sul mercato non è solo il prodotto ottenuto dalla semplice calcinazione dei minerali di cobalto senza ulteriori aggiunte, bensì designa anche un semilavorato in cui il minerale di cobalto calcinato era addizionato di sabbia o polvere di ciottoli quarzosi¹³³, come pure testimoniato da Johann Gottlob Lehmann, che ne indica allo stesso tempo le dosi (tre parti di quarzo e una di minerale calcinato)¹³⁴. Una conferma di questa pratica, nei testi antichi, la troviamo in un saggio inviato nel 1726 alla Royal Society di Londra dall'apotecario di Lipsia Johann Heinrich Link¹³⁵.

Sebbene alcuni autori moderni tendano ad associare le differenti qualità alla granulometria del pigmento¹³⁶, ciò non sembra confermato dalla lettura delle fonti. Pertanto, la classificazione concerneva essenzialmente i tenori di cobalto presenti nel prodotto. La stessa suddivisione è stata in seguito applicata anche ai minerali (OK, MK, FK, FFK, FFFK e FFFFFK, ove K sta per *Kobalt*) e al vetro azzurro (OG, MG, FG, FFG, FFFG e FFFFFG, ove G sta per *Glas*)¹³⁷.

Più tardi, a partire dalla metà del XIX secolo, per il *Couleur* è attestata l'esistenza di qualità inferiori all'ordinaria (O), designate aggiungendo un numero a esponente alla O, a indicare la diluizione del cobalto; in questa maniera il contenuto di cobalto di OC² è la metà rispetto a quello di OC, mentre quello di OC⁴ è di un quarto. Sempre a partire dalla metà del XIX secolo, le ditte produttrici fornivano anche campioni di riferimento con cui testare e confrontare le varie qualità; oltre al colore (che doveva essere verificato sui campioni essiccati, perché la sua saturazione variava col contenuto di umidità) i test comprendevano la dissoluzione di quantitativi noti di prodotto nell'acqua (per verificare i tempi di decantazione, la presenza di corpi estranei e separare frazioni differenti) e l'attacco con acido cloridrico diluito (per individuare la presenza di eventuali prodotti aggiunti per tagliare il pigmento, dissolti dall'acido)¹³⁸.

8.5 Le prime officine per la produzione dello smalto

Per indicare i siti (officine, laboratori, fabbriche) in cui si produceva lo smalto utilizzeremo il termine tedesco *Blaufarbenwerk* (pl. *Blaufarbenwerke*) perché è quello pressoché sistematicamente adottato dalle fonti sull'argomento e dalla successiva letteratura specializzata. A questo sono correlati i termini tedeschi *Farbmühlen* (mulini per colori), *Blaufarbenmanufaktur* (manifattura per il colore blu), *Schmaltefabrik* (fabbrica di smalto), *Kobaltwerk* (stabilimento/officina per il cobalto), i francesi *manufacture de saffre* (manifattura di zaffera), *fabrique d'azur* (fabbrica d'azzurro), *fabrique d'oxyde de cobalt* (fabbrica di ossido di cobalto), l'olandese *blauwsemlolen* (mulino per lo smalto), il norvegese *Blaafarveverk* ecc.

¹³² DIETRICH 1786, pp. 299-300.

¹³³ KUNCKEL 1679, pp. 266-267.

¹³⁴ LEHMANN 1761, p. 70.

¹³⁵ "Venditur & cobaltum tantum tostum, & cum duabus vel tribus partibus silicum vel quarzi commixtum, sub titulo *Zaflor*, item *Zaffera*, pro figulis. Ubi hoc meretur commemorari, quod pulvis hicce in vasis, quibus devehitur, tam compactum fiat, & quasi concreseat, ut duri lapidis instar, malleo opus habeat ad comminuendum". LINK 1728, p. 203. Stando a quanto sperimentato e riportato da Jean Hartwig, la *zaffera extra fine* era costituita dal solo minerale di cobalto arrostito, la *zaffera fine* dalla miscelazione di pari quantità di minerali di cobalto arrostiti e di sabbia/quarzo, la *zaffera moyenne* da una parte di minerali di cobalto arrostiti e due parti di sabbia/quarzo, la *zaffera ordinaire* da una parte di minerali di cobalto arrostiti e tre parti di sabbia/quarzo. HARTWIG 2001, pp. 41 e 43.

¹³⁶ Ibidem.

¹³⁷ PÉCLET 1829, pp. 186 e 195.

¹³⁸ TSCHERNITZ 1857, pp. 190-191.

In Europa i primi a produrre l'azzurro di smalto a fini commerciali, sebbene non in maniera industriale, furono molto probabilmente i veneziani, seguiti dai fiamminghi, come abbiamo visto nei primi paragrafi di questo capitolo. Non si ha comunque notizia di officine vetrarie muranesi esclusivamente dedicate alla manifattura del pigmento, quindi è presumibile che esso fosse uno dei tanti prodotti realizzati all'interno di una bottega vetraria, secondo le necessità contingenti.

È altamente probabile che all'inizio le botteghe veneziane utilizzassero in massima parte come colorante il minerale di cobalto recuperato di nascosto dai *Venezianern* negli accumuli di scorie (*Halden*) presso i siti di lavorazione dell'argento a nord delle Alpi e importato segretamente.

Quest'ultima forma di rifornimento fu anche adoperata dai Fiamminghi, come vedremo nel paragrafo 11.5. Nel corso del XVI secolo assunse comunque grande rilievo l'uso e la produzione del pigmento nell'Europa del nord, in particolare nelle Fiandre e nei Paesi Bassi di oggi. Le fonti sono più circostanziate nel riferire a partire dal secolo successivo l'impianto nei Paesi Bassi del nord, allora Province Unite (corrispondenti all'attuale Olanda), di numerosi mulini per colori (*verfmolen*) e in particolare per lo smalto (*blauwsemlolen*). Come afferma Johann Friedrich Klotzsch, dopo i presunti esperimenti di Schürer, poco prima dell'avvento (1611) dell'elettore di Sassonia Johann Georg I, c'erano già otto *Farbmühlen* (mulini per i colori) in Olanda, mentre in Sassonia ci si accontentava di produrre ed esportare in botti i minerali di cobalto arrostiti ("Cobalten ... geröstet in Fässlein")¹³⁹.

Stando a quanto afferma nel 1549 Valentin Boltz von Rufach (? - Basilea 1560), a quell'epoca in Germania non si produceva ancora lo smalto¹⁴⁰; ciononostante, Otfried Wagenbreth, senza fornire riferimenti, ritiene che il primo *Kobaltglas* sia stato prodotto intorno al 1500 nella *Glashütte* di Heidelberg, vicino Seiffen¹⁴¹. Sappiamo da Albert Schröder che questa *Glashütte* era proprietà dei Preussler, antenati di Sebastian Preussler¹⁴². Alcune fonti tedesche della prima metà del XVIII secolo riferiscono che il vetro colorato in azzurro col cobalto (*blaues Kobaltglas*) è stato fatto per la prima volta nel 1571 da Sebastian Preussler nelle fornaci vetrarie (*Glashütten*) che aveva a Jugel (o Oberjugel o Unterjugel o Jugel-Breitenbach [dalla vicina Breitenbach/Potůčky], secondo differenti autori) situata fra Platten/Horní Blatná ed Eibenstock nell'Erzgebirge sassone, o più precisamente nella valle sotto Johanngeorgenstadt¹⁴³. Queste fonti non forniscono tuttavia ulteriori dettagli e non menzionano Schürer o Weidenhammer¹⁴⁴.

Come sopra riportato, per quasi un secolo l'Erzgebirge sassone si limitò a vendere ed esportare il minerale di cobalto arrostito, sotto la denominazione di *Saffflor*. Vista l'importanza crescente del cobalto e per controllarne l'esportazione verso la Boemia e l'Olanda l'elettore di Sassonia August I von Wettin introdusse un sistema di appalti *con privilegio*, come accennato nel paragrafo 5.2.2. Furono due consiglieri dell'elettore, Hans Harrer e Hans Jenitz, ad avvantaggiarsi nel 1575 del privilegio esclusivo di smerciare *Wismuthgraupen* e *Safflorfarbe*, nonché installare un *Lasurwerk*, conformemente al loro suggerimento; tutto questo per impedire

¹³⁹ KLOTZSCH 1770, p. 365.

¹⁴⁰ "Smalto. È un nobile azzurro costoso. Non si deve macinare, perché è già molto sottile e può essere temperato in tutti i modi. Si utilizza per tenui e pallide campiture azzurre. Si trova molto raramente nelle alte terre tedesche (Germania meridionale)" ("Schmeltze. Diss ist ein edel kostlich plouw. Dass darff man nit ryben, dann es ist so zart, das es alle temperatur annimpt. Das brucht man uff liechte pleiche plouw färblin. Es wirdt gar selten in hoch tüttschen landen gfunden"). BOLTZ VON RUFACH 1913, p. 77.

¹⁴¹ WAGENBRETH 1990, pp. 127 e 341.

¹⁴² SCHRÖDER 1943, p. 152.

¹⁴³ BRÜCKMANN 1727, vol. I, p. 174; GESSNER 1744, p. 29; LEHMANN 1761, p. 14; BERGMAN 1787, p. 113. Per una trattazione ampia su Preussler e la sua famiglia a Jugel cfr. SCHRÖDER 1943, pp. 168-171. Come già citato alla fine del paragrafo 8.2.2, Olga Drahotová sottolinea l'esistenza nel XIV secolo di vetri boemi colorati col cobalto. DRAHOTOVÁ 1980, p. 219).

¹⁴⁴ Sappiamo invece che nel 1617 membri di questa famiglia si sono trasferiti nella Bassa Slesia per creare una *Glashütte* a Szklarska Poreba/Schreiberau. WECZERKA 1977, p. 488.

che gli stranieri, in particolare quelli di Norimberga (che avevano contatti commerciali con l'Italia) e di Venezia, venissero a Schneeberg per rifornirsi. Né questa situazione privilegiata, né gli *hollandischen Safflor-Contracten* (contratti per la vendita regolata di zaffera agli olandesi)¹⁴⁵, né la creazione di un deposito (*Lasurhof*)¹⁴⁶ a Dresda sortirono gli effetti e i guadagni sperati. Christian II (Dresda 1583 - 1611) istituì nel 1610 una "camera del cobalto" (*Kobaltkammer*) a Schneeberg e stipulò il primo contratto (*Kobaltkontrakt*) con Heinrich Greifenger von Kühlenburg di Geldern per l'esportazione verso i Paesi Bassi¹⁴⁷, in aggiunta alla tassa introdotta nel 1603 sull'esportazione del prodotto. Questo stato durò fino al 1640 circa, quando nei dintorni di Schneeberg furono edificate le prime vere fabbriche di smalto, come vedremo nel paragrafo seguente. Sugli aspetti legati al commercio dei minerali di cobalto sassone si tornerà nel paragrafo 11.6.

8.5.1 Le Blaufarbenwerke nell'Erzgebirge sassone

La vendita dei minerali di cobalto da Schneeberg è attestata dalla metà del XVI secolo con documenti concernenti Norimberga (1546 e 1561) e Venezia (1561)¹⁴⁸, ma i contatti e i legami economici di Norimberga con Schlema e Neustädtel devono essere stati importanti già prima della metà del XV secolo, al punto da far ipotizzare una partecipazione economica alle attività minerarie relative al rame e al bismuto condotte in tali zone¹⁴⁹. Secondo Wilhelm Bruchmüller, la prima officina documentata per il colore azzurro (*Lasurfarbe*) fatto con la zaffera (*Safflor*) è stata quella di Christoph Stahl, amministratore delle fornaci/miniere dell'Elettorato di Sassonia (*kurfürstlich sächsische Hüttenverwalter*) e giudice. Inoltre, secondo Albert Schröder, Christoph Stahl dal 1557 sarebbe stato anche *Wismuthzehntner* (amministratore che riscuoteva le decime concernenti l'estrazione del bismuto) dei von der Planitz di Neustädtel, in qualche modo successore ed *erede* di Peter Weidenhammer¹⁵⁰. L'officina, eretta nel 1568 presso il villaggio di Mühlberg¹⁵¹, a ovest di Schneeberg, comprendeva un mulino per il minerale grezzo (*Pochwerk*), una fornace (*Schmelzofen*) e un mulino per macinare lo smalto e/o il minerale arrostito (*Farbmühle*). Tutto il complesso, insieme a grandi scorte di colore, fu travolto da un'alluvione nel 1573 e Stahl ne morì un anno dopo¹⁵²; secondo altri autori, invece, dopo l'inondazione Stahl riprese a Neustädtel la produzione del vetro azzurro tra la fine di luglio e agosto 1573 ma morì poco dopo nel 1574¹⁵³. L'esperienza pionieristica di Stahl non produsse frutti immediati; bisogna infatti aspettare quasi ottant'anni, malgrado le risoluzioni prese dagli elettori August e Christian II citate nel

¹⁴⁵ LEHMANN 1761, p. 14.

¹⁴⁶ È interessante rilevare che in questo periodo si parla di *Lasurfarbe*, *Lasurhof*, *Lasurwerk*, tutti termini derivati da *Lasur*, con cui generalmente si indicava il lapislazzuli, ma che in questo caso ha un'accezione più estesa, intendendo il colore azzurro.

¹⁴⁷ MELTZER 1716, p. 1325; BRUCHMÜLLER 1897, p. 5 et segg. Geldern nel 1610 faceva parte dell'Unione di Utrecht poi, dal 1658, delle Province Unite.

¹⁴⁸ WAGENBRETH 1990, p. 341.

¹⁴⁹ KRAMARCZYK 2005, p. 121.

¹⁵⁰ SCHRÖDER 1943, p. 172.

¹⁵¹ Facendo riferimento alla bottega pittorica più importante e attiva della Sassonia, quella dei Cranach che operava per la corte sassone, è stato sottolineato che lo smalto è raro nelle opere realizzate quando a dirigerla era Lucas il Vecchio (Kronach 1472 - Weimar 1553), unica opera sinora segnalata è la tela con *Cristo e la donna di Samaria* (1552 circa) nel Festung Rosenberg di Kronach, mentre è impiegato con frequenza dopo che la conduzione della bottega è passata al figlio, Lucas il Giovane (Wittenberg 1515 - Weimar 1586), in particolare su opere realizzate a partire dalla metà del settimo decennio del XVI secolo (HEYDENREICH 2007, pp. 157-158). Tutto ciò ben si accorda con l'inizio documentato della produzione di smalto a Schneeberg e il lieve anticipo rispetto alla creazione dell'officina di Stahl sul territorio sottoposto all'elettore di Sassonia potrebbe attestare un leggero anticipo rispetto alle date trasmesse o un breve periodo di *preludio* non documentato.

¹⁵² BRUCHMÜLLER 1897, pp. 4-5.

¹⁵³ SCHRÖDER 1943, p. 172.

paragrafo precedente, per incontrare un nuovo tentativo per impiantare delle *Blaufarbenwerke*. Nei primi decenni del XVII secolo, pertanto, la Sassonia non riuscì a creare delle *Blaufarbenwerke*, limitandosi così a fornire il mercato europeo di bismuto e zaffera (*Safflor*) e lasciando produrre lo smalto a boemi, fiamminghi e olandesi.

Alla fine del XVI secolo Petrus Albinus riferisce della produzione dello smalto dalle scorie di bismuto come di un'attività non più in esercizio: "In passato presso Schneeberg si faceva un bel *Lasur* di colore scuro (lett. alto) e chiaro (lett. basso), dalla zaffera (*Saffranfarbe*), come la chiamiamo, ma prima [questa] veniva preparata dalla scorie del bismuto (*Wismuthgraupen*), che venivano fuse con tante aggiunte"¹⁵⁴.

Dal 1603 l'elettore Christian II, carente di denaro a causa del modo di vivere dispendioso, s'interessò personalmente alla commercializzazione del cobalto instaurando, come vedremo nel paragrafo 11.6, un regime di monopolio e distribuendo privilegi per tutto l'Erzgebirge. Queste misure, oltre a centralizzare il prodotto in una *Kobaltkammer* a Schneeberg, ebbero come unica conseguenza un *surplus* produttivo, così nel primo trimestre del 1609 mercanti olandesi poterono comprare 4000 *Zentnern* di *Safflor* destinati non soltanto all'Olanda, ma anche all'Inghilterra e alla Spagna¹⁵⁵.

Il cobalto di Schneeberg era reputato il migliore; Otfried Wagenbreth ed Eberhard Wächtler forniscono una tabella della produzione di smalto a Schneeberg dal 1610 al 1900 (tab. 8.3), dove è evidente la crisi dal terzo al quinto decennio del XVII secolo, in concomitanza con la Guerra dei Trent'Anni (1618-48)¹⁵⁶. Esso fu apprezzato non soltanto dagli olandesi e ci furono tentativi di esportazione clandestina in Boemia, dove il minerale era, secondo molti autori, meno buono.

Nel 1635 a Niederpfannenstiel, vicino Aue, la prima vera fabbrica di smalto di Sassonia fu creata da Veit Hans Schnorr il Vecchio (Wiesenburg 1614 - Vienna 1664), con l'aiuto del frisone Paul Nordhof(f) (che aveva già prodotto *Kobaltfarbe* in Olanda e fatto esperimenti con l'apotecario Lorenz Berghau/Bergkau)¹⁵⁷, mentre nel 1640 fu sottoposta all'elettore di Sassonia la richiesta di un permesso per edificare altre due *Blaufarbenwerke*. In questa sede è preferibile non addentrarsi nei dettagli concernenti le vicissitudini e gli intrighi che precedettero l'edificazione e accompagnarono l'avvio di queste *Blaufarbenwerke*, ampiamente documentati dalla letteratura locale¹⁵⁸.

Nel 1640 fu anche avviata la *Blaufarbenwerk* di Christoph Löbel nella *Glashütte* di Jugel vicino Johanngeorgenstadt (fig. 8.18), costruita nel 1571 da Sebastian Preussler¹⁵⁹, dove nel 1611 erano stati già fatti tentativi di produzione. Nel 1644 seguirono quella di Johannes Burkhardt a Oberschlema (fig. 8.20)¹⁶⁰, quella di Sebastian Oehme a Sehma, vicino Annaberg, nel 1649 quella di Erasmus Schindler (Schneeberg 1608 - 1673) ad Albernau (fig. 8.19) e quella di Zschopenthal (figg. 8.8 e 8.9) nel 1684, trasferita da Sehma per mancanza di legname. In seguito, la fabbrica di Zschopenthal divenne proprietà della famiglia Richter, che dal 1701 gestì anche il *Blaufarbenlager* di Lipsia.

¹⁵⁴ "Auff in Schneberg ist ein zeitlang schöne Lasur hoch und nidriger Farben, aus der Saffranfarbe, wie man sie nennet, so zuvorn aus Wismuthgraupen *præparirt*, mit etlichen zusetzen geschmeltzet worden". ALBINUS 1590, p. 186.

¹⁵⁵ BRUCHMÜLLER 1897, pp. 15-38. Wilhelm Bruchmüller, che ha avuto accesso a materiale di archivio conservato a Dresda, fornisce molti dettagli riguardo all'estrazione del cobalto in questo periodo a Schneeberg.

¹⁵⁶ MELTZER 1716, p. 994 et segg., in particolare p. 995; WAGENBRETH 1990, p. 345.

¹⁵⁷ Su Ernst (e non Paul) Nordhof(f) e Lorenz Bergkau, cfr. nota 189.

¹⁵⁸ WAGENBRETH 1990, p. 341 et segg.; BRUCHMÜLLER 1897.

¹⁵⁹ Löbel aveva sposato la nipote di Sebastian Preussler.

¹⁶⁰ Anteriormente a questa data Burkhardt faceva fare il colore [blu] a Platten/Horní Blatná. MELTZER 1716, p. 153; LEONHARDI 1804, p. 268.

Blaufarbenwerke	attività	riferimenti
Alberнау (adesso Bockau) [vicino Schneeberg]	1649 creata da Erasmus Schindler (<i>Schindlerswerk</i>)	SCHIFFNER 1960, p. 91; WAGENBRETH 1990, p. 342
Annaberg, Sehma	1644 creata da Sebastian Oehme e trasferita nel 1683/84 a Zschopenthal	WAGENBRETH 1990, p. 342; SCHIFFNER 1960, p. 229
Jugel (o Unterjugel), vicino Johanngeorgenstadt	1571 vetro blu nella <i>Glashütte</i> di Sebastian Preussler 1640 creata da Christoph Löbel 1668 comprata dall'Elettore 1677 chiusa, produzione trasferita a Oberschlema	BERGMAN 1787, p. 113 WAGENBRETH 1990, pp. 341-342 WAGENBRETH 1990, p. 342 WAGENBRETH 1990, p. 342
Niederpfannenstiel [vicino Schneeberg]	1635 creata da Veit Hans Schnorr il Vecchio 1715 l'Elettore ne acquisisce una parte 1792 l'Elettore ne acquisisce una frazione maggiore	WAGENBRETH 1990, p. 341 SCHIFFNER 1960, p. 230 SCHIFFNER 1960, p. 230
Oberschlema [vicino Schneeberg]	1644 comprata e trasferita da Platten (Boemia) da Johann Burkhardt 1651/3 ereditata dal futuro Elettore Johann Georg II 1692 affittata dall'Elettore 1724 ripresa dall'Elettore	LEONHARDI 1804, p. 268 SCHIFFNER 1960, p. 231 LEONHARDI 1804, p. 268 LEONHARDI 1804, p. 268
Neustädtel [Schneeberg]	1568 creata vicino <i>Bergkappe</i> da Christoph Stahl 1573 distrutta e ricostruita a Neustädtel, fino al 1574	WAGENBRETH 1990, p. 341
Seiffen	1500 circa " <i>Kobaltglas in der Glashütte Heidelberg b. Seiffen</i> " (proprietà dei Preussler)	WAGENBRETH 1990, pp. 127 e 341
Zschopenthal / Tschopenthal/ Tschopauthal	1684 trasferita da Sehma e installata nella fucina (<i>Hammerwerk</i>) locale del 1662, trasformata in <i>Blaufarbenwerk</i>	SCHIFFNER 1960, pp. 229 e 285

Tab. 8.2 - *Blaufarbenwerke* nell'Erzgebirge sassone (in grassetto quelle attive fino al XIX secolo).

anno	tonnellate	anno	tonnellate	anno	tonnellate
1610	200	1725	400	1860	479
1620	200	1800	500	1865	482
1630	65	1825	600	1870	362
1632...1633	30	1830	560	1875	463
1635	50	1835	488	1880	353
1642	92	1840	572	1885	387
1650	117	1845	420	1890	453
1655	185	1850	296	1895	406
1700	300	1855	270	1900	596

Tab. 8.3 - Produzione di smalto (*Blaufarbe*) a Schneeberg dal XVII al XIX secolo [da WAGENBRETH 1990, p. 345].

Inizialmente le fabbriche erano tutte in mani private, sotto il controllo del potere. I principi di Sassonia si interessarono direttamente alla produzione dopo che nel 1651 ebbero ereditato per lascito testamentario la fabbrica di Oberschlema, comprando inoltre nel 1668 quella di Jugel e acquisendo parti di quella di Niederpfannenstiel nel 1715 e nel 1792. È interessante che la prima fabbrica, quella di Jugel, si trovava a cinquecento metri dal confine con la Boemia e a cinque chilometri da Platten/Horní Blatná, zona famosa per le numerose fabbriche di smalto attive dal 1550¹⁶¹; inoltre, come ha osservato Albert Schröder, si rileva un parallelo tra gli esperimenti di Sebastian Preussler a Jugel e di Christoph Stahl a Schneeberg¹⁶². Infine, in Sassonia durante tutto il XVIII secolo furono molto attive quattro fabbriche: a Zschopenthal, Niederpfannenstiel, Alberнау e Oberschlema, le prime tre in mano privata e le ultime tre nei dintorni di Schneeberg, tutte sotto la giurisdizione del *Bergamt* (amministrazione mineraria centrale) di Schneeberg¹⁶³. Ciò comportava che tutta la produzione mineraria non aveva una vendita diretta, ma doveva essere consegnata alla *Kobaltkammer* di Schneeberg¹⁶⁴.

¹⁶¹ Cfr. paragrafo 8.6.

¹⁶² SCHRÖDER 1943, p. 173.

¹⁶³ RÖMER 1803, p. 308.

¹⁶⁴ Cfr. paragrafo 11.6.



Fig. 8.18 - Vecchia casa padronale della *Blaifarbenwerk* (*Farbmühle*) di [Unter]Jugel vicino Johanne-orgenstadt, successivamente trasformata in Gasthaus.

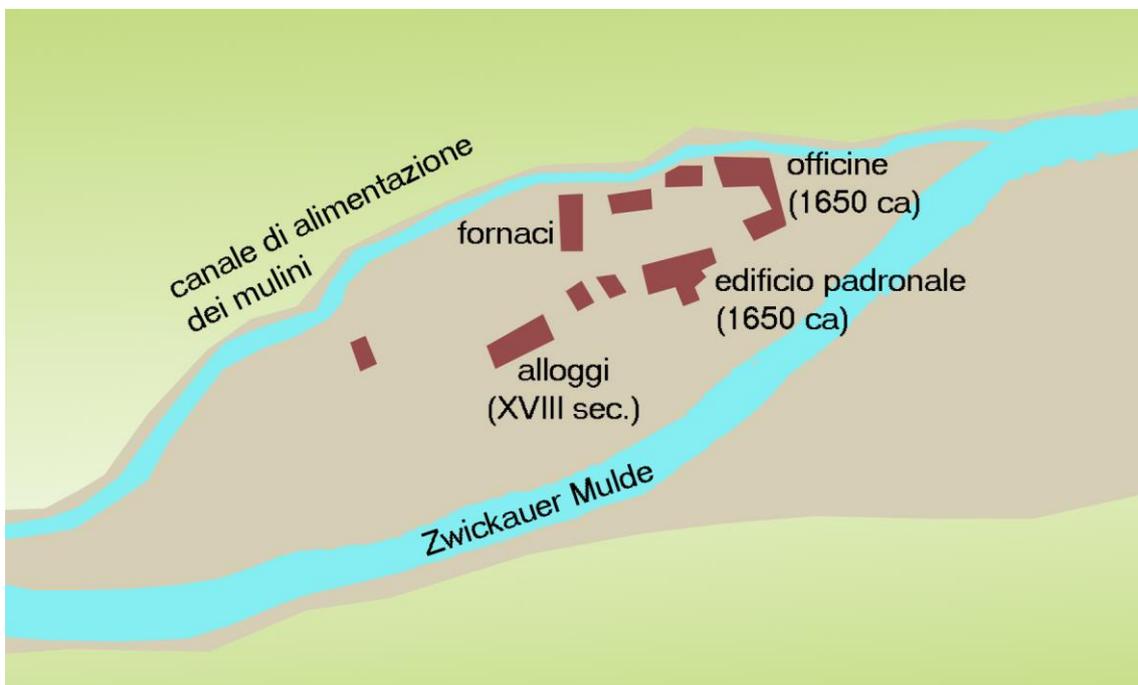


Fig. 8.19 - Pianta della *Blaifarbenwerk* di Albernau, rielaborata da una mappa del 1791 pubblicata nella voce *Schindlersches Blaifarbenwerk* di Wikipedia. L'impianto era dislocato presso le sponde della Zwickauer Mulde.



Fig. 8.20 - Sigillo in carta per corrispondenza e pacchi della *Königliche Sächsische Blaufarbenwerk* di Oberschlema, in uso dalla seconda metà del XIX secolo alla prima metà del secolo successivo.

8.5.2 Altre Blaufarbenwerke in Germania

Il riferimento più antico riguardo alla produzione di smalto in Germania, in particolare a Landshut (cfr. paragrafo 8.1.4), concerne gli acquisti effettuati per la corte monacense e registrati nel libro di conti di Wolf [Wolfgang] Pronner (morto a Monaco nel 1590-91), intendente dei materiali per pittura e ispettore degli artisti presso la corte dei duchi di Baviera ¹⁶⁵. La produzione di smalto a Landshut è ancora documentata all'inizio del XVIII secolo ¹⁶⁶.

L'impianto di una fabbrica di smalto nella Foresta Nera a Wittichen, più precisamente a Schenkenzell (figg. 8.21 e 8.22), avvenne nel 1703 ¹⁶⁷. Inizialmente le conoscenze tecnologiche relative alla realizzazione di un forno per la produzione dello smalto erano fortemente carenti; fu pertanto inviato segretamente nell'Erzgebirge un vetraio (un certo Sigwart) per acquisire informazioni ed esperienza ¹⁶⁸. Oltre a trattare il cobalto locale, dal 1740 al 1743 essa lavorò anche quello proveniente da Gistain (Spagna), dal 1753 al 1773 quello estratto in Piemonte, Savoia, Cornovaglia e soprattutto Boemia e più tardi quello proveniente dalla Stiria, dal Siegerland, dai siti nell'antico Regno di Ungheria (attualmente facenti parte della Repubblica Slovacca) e dalla Svezia ¹⁶⁹.

Sempre nella Foresta Nera furono impiantate la fabbrica di Alpirsbach nel Kinzigtal e quella dell'abbazia di Gengenbach (1745), accanto alla fornace vetraria nei suoi possedimenti nella valle di Nordrach ¹⁷⁰, nonostante l'assenza di giacimenti cobaltiferi nelle vicinanze; per tale motivo la *Blaufarbenwerk* di Nordrach trattò minerali importati da Sainte-Marie-aux-Mines, da Sulzburg, da Imsbach e, come quella di Wittichen, dal Piemonte, dalla Spagna e dal Siegerland ¹⁷¹. Sappiamo inoltre da Krünitz che la fabbrica di Nordrach, come altre in Germania, si riforniva di cobalto anche dalla Boemia, in particolare da Joachimsthal/Jáchymov ¹⁷². Le *Blaufarbenwerke* di Alpirsbach e Nordrach hanno comunque rivestito un ruolo secondario rispetto a quella di Wittichen ¹⁷³.

¹⁶⁵ HALLER 2005, pp. 121-122 e 207; HALLER 2010, p. 332.

¹⁶⁶ "Landshuter-Oelschmalte". KUNCKEL 1707, p. 730.

¹⁶⁷ METZ 1955, pp. 236-237.

¹⁶⁸ Idem, p. 251.

¹⁶⁹ Idem, p. 254. L'impiego di cobalto importato servì a compensare il progressivo esaurimento dei giacimenti locali; malgrado ciò non è stata reperita alcun'informazione concernente l'importazione di minerali di cobalto dai vicini giacimenti nei Vosgi. MARKL 2005, pp. 204-205. All'elenco dei siti che hanno fornito minerali di cobalto la *Blaufarbenwerk* di Wittichen vanno anche aggiunti quelli del Vallese, in Svizzera. KAPFF 1792, p. 86; cfr. paragrafo 5.9.

¹⁷⁰ METZ 1955, p. 256. Questa fabbrica è stata visitata nel 1755 da William Bowles, che ne fornisce una descrizione. BOWLES 1783, vol. II, p. 189.

¹⁷¹ Idem, p. 254.

¹⁷² FERBER 1774, p. 82.

¹⁷³ MARKL 2005, pp. 204-205.



Fig. 8.21 - La *Blaifarbenwerk* di Wittichen (Schenkenzell) in una foto ottocentesca, immagine tratta da <http://www.schenkenzell.de/1805>.



Fig. 8.22 - Residenza padronale della *Blaifarbenwerk* di Wittichen (Schenkenzell), edificata nel 1722.

Nello Harz, nel 1684, sorse una fabbrica a Hasserode, che sopravvisse a stento fino al XVIII secolo, dopo che la Slesia diventò l'acquirente principale dello smalto ivi prodotto, ma che dal 1795 riuscì a fornire *Eschel* di qualità. Secondo Johann Georg Friedrich Kapff la fabbrica di Hasserode trattò per tutto il XVIII secolo il cobalto proveniente non soltanto dalle miniere dello Harz, ma anche da quelle di Rothenburg an der Saale [Saalfeld]¹⁷⁴. Johann Georg Krünitz cita, senza fornire dettagli, la fabbrica di Sankt-Andreasberg, fondata nel 1728 accanto alla fornace per l'argento (*Silberhütte*)¹⁷⁵, affermando però che il cobalto di Sankt-Andreasberg, come quello di Clausthal, dà poco colore perché contenente troppo arsenico e *Mispickel*¹⁷⁶. Quella di Braunlage ebbe un'esistenza effimera nel XVIII secolo, per mancanza di minerale, malgrado quello proveniente dallo Harz superiore e dal Siegerland¹⁷⁷.

Per l'Assia siamo a conoscenza di una fabbrica di smalto fondata nel 1726/27 in un sito presso Karlshafen, sul fiume Dümel, con due mulini ad acqua¹⁷⁸, ma non ebbe un grande impatto. Nonostante questo tiepido successo il principe di Assia fece costruire un'altra fabbrica a Schwarzenfels nel 1732. Entrambe lavorarono il cobalto del Siegerland e quello delle montagne di Richelsdorf¹⁷⁹.

Blaufarbenwerke	Land	attività	riferimenti
Alpirsbach	Foresta Nera	1710-80, poi chiusa per mancanza di Co (fino al 1738 non ha funzionato bene) 1788-1845	METZ 1955, p. 254 HAUSBRAND 1936, p. 537 HAUSBRAND 1936, p. 537
Braunlage	Harz	1756-96 (Co dell'Oberharz)	LIESSMANN 1994, p. 8; SONNINI 1818, p. 69
Glücksbrunn	Turingia	1714-inizio XIX sec.	HAUSBRAND 1936, p. 530
Grünau	Turingia	1763-1839	HAUSBRAND 1936, p. 534
Hasserode	Harz	1693-... (per poco tempo) 1733-70 1777-1855	HAUSBRAND 1936, pp. 534-535
Heidhausen	Siegerland	dall'inizio del XIX sec.	HAUSBRAND 1936, p. 543
Karlshafen/Carlshafen	Assia	1726/7-1815	HAUSBRAND 1936, pp. 538-539; JORDAN 1803, p. 132
Landshut	Baviera	produzione documentata dal 1586	HALLER 2005, pp. 121-122 e 207; HALLER 2010, p. 332
Marktörlitz	Turingia	1666-178...	HAUSBRAND 1936, p. 530
Nordrach (Gengenbach)	Foresta Nera	1745/50-1822	CANCRINUS 1767; METZ 1955, p. 256; HAUSBRAND 1936, pp. 537-538
Piesau-Gräfenthal	Turingia	1664-1717	HAUSBRAND 1936, p. 530; KRÜNITZ 1775, p. 613
Rottenbach (Meinigen)	Turingia	1757-69	JAKOB 1968, pp. 154-155
Saalfeld	Turingia	1660-1812	HAUSBRAND 1936, p. 529
Sankt-Andreasberg	Harz	1728-39	HAUSBRAND 1936, p. 529; LIESSMANN 1992, p. 202
Schauberg (Bayreuth)	Baviera	1712-1812	HAUSBRAND 1936, p. 538
Schmalkalden	Turingia	1788-...	POPPE 1811, pp. 208-209
Schwarzenfels	Assia	1732-1841 (Co da Richelsdorf)	HAUSBRAND 1936, pp. 540-542; JORDAN 1803, p. 132
Sitzendorf	Turingia	1727-inizio del XIX sec.	HAUSBRAND 1936, p. 532
Sophienau (Meiningen)	Turingia	inizio XVIII-metà del XIX sec.	HAUSBRAND 1936, p. 532
Stettfeld, Eisenach	Turingia	1745 (soltanto per qualche anno)	HAUSBRAND 1936, p. 534
Wittichen (Schenkenzell)	Foresta Nera	1702-05 1705-20 stagnazione 1721-1835	METZ 1955, pp. 236-237 e 251 HAUSBRAND 1936, pp. 536-537

Tab. 8.4 - *Blaufarbenwerke* tedesche (escluso l'Erzgebirge sassone).

¹⁷⁴ KAPFF 1792, p. 66.

¹⁷⁵ KRÜNITZ 1775, p. 613.

¹⁷⁶ KRÜNITZ 1788, p. 18, che cita CRELL 1780, p. 46 et segg. Con *Mispickel* s'intendeva in genere una pirite arsenicale.

¹⁷⁷ SONNINI 1818, p. 69.

¹⁷⁸ CANCRINUS 1767, p. 56.

¹⁷⁹ JORDAN 1803, p. 132.

La Turingia ebbe le sue prime fabbriche a Saalfeld e Marktöhlitz, intorno al 1660, fondate rispettivamente da Johannes Wild originario di Platten/Horní Blatná in Boemia e da C. von Ryhsel ed Erasmus Schindler proprietari della fabbrica di Albernau nell'Erzgebirge. Tornando alle fabbriche di smalto della Turingia, fra il 1664 e il 1717 ne sorse un'altra a Piesau-Gräfenenthal, nel 1722 un'altra meno importante a Sophienau, e dal 1757 al 1769 un'altra ancora a Rottenbach sempre vicino Meiningen. Oskar Hausbrand cita altre fabbriche attive in Turingia nel XVIII secolo: quelle di Grünau, Stettfeld, Sitzendorf e Glücksbrunn¹⁸⁰. Lo stesso autore cita inoltre la fabbrica di Schauberg, vicino Bayreuth, fondata nel 1712, dove veniva trattato il cobalto proveniente da Saalfeld, e, nella seconda metà del XVIII secolo, quella di Heidhausen, che trattava anche il cobalto del Siegerland. Johann Heinrich Moritz Poppe (Gottinga 1776 - Tubinga 1854) cita la fabbrica di Schmalkalden, creata nel 1788, sulla quale non abbiamo trovato ulteriori informazioni¹⁸¹.

Le *Blaufarbenwerke* della Turingia hanno tutte cessato l'attività alla fine del XVIII secolo o nella prima metà del XIX secolo a causa della carenza di minerali e, infine, della concorrenza dell'oltremare artificiale¹⁸².



Fig. 8.23 - Resti della *Blaufarbenwerk* di Hengstererben/Hřebečnà lungo la valle del Roten Wistriz/Bystřice, nei pressi di Abertham/Aberthamy.

¹⁸⁰ HAUSBRAND 1936, pp. 530-533.

¹⁸¹ POPPE 1811, pp. 208-209.

¹⁸² La scoperta ufficiale del pigmento fu annunciata il 4 febbraio 1828 da Jean Baptiste Guimet (Voiron [Isère] 1795 - Lione 1871).

8.6 Le Blaufarbenwerke in Boemia (Repubblica Ceca)

Per le località, come nel capitolo 5, abbiamo scelto di indicare il nome tedesco (utilizzato nel periodo che ci interessa e fino a dopo la Seconda Guerra Mondiale) seguito da quello attuale in lingua ceca.

Le fabbriche di smalto della Boemia, a sud dell'Erzgebirge sul torrente Breitenbach/Blatensky potok fra Platten/Horní Blatná e Breitenbach/Potůčky (secondo Hausbrand già esistenti nel 1550¹⁸³) furono nel XVI secolo, prima di quelle della Sassonia, molto attive e conobbero un'età d'oro fino all'inizio del XVII secolo. Il loro declino iniziò dopo la Guerra dei Trent'Anni (la fase boemo-palatina si colloca tra il 1618 e il 1625), con le devastazioni e la distruzione di più della metà delle fabbriche, che non furono più ricostruite¹⁸⁴. La produzione di smalto diminuì ancora dopo che Johann Georg I (Dresda 1585 - 1656), elettore di Sassonia dal 1622 al 1656, decise di promuovere, in concorrenza, la fabbricazione dello smalto nei suoi territori, come si è accennato nel paragrafo 8.5. Altri fattori che determinarono questo declino sono la qualità inferiore del cobalto della Boemia in confronto a quello dell'Erzgebirge sassone¹⁸⁵, la difficoltà di importare quest'ultimo, legalmente o di contrabbando, e l'esodo di lavoratori competenti dopo la sconfitta della Battaglia della Montagna Bianca nel 1620¹⁸⁶.

Come abbiamo visto nel paragrafo 8.2.2, Christoph Schürer padre sembra essere stato il primo ad aver impiantato una manifattura di smalto lungo il torrente Breitenbach/Blatensky potok, seguita da una seconda del figlio¹⁸⁷. Karl August Limmer scrive nel 1836 che "dopo Schürer fu il farmacista Bergkau¹⁸⁸ di Platten a migliorare ancora questo prodotto di colore blu, e proprio qui impiantò nel 1575 la più antica vera *Blauwerk*", come già ricordato nel paragrafo 8.5.1¹⁸⁹. Ancora più dettagliato è Friedrich Gottlob Leonhardi (Dürrbach [Oberlausitz] 1757 - Lipsia 1814), che riferisce che "*Blaufarbenwerke* sono state fondate da qualche proprietario di mulini per colori nella piccola città boema di Platten nel 1575 e un farmacista immigrato da Magdeburg, Lorenz Bergkau, ha migliorato la produzione del colore nel 1611, grazie al cobalto sassone. In seguito la Camera sassone non ha più lasciato esportare il cobalto in Boemia, dopo di ciò Bergkau ha venduto il suo mulino per colori a Martin Pessler e quello, a sua volta, al ricco proprietario di miniere Johann Burkhardt di Schneeberg, il quale lo trasferì poi a Schlemma nel 1644"¹⁹⁰.

¹⁸³ HAUSBRAND 1936, p. 524; WALFRIED 1883, p. 101.

¹⁸⁴ BABANEK 1893, p. 143.

¹⁸⁵ KIRSCHKE 2005, p. 118. Altri autori, in particolare, pretendono che in Boemia la qualità del cobalto fosse uguale a quello della Sassonia, ma che la lavorazione fosse meno raffinata. SINAPIUS 1781, p. 946. Siegfried Sieber ritiene invece il contrario. SIEBER 1969, p. 419.

¹⁸⁶ Inoltre, a seguito della *Reformationspatent* (1651), con cui si imponeva agli abitanti della Boemia la religione cattolica o l'espatrio, nel 1654 sessanta famiglie di Platten/Horní Blatná furono proscritte e si trasferirono in Sassonia, fondando Johanngeorgenstadt a soli sette chilometri dal loro luogo di origine. Tutto ciò comportò nel corso del XVII secolo il trasferimento della produzione dello smalto da Platten, dove era stata avviata e messa a punto, verso la Sassonia, dove si sviluppò ulteriormente; la Sassonia divenne così una forte concorrente per la Boemia, che ben presto oscurò. POHL 1965, pp. 182 e 183.

¹⁸⁷ WALFRIED 1883, p. 101.

¹⁸⁸ Secondo Carl [Wilhelm Anton] Schiffner (Cainsdorf 1865 - Freiberg 1945), si chiamava Lorenz Berghau, era domiciliato a Joachimsthal/Jáchymov in Boemia e con Ernst Nordhoff di Schneeberg avrebbe fatto ulteriori esperimenti (perfezionamenti-miglioramenti) a Jugel nel 1611. SCHIFFNER 1960, pp. 227-228. Abbiamo già incontrato Lorenz Bergkau attivo in Sassonia, a Jugel nel 1575. Cfr. paragrafo 8.5.1.

¹⁸⁹ "Nach Schürer hatte aber der Apotheker Bergkau zu Platten diese Blaufarben Fabrikatur noch weiter vervollkommnet, und daselbst 1575 das älteste eigentliche Blauwerk angelegt". LIMMER 1836, pp. 326-327.

¹⁹⁰ "Das Blaufarbenwerk gründeten einige Farbenmüller in dem böhmisch. Städtchen Platten 1575. und ein nach Böhmen eingewanderter Apotheker aus Magdeburg, Lorenz Bergkau, vervollkommnete 1611. die Farbenverfertigung durch Hilfe sächsischer Kobalder dergestalt, dass die sächsische Kammer keine Kobalder mehr nach Böhmen liess, worauf Bergkau seine Farbemühle an Martin Pessler und dieser dieselbe wiederum an den reichen Fundgrübler Johann Burkhardt

Josef Walfried, sulla base di un documento del 1622, segnala sei *Farbmühlen* lungo il torrente Breitenbach/Blatensky potok: oltre a quelli creati dagli Schürer padre e figlio e da Lorenz Bergkau cita il mulino di Martin Pessler (venduto nel 1622 a Georg Preussler), quello di Hans Drechsler chiamato *Zwittermühl(e)* e quello di Oswald Gluckhenn di Schneeberg¹⁹¹. Il fatto che Bergkau fosse farmacista/apotecario la dice lunga, in quanto questa categoria di commercianti trattava i colori e i minerali non destinati alla metallurgia. La sua provenienza da Magdeburg, inoltre, ricorda i contatti avuti inizialmente da Christoph Schürer con i mercanti olandesi descritti all'inizio del paragrafo 8.2.2, per cui la vicinanza delle officine di Schürer e di Bergkau potrebbe essere in relazione con la nascita della leggenda dell'appropriamento da parte di altri del segreto della fabbricazione dello smalto di Schürer.

A Joachimsthal/Jáchymov la prima fabbrica di smalto è stata avviata nel 1611¹⁹². Secondo Adalbert Wraný il *safflor* sarebbe già stato prodotto a Joachimsthal/Jáchymov durante la seconda metà del XVI secolo e venduto ai vasai della regione: un certo Jakob Neussesser venditore di *safflor* è documentato nel 1582; nel 1619 la fabbrica di Christoph Kauffmann sarebbe stata una delle migliori e nel 1624 erano quattro le fabbriche attive¹⁹³. Oskar Hausbrand¹⁹⁴, senza nominarle singolarmente, afferma che nel 1622 c'erano nove *Blaufarbenwerke* in Boemia, già citate da Adalbert Wraný e Franz Babanek (František Babánek; Kamenný Přívoz [Jílové] 1836 - Praga 1910) ed elencate nella tabella 8.5; Wilfried Liessmann, invece, elenca soltanto le sei seguenti: quella di Schürer (padre), due nei dintorni di Platten/Horní Blatná, una vicino Joachimsthal/Jáchymov e quelle di Silberbach/Stříbrná e Christophhammer/Kryštofovy Hamry, tutte attive secondo quest'autore prima del 1622¹⁹⁵.

L'industria boema del cobalto subì un duro contraccolpo quando nel 1686 una legge imperiale costrinse le fabbriche a consegnare tutti i minerali di cobalto (per il loro contenuto di argento) alle *Silberhütten* (fonderie d'argento) statali¹⁹⁶. Da questo momento in poi l'Erzgebirge sassone predominò del tutto sulla Boemia riguardo all'estrazione e alla lavorazione dei minerali di cobalto, confermando una posizione forte sul mercato europeo. Johann Friedrich Kapff nel 1792 menziona ancora in attività alcune fabbriche ad Abertham/Aberthamy (fig. 8.23), Gottesgab/Boží Dar, Joachimsthal/Jáchymov e, fuori dell'Erzgebirge, quella di Kutenplan/Chodová Planà, dei conti Heimhausen, da identificarsi con quella di Promenof/Broumov. Quest'ultima, secondo Katzer, sarebbe stata chiusa per mancanza di minerale nel 1780¹⁹⁷. Kapff non cita invece Christophhammer/Kryštofovy Hamry, Pressnitz/Přísečnice e Silberbach/Stříbrná, sempre nell'Erzgebirge boemo, tutte attive all'epoca della redazione del suo testo. Johann Georg Krünitz nel 1775 cita inoltre una fabbrica a Komothau/Chomuto, che potrebbe essere quella vicina a Christophhammer/Kryštofovy Hamry¹⁹⁸. Gustav Otruba scrive che la *Manufakturtabel-*

aus Schneeberg, verkaufte, welcher sie endlich 1644. nach Schlema verlegte" (LEONHARDI 1804, p. 268). Per alcuni autori sarebbe stato lo stesso Burkhardt a sollecitare il divieto di esportazione del cobalto sassone in Boemia (RÖMER 1803, p. 389, § 3), per rovinare lo stabilimento e comprarlo a basso prezzo (DONNDORFF 1821, p. 39). Secondo la Deutsche Wikipedia Martin Pessler, morto nel 1651 a Zschorlau (nell'Erzgebirge sassone, cinque chilometri a sud di Aue), dopo il matrimonio con Margarete Schürer, figlia di Christoph Schürer figlio, rivendette il suo mulino per dedicarsi al commercio dei prodotti del suocero, arricchendosi molto.

¹⁹¹ WALFRIED 1883, pp. 101 e 102.

¹⁹² VESELOVSKÝ 1997, p. 129.

¹⁹³ WRANÝ 1902, pp. 154 e 155. Nel 1702 erano cinque. BABANEK 1893, p. 143.

¹⁹⁴ HAUSBRAND 1936, p. 524.

¹⁹⁵ LIESSMANN 1994, p. 8. Johann Beckmann, riferendosi a KLOTZSCH 1770 p. 366, parla di undici *Farbmühlen* intorno a Platten/Horní Blatná al tempo della creazione della *Blaufarbenwerk* di [Ober]Schlema nel 1644. BECKMANN 1792, p. 217.

¹⁹⁶ HAUSBRAND 1936, p. 525.

¹⁹⁷ KAPFF 1792, pp. 67-74 [dove si indica erroneamente Kutenplan con Kutenberg]; KATZER 1892, p. 243.

¹⁹⁸ KRÜNITZ 1775, p. 613. Pressnitz, distrutta nel 1973 per fare posto a un bacino artificiale, si trovava accanto a Christophhammer; è possibile che sia stata attiva in questa zona più di una *Blaufarbenwerk*, o che gli autori consultati abbiano fatto confusione tra questi posti, entrambi situati nel distretto di Komothau.

le del 1788 indica nove fabbriche di smalto o di colore blu in Boemia e che alla fine del XVIII secolo quelle di Platten/Horní Blatná e Pressnitz/Přísečnice erano le più importanti, con esportazioni verso Amburgo, Olanda, Italia e Inghilterra¹⁹⁹.

Blaufarbenwerke	attività	riferimenti
Christophhammer/Kryštofovy Hamry	dal 1724	SIEBER 1969, p. 421
fra Breitenbach/Potůčky e Platten/Horní Blatná, lungo il torrente Breitenbach/Blatensky potok	1569 prima <i>Farbmühle</i> di Oswald Gluckhenn 1572 Zwittermühl(e) di Hans Drechsler 1611 Lorenz Bergkau migliora il prodotto 1688 BW di Adolf Putz citata ancora nel XVIII sec. come BW di Putz/Buzz (<i>Buzisches BW</i>)	www.genealogy.net/breitenbach HRABÁNEK 2007, p. 23 SCHIFFNER 1960, p. 228 www.genealogy.net/breitenbach KAPFF 1792, p. 70
Platten/Horní Blatná (zona di)	prima BW dal 1550	HAUSBRAND 1936, pp. 524-525 SIEBER 1969, p. 417
Hengstererben/Hřebečná (vicino Abertham/Aberthamy)	esistente nel 1572	HRABÁNEK 2007, p. 23
Joachimsthal/Jáchymov	prima BW dal 1611 diverse BW attive nel 1622 citata nel XVIII sec. BW di Miessl, anteriormente di Puchner quattro BW nel 1624 cinque BW nel 1702	VESELOVSKÝ 1997, p. 129 SIEBER 1969, p. 417 KAPFF 1792, p. 71 SCHWEIGHOFER 1785, p. 53 WRANÝ 1902, pp. 154 e 155 BABANEK 1893, p. 143
Neuhammer/Nové Hamry (vicino Neudeck/Nejdek)	1530-40 esperimenti di Schürer padre 1540 prima BW di Schürer padre a Rohlau/U Rolavy, seguita da una seconda di Schürer figlio	DRAHOTOVÁ 2005, p. 219 DRAHOTOVÁ 2005, p. 219 WALFRIED 1883, p. 101
Pressnitz/Přísečnice	dal 1770	MÜLLER 1851, p. 223
Promenhof/Broumov (vicino Kутtenplan/Chodová Planá)	nel XVIII sec. (chiusa nel 1780)	KATZER 1892, p. 243
Silberbach/Stříbrná (vicino Graslitz/Kráslice)	dal 1714 la prima BW dal 1771 una seconda BW	SIEBER 1969, p. 421 Wikipedia "Stříbrná"

Tab. 8.5 - *Blaufarbenwerke* (BW) del Regno di Boemia, nell'attuale Repubblica Ceca.

8.7 Le Blaufarbenwerke in Slesia (Polonia)

Come riferito nel paragrafo 5.4, fu il re di Prussia Federico II il Grande a promuovere l'estrazione dei minerali di cobalto e la produzione dello smalto nella Bassa Slesia, nella fabbrica di Querbach/Przecznica vicino Liegnitz/Legnica, creata nel 1773 dai conti di Schaffgotsch²⁰⁰ e attiva fino al 1852²⁰¹. Nel 1776 la *Blaufarbenwerk* di Querbach annunciò di essere pronta a fornire le qualità OC e OEG, il che motivò il divieto del re di Prussia di importare in Slesia queste sorti dall'estero, in particolare dalla Sassonia. Le qualità prodotte a Querbach non ebbero tuttavia successo, perché a dispetto della somiglianza con i prodotti sassoni tiravano sul rosso; anche il lino apprettato con l'*Eschel* di Querbach rimaneva invenduto all'estero. Malgrado ulteriori tentativi di miglioramento l'*Eschel* lasciava sul lino come una muffa gialla (*gelber Schimmel*) e per l'apprettatura ne era necessario il doppio di quello della Sassonia²⁰². Nel 1788 i produttori locali di lino protestarono lagnandosi che la *Blaufarbe* di Querbach macchiava il lino e che anche gli esperimenti con i prodotti della

¹⁹⁹ Purtroppo, non abbiamo potuto consultare il documento citato da Otruba il quale, peraltro, menziona soltanto sei località (Christophhammer, Joachimsthal, Platten, Graslitz [Silberbach], Breitenbach e Pressnitz), il che fa supporre l'esistenza di più fabbriche in almeno uno di questi siti. OTRUBA 1965, pp. 322 e 323. Johann Michael Schweighofer (Vienna 1755 - 1812) nel 1785 scrive infatti che a Joachimsthal c'erano quattro fabbriche di smalto e in Boemia, in totale, sette. SCHWEIGHOFER 1785, p. 52. Nel 1814 Pierre-Marcel-Toussaint de Serres [Marcel de Serres] menziona ancora le fabbriche di smalto a "Kuttenplan, Christophhammer, Joachimsthal, Oberthamm [Abertham], Platten e Silberbach". SERRES 1814, p. 100.

²⁰⁰ FECHNER 1907, p. 186.

²⁰¹ HAUSBRAND 1936, pp. 542-543.

²⁰² FECHNER 1907, pp. 186 e 187.

Blaufarbenwerk di Hasserode, della *Geheimrätin Waitz v. Eschen*, non avevano fornito risultati soddisfacenti, mentre i fabbricanti di lino Irlandesi utilizzavano soltanto *Blau* sassone; di conseguenza l'industria del lino della Slesia e la sussistenza di centoventimila persone era a rischio²⁰³. Dopo lunghe trattative ed expertise contraddittorie le istanze reali della Prussia concessero soltanto nel 1801 l'autorizzazione ai fabbricanti di lino della Slesia di importare *Eschel* sassone contro pagamento delle tasse doganali e a condizione di comprare due volte di più *Eschel* di Querbach²⁰⁴.

Johann Georg Friedrich Kapff, che soggiornò per sei mesi attorno al 1786/7 a Querbach, fornisce una descrizione dettagliata delle attività manifatturiere di questo sito²⁰⁵.

8.8 Le Blaufarbenwerke in Austria

Come accennato nel paragrafo 5.5, il cobalto dell'Austria e della Baviera non era di ottima qualità, di conseguenza le fabbriche di smalto sorte in tali regioni nella seconda metà del XVIII secolo non furono numerose e rinomate. Differente è invece la situazione relativa alla fine del XVI secolo, quando è documentata la produzione di smalto di buona qualità da parte dei *Farbmachern* Hans Stachl e Abraham Probst di Schwaz, in Tirolo²⁰⁶. Questa informazione precoce e non riferita da studi precedenti è molto interessante in quanto prova l'esistenza di fabbricanti di smalto locali, che operavano probabilmente su una scala assai minore rispetto a quelli in Sassonia, Boemia e nei Paesi Bassi. Per la zona di Brixlegg-Schwaz²⁰⁷ si ha inoltre la notizia che nel 1787 due aziende, una locale e una viennese, producevano lo smalto col cobalto precedentemente buttato sulle *Halden* del sito Am Geyer, un tempo ricco di minerali d'argento²⁰⁸.

Johann Georg Friedrich Kapff nel 1799 cita nella Bassa Austria la fabbrica di Gloggnitz, che lavorava il cobalto originario di Schmöllnitz/Smolnik (oggi nella Repubblica Slovacca), e quella di Pottenstein, importante centro tessile vicino Baden in Bassa Austria²⁰⁹.

Blaufarbenwerke	regione	attività	riferimenti
Gebra (Kitzbühel)	Tirolo	dal 1780	SRBIK 1929, p. 159
Geyer	Tirolo	Il metà del XVIII sec.	HANNEBERG 1974, p. 72
Gloggnitz	Bassa Austria	dal 1780	KEESS 1824, p. 1003
Pottenstein	Bassa Austria	1760-1814	SCHMIDL 1839, p. 544
Schwaz	Tirolo	<i>Farbmachern</i> documentati fra il 1586 e il 1589	HALLER 2005, p. 119

Tab. 8.6 - *Blaufarbenwerke* austriache.

8.9 Altre fabbriche di smalto in Europa

8.9.1 Olanda

Con la diffusione dei centri manifatturieri di vetri e maioliche il consumo di cobalto crebbe enormemente nei Paesi Bassi settentrionali, che nel 1579 formarono l'Unione d'Utrecht e poi divennero, nel 1648, le Province Unite. Bisogna cercare in tale fabbisogno l'origine dell'industria fruttuosa dello smalto sul territorio di questo nuovo stato, mentre le Fiandre

²⁰³ Idem, p. 199.

²⁰⁴ Idem, pp. 201 e 202.

²⁰⁵ KAPFF 1792, pp. 52-64.

²⁰⁶ HALLER 2005, p. 119. Hans Stachl e Abraham Probst sono citati anche in altri libri di pagamenti della corte monacense. HALLER 2010, p. 331.

²⁰⁷ Per le miniere di questa zona cfr. il paragrafo 5.5.

²⁰⁸ SCHNORRER 1994, p. 72. Nel 1509 Biringuccio visitò le miniere d'argento di Schwaz/Rattenberg e nel 1516 Paracelso fece tirocinio come *Praktikant* in una *Seigerhütte* di Schwaz. HANNEBERG 1994, p. 16.

²⁰⁹ KAPFF 1792, p. 74.

spagnole e Anversa non ebbero più la supremazia nella produzione della maiolica e, in seguito, dello *smalto di Fiandra*; la difficoltà di trovare un ottimo smalto ad Anversa documentata nel 1563 conferma questo declino (cfr. paragrafo 8.1.4).

Il fatto che i numerosi mulini per lo smalto nel XVIII secolo fossero situati nelle Province Unite rinforza l'errore di localizzare in tale area e non nelle Fiandre spagnole (nell'attuale Belgio), *in primis* ad Anversa, la lavorazione dello smalto nel XVI secolo²¹⁰. D'altra parte, si sottolinea l'assenza di fonti che effettivamente riferiscano in maniera documentata la presenza di una tale attività nelle Province Unite prima del XVII secolo²¹¹.

Come già detto, l'epoca d'oro della produzione di ceramica decorata in azzurro su fondo bianco in Europa si colloca tra il 1650 e il 1725²¹²; in tale ambito spicca la produzione di Delft, iniziata attorno allo scadere del XVI secolo²¹³, come peraltro gli *azulejos* spagnoli e portoghesi²¹⁴.

Analogamente alla maiolica, anche per il vetro la supremazia nella produzione *à la façon de Venise*, ossia secondo i modelli e i metodi operativi veneziani, nella seconda metà del XVI secolo passò gradualmente da Anversa alle Province Unite (estendendosi a Middelburg, Haarlem, Amsterdam) e all'Inghilterra²¹⁵.

Le notizie più antiche in merito alla produzione di smalto in Olanda risalgono al 1588, e riferiscono dell'importazione a Londra di smalto da Middelburg, allora capoluogo della Zelanda e maggior centro di produzione vetraria delle Province Unite²¹⁶.

²¹⁰ "Earlier in the [16th] century, for someone wanting to buy or import pigments there could have been no better place than Antwerp. ... Antwerp itself and the surrounding region were an excellent source of good quality manufactured pigments such as vermilion, *mastecot* (lead-tin yellow), and smalt because of the local chemical, ceramics and glass industries". KIRBY 2010a, p. 345. Per il ruolo svolto da Anversa nella produzione e nel commercio dei pigmenti cfr. KIRBY 1999 e VERMEYLEN 2010.

²¹¹ Non è di alcun aiuto l'indicazione riferita nel *Van Dale groot woordenboek der Nederlandse taal* in merito alla prima attestazione documentata nel 1618 in neerlandese della parola *smalt* (VAN DALE 1999, p. 3097), in quanto, tenendo presente che la lingua era comune a Fiandre e Olanda, l'attestazione risulta abbastanza tarda rispetto all'inizio dell'impiego e della produzione di questo materiale in tali regioni, almeno stando alla menzione dello *smalto di Fiandra* da parte dei trattatisti italiani del XVI secolo (cfr. paragrafo 8.1).

²¹² Un fattore determinante per lo sviluppo della produzione di Delft deve essere individuato nell'interruzione dell'importazione di porcellane *bianche e blu* prodotte dalle manifatture imperiali cinesi, a causa della loro temporanea chiusura durata circa mezzo secolo, a seguito dei disordini insorti alla caduta della dinastia Ming (1644).

²¹³ La presenza dell'azzurro come unico colore caratterizza tale produzione a partire solo dal secondo quarto del XVII secolo.

²¹⁴ Le prime maioliche a Lisbona sono state prodotte attorno alla metà del XVI secolo, in botteghe in cui lavoravano ceramisti di origine italiana, in alcuni casi trasferitisi dalla Spagna. La produzione di *azulejos* portoghesi decorate in azzurro su fondo bianco iniziò attorno al 1660. TEROL 2002, pp. 29, 31 e 51.

²¹⁵ WHITEHOUSE 1999, pp. 17-19. "The manufacture of Italian style maiolica and glass in the Low Countries and around the North Sea followed similar but not contemporary trajectories". Idem, p. 20.

²¹⁶ "The haberdasher Thomas Parker, the importer of linseed oil, also imported smalt: he claimed a barrel on 17 June, imported from Middelburg on the *James* of London; more than a barrel of oil smalt ('oyll smalts') on 16 July, also imported from Middelburg, this time on the *Bonadventure* of London; and yet more smalt on 30 August, also from Middelburg, on the *Sampson*". KIRBY 2010a, p. 345. Riguardo alla produzione di smalto a Middelburg è stata ventilata l'ipotesi che fosse dovuta alla presenza di un vetraio veneziano, Antonio Miotti, "who ran a well-established glassworks there. Starting in 1606, Miotti was given a three-year and then 10-year patent by the city of Middelburg and the province of Zeeland for the making of glass" [COSTARAS 2010, p. 408]; si deve però considerare che la produzione di smalto a Middelburg è attestata con almeno tre lustri di anticipo rispetto alla presenza documentata di Miotti.

La cosiddetta “produzione olandese” di smalto è stata sempre rinomata e attorno ad essa si è creato una sorta di alone di mistero. Si deve però sottolineare che le numerose notizie al riguardo concernono quasi esclusivamente il raffinamento del prodotto attraverso i numerosi *blauwsemlolens*, mentre notizie dirette in merito all’effettiva produzione del pigmento, che presumibilmente all’inizio avvenne in centri dove esistevano manifatture vetrarie quali Amsterdam e Middelburg, sono rare. Una di queste concerne il tentativo di produrre la zaffera alla fine del XVII secolo da parte dei fratelli Avis nel Westzaan, andato fallito a causa della fuga degli operai sassoni impegnati nella costruzione dello stabilimento e nella produzione, nonché delle proteste del vicinato per i fumi arsenicali²¹⁷. Alcuni documenti datati tra il 1613 e il 1615 attestano l’esistenza di una vera e propria manifattura di smalto ad Amsterdam: le persone chiamate in causa sono il mercante Abraham Seeuwens (Middelburg 1578 - Amsterdam, dopo il 1637), che nel 1607 viveva a Londra e nel 1612 si associava con due mercanti originari di Anversa stabiliti ad Amsterdam, e Jan Jansen van der Wiele, un incisore di vetro cui Seeuwens aveva insegnato a fare lo smalto. Che non si tratti solo di raffinazione del pigmento, ma della sua effettiva manifattura è reso evidente dalle dichiarazioni fatte dai due e da altri interpellati, come per esempio il muratore che nel dicembre 1614 aveva costruito il forno per fare lo smalto²¹⁸.

Certo è, comunque, che gli olandesi preferirono raffinare il pigmento piuttosto che produrlo, vista la costante presenza sul mercato locale dello smalto prodotto soprattutto in Sassonia, ma proveniente anche da altri paesi²¹⁹. La produzione/raffinamento dello smalto da parte degli olandesi era comunque circondata da un alone di mistero, forse alimentato dalla loro stessa intenzione di salvaguardare fughe di segreti tecnologici che potessero compromettere il florido commercio: “M. le comte de Beust vient de découvrir, de concert avec moi, un procédé dont les Hollandois ont été jusqu’ici seuls en possession, pour obtenir à volonté par une fabrication secondaire, le smalte superfin pâle, dont la consommation est prodigieuse, que les Hollandois ne fabriquoient que dans un seul endroit, au milieu des bois, & dans un lieu distant de dix à douze lieues de toute grande ville, pour en mieux conserver le secret”²²⁰.

Alla fine del XVIII secolo Alexander Wilhelm Köhler - segretario dell’ufficio superiore delle miniere sassoni a Freiberg, docente di diritto minerario presso la Bergakademie di Freiberg e socio onorario dell’Öconomischen Societät di Lipsia - fornisce una descrizione in cui è dissipato il precedente alone di mistero:

Gli olandesi si approvvigionano dalla Sassonia del colore di cobalto, lo raffinano e ne ricavano differenti sorti. Il processo, che si chiama raffinazione, è un gran segreto, non accessibile ad alcuno. Dovrebbe avvenire tra due mole orizzontali, come quelle per il grano, solo più basse e più piccole. Dopo ciò il macinato viene subito passato al setaccio, bagnato, e di nuovo setacciato, per impedire che si formino piccole palline, poi è posto in botti, pronto per essere venduto. Il movimento delle pietre è molto lento, per non far volar via la polvere. Da ciò si capisce bene che non c’è nessun segreto, ma piuttosto questo consiste nel mescolare le differenti sorti di colore tra loro, aggiungendo alla parte più buona un po’ di quella meno buona, così il colore migliora ma il valore diminuisce. In ciò risiede il merito degli olandesi e il fondamento del loro segreto²²¹.

²¹⁷ “Der Versuch auch selbst ein Farbwerk zu betreiben, wurde nur einmal unternommen, und zwar von den Gebrüdern Avis in Westzahn. Er scheiterte daran, dass die für den Bau und den Betrieb des Werkes verpflichteten Sachsen bald flüchteten und auch den Arsenrauch die Nachbarschaft zu stark belästigte”. HAUSBRAND 1936, p. 523.

²¹⁸ The Frick Collection, Art in the Montias Database, Inv#.Lot 707.0075; VAN DILLEN 1933, pp. 28-29, 104 e 107-109.

²¹⁹ Cfr. paragrafo 11.7. Solo in una fonte abbiamo trovato la notizia che gli olandesi in passato rifondevano (*Umschmelzung*) la zaffera (“geröstete Kobalte”) ma, visto che viene fatta risalire a molto tempo prima (“eine Zeit lang”), la notizia potrebbe essere riferibile ai fiamminghi, piuttosto che agli olandesi. NORRMANN 1805, p. 177.

²²⁰ DIETRICH 1786, p. 301.

²²¹ “Die Holländer ziehen die blaue Kobelt-Farbe aus Sachsen, verfeinern sie, und vervielfältigen ihre Sorten. Die Verfahrungsart davon, die raffinieren genennt wird, ist ein grosses Geheimnis, wozu niemand gelangt. Es soll zwischen zwei horizontalen Mühlsteinen geschehen,



Fig. 8.24 - Aert van der Neer (Amsterdam 1603 - 1677), *Mulini lungo il fiume Zaan al chiaro di luna*, inchiostro bruno con ritocchi in biacca, su disegno a punta di piombo. Collezione privata.

Non sappiamo comunque dove erano impiantate le officine più antiche. Una possibilità è che queste fossero situate nei pressi di Zaandam vicino Amsterdam, località sul fiume Zaan famosa per i suoi mulini a vento, attivi già nel XV secolo. In tale zona c'era la più grande concentrazione di mulini per carta (il primo è documentato nel 1586), olio, tabacco, colori²²² (in particolare per lo smalto, *blauwsef*) ecc..

I primi mulini per colori (*verfmolens*) sono documentati in Olanda attorno al 1643²²³, mentre il primo mulino per lo smalto (*blauwsefmolen*) nella zona di Westzaan (Zaan occidentale) venne impiantato attorno al 1680 e di lì a poco ne sorsero altri quattro²²⁴. L'impianto di mulini per colori e tabacco a Zaandam nel decennio tra il 1680 e il 1690 fu probabilmente legato all'immigrazione di profughi a seguito dell'editto di Nantes²²⁵. Nella seconda metà del XVIII se-

die eben so gebauen sind, wie die gewöhnlichen zu Kornmühlen, nur feiner und kleiner. Darauf wird das Gemahlne zugleich gebeutelt, nass gemacht, und wieder gebeutelt, damit es sich nicht in kleine Kügelchen setze, und alsdenn in die Fässer zum Verkauf gepackt. Der Umlauf der Steine ist sehr langsam, damit nichts verfliegt. Darauf, sieht man nun wohl, beruht das Geheimnis ganz und gar nicht, wohl aber auf der Vermischung der verschiedenen Farbenarten unter einander, wodurch der bessern Sorte ein Gehalt einer schlechtern beygebracht, dadurch die Farbe erhöht, im eigentlichen Werthe aber vermindert wird. Hierinne liegt das Verdienst der Holländer und der Grund des Geheimnisses". KÖHLER 1791, p. 80. Il testo è ripreso alla lettera da Johann Georg Friedrich Kapff [KAPFF 1792, pp. 104-105], che cita inoltre i mulini olandesi come "Blaufarben Verfeinerungsfabriken" (raffinerie per il colore blu). KAPFF 1792, p. 95. Il passo riportato è seguito dalle considerazioni di un irlandese che ha sperimentato questo *metodo olandese* e di un tedesco che, a questo punto, si domanda perché i suoi connazionali non facciano la stessa cosa.

²²² I mulini per colori (*verfmolens*) e per smalto (*blauwsefmolens*) erano spesso associati a quelli per la carta. VOORN 1960, p. 13.

²²³ VIS 1945, p. 140 et segg.

²²⁴ JANTZEN 1951, pp. 9 e 57.

²²⁵ BAASCH 1927, p. 148.

colo nella zona dello Zaan c'erano quarantatre mulini a vento per colori ²²⁶. Malgrado la crisi economica della fine del secolo in Olanda, l'industria dei *verfmolens* non ebbe recessioni, grazie all'eccellente qualità dei prodotti ²²⁷; nel 1875 intorno a Zaandam c'erano in tutto duemilaottocento mulini, dei quali duecentosettanta per carta e colori ²²⁸.

8.9.2 Gran Bretagna

Sulla produzione di smalto in Inghilterra abbiamo un'ampia documentazione, grazie a un caso giuridico relativo al tentativo di instaurare il monopolio della produzione del pigmento all'inizio del XVII secolo ²²⁹. Il caso è stato ampiamente trattato da Rosamond Drusilla Harley, in appendice ad *Artists' pigments c. 1600-1835. A study in English documentary sources* ²³⁰.

Quella per fare lo smalto concessa nel 1605 a William Twynyho [o Twyngho, Twyniho], Abraham Baker ²³¹ e John [de] Artogh [o Hartogh] è la prima patente per produrre pigmenti emessa sul suolo inglese. Con questo documento si vietava a tutti, tranne agli intestatari della concessione, la produzione o l'importazione del pigmento. La risposta da parte dei produttori stranieri a questo tentativo protezionistico fu immediata e pesante.

Un certo Pieter Jacobson, mercante olandese con base a Londra, rivolse tre petizioni spiegando che tale concessione sarebbe stata improduttiva per la corona, in quanto ogni anno lui pagava trecento sterline in tasse doganali contro le venti che doveva versare il detentore della concessione; in una di queste petizioni insinuò anche che la proibizione di importare smalto sul suolo inglese avrebbe potuto danneggiare i rapporti diplomatici ²³². Il mercato locale venne saturato con l'invio di ingenti



Fig. 8.25 - Piatto, Inghilterra, XVII secolo, maiolica. Museo Internazionale delle Ceramiche in Faenza, inv. 13427.

²²⁶ VIS 1945, p. 140 et segg.

²²⁷ RÖHLK 1973, nota 321 a p. 106.

²²⁸ VIVIEN DE SAINT-MARTIN 1895, alla voce *ZAANDAM*, p. 523. Secondo Oskar Hausbrand i più famosi erano nel Westzaan, a Dordrecht e Warmervver. HAUSBRAND 1936, p. 523.

²²⁹ A questa data, in Inghilterra, lo smalto era un pigmento ormai apprezzato da oltre mezzo secolo; a riprova di ciò può essere addotto il fatto che esso compare nella tavolozza di almeno otto dipinti su tavola del secondo periodo inglese (1532-43) di Hans Holbein il Giovane (Augsburg 1497/8 - Londra 1543), mentre non è stato sinora identificato nei dipinti precedenti dello stesso pittore, sia quelli realizzati a Basilea, sia quelli del primo soggiorno inglese (1526-28). FALCUCCI 2007, in particolare nota 13 a p. 71. Tale differenziazione potrebbe derivare dalla facile disponibilità di questo pigmento sui mercati del nord grazie al decollo di una produzione massiccia e di qualità ad Anversa, il cui avvio, pertanto, potrebbe collocarsi nel quarto decennio del XVI secolo, coerentemente con l'avvio della bottega ceramica degli Andries e dell'attività del vetraio Bernard Swerts.

²³⁰ HARLEY 1970, pp. 183-190.

²³¹ Da un documento datato all'8 maggio 1604 sappiamo che il mercante Abraham Baker era nato nelle Fiandre, a Ghent/Gand. TAIT 1960, p. 39.

²³² "Jacobson refers to the unemployment that the patent had caused among his former workmen in the Netherlands, the complaints they had made to the Dutch States-General and the ill feeling it had caused in a country 'in league and amity with His Majesty'". HOYLE 2011, pp. 573-574.

quantitativi di pigmento a basso costo, vennero inviate maestranze per lavorare il pigmento sul posto e si diffamarono presso il parlamento i titolari della concessione. Quest'ultima fu annullata e sostituita nel 1609 da una nuova patente, il cui titolare era il solo Abraham Baker. Quest'ultimo intentò un'azione legale contro Christian Wilhelm, un immigrato olandese²³³ naturalizzato inglese che produceva smalto a Southwark, dove morì nel 1630. Wilhelm fu in grado di dimostrare di aver impiantato la sua manifattura nel 1604 al momento del suo arrivo in Inghilterra²³⁴, precedentemente alla concessione della prima patente, e che, addirittura, i suoi tre intestatari avevano fatto pressione sui suoi operai per carpire informazioni tecniche su come produrre il pigmento. Malgrado queste e altre prove addotte la manifattura di Wilhelm fu chiusa ma Baker non riuscì a impedire l'importazione clandestina di smalto, nonostante il supporto fornito dalle autorità ufficiali²³⁵. Le difficoltà economiche portarono all'emissione di una nuova patente nel 1619, con condizioni più vantaggiose per Baker, che fece comunque bancarotta nel 1623.

Sulla base dei dati esposti appare chiara la buona fede di Wilhelm e l'arroganza di Baker, forte di un appoggio *in alto loco*. La Harley ci informa comunque che Wilhelm "was not entirely ruined, for he is mentioned in later records ... as a vinegar distiller and gallipot-maker resident in the Maze on the Waterside at Southwark".

Le ricerche della Harley sono state pubblicate per la prima volta nel 1970 e da quel momento le vicende concernenti il contenzioso tra Wilhelm e Baker in merito all'esclusività di produrre lo smalto in Inghilterra sono state ampiamente divulgate, grazie alla diffusione che hanno avuto il volume della Harley e le sue ristampe, oltre alla ripresa di tali avvenimenti effettuata da Stuart James Fleming (n. 1943)²³⁶, François Delamare (n. 1938)²³⁷ e Nicola Costaras²³⁸. Inesperatamente, due articoli pubblicati nel 1960 e nel 1961 da Gerald Hugh Tait (1927 - 2005) consentono di scoprire il seguito della storia. I documenti resi noti da Tait sono in gran parte posteriori a quelli presi in considerazione dalla Harley; inoltre, la circostanza che pochissimi sono i documenti noti a entrambi rende complementari le loro ricerche. È comunque sorprendente che la Harley non fosse a conoscenza degli studi pregressi di Tait; dal canto suo,

²³³ Da un documento del 18 settembre 1618 apprendiamo che Christian Wilhelm era nato a "Dollett in Holland". TAIT 1960, p. 40. Secondo Isabel Davies, invece, Christian Wilhelm era nativo del Palatinato e aveva soggiornato in Olanda prima di giungere in Inghilterra. DAVIES 1969, p. 12.

²³⁴ Christian Wilhelm dichiara addirittura di aver importato le mole e i cavalli per produrre *blewe stanche/smalt*. La produzione di Wilhelm, fin dall'inizio, non deve essere stata trascurabile, se nel 1605 troviamo già documentata l'esportazione da Londra dello smalto da lui prodotto. Per esempio l'11 febbraio è registrata in uscita da Londra sul *Gift of God* di Dieppe un carico di smalto da lui prodotto. DAVIES 1969, p. 14.

²³⁵ Il 2 giugno 1618, infatti, Edward la Zouche, undicesimo barone Zouche (Harringworth [Northamptonshire] 1556 - Bramshill House [Hampshire] 1625), Lord Warden of the Cinque Ports e connestabile del castello di Dover, emise un mandato rivolto alle autorità cittadine dei principali porti inglesi sulla manica (Dover, Sandwich, Rye, Hythe e Hastings) con l'ingiunzione "to assist Abraham Baker, sole patentee for manufacture of smalt, to search and seize all smalt not stamped and sealed by himself, within their several liberties". CSP 1611-1618, p. 543. Un mandato analogo, "to all Mayors and other Officers. To aid Abraham Baker, patentee for the sole making of smalt, in discovering and seizing smalt illegally made" fu emesso il 23 marzo 1609 da Robert Cecil, primo Earl of Salisbury (Londra 1563 circa - Marlborough 1612-1612), Lord Keeper of the Privy Seal. CSP 1603-1610, p. 501.

²³⁶ FLEMING 1985; la bibliografia, succinta e generica, è riportata alla p. 80 della stessa rivista. Sebbene l'autore non ne faccia menzione, questo lavoro riassume quanto precedentemente pubblicato dalla Harley (non inserita nei riferimenti bibliografici) con citazioni pressoché alla lettera.

²³⁷ DELAMARE 2006, p. 97; DELAMARE 2013, pp. 67-68.

²³⁸ COSTARAS 2010. Questo studio ricostruisce e analizza in dettaglio il meccanismo delle patenti e dei brevetti concessi dai monarchi inglesi in epoca elisabettiana e Stuart, indagando a fondo le vicende del possessore della patente (Baker), ma lasciando in ombra quelle della controparte (Wilhelm).

quest'ultimo, non avendo nozione degli antefatti, trova aggressivo, quasi senza scrupoli, il modo di agire di Wilhelm nei confronti di Baker. Ma procediamo con ordine.

Come anche noto alla Harley, dopo l'esito disastroso dell'azione legale intentatagli da Baker, Wilhelm si riprese economicamente distillando aceto e facendo il vasaio; il termine specifico è *gallipot-maker*, dove con *gallaware* si intende la maiolica²³⁹.

Il 22 gennaio 1628, ormai edotto sulla maniera di procedere in tali affari, Wilhelm rivolse al re una petizione per una patente per fare lo smalto (la bancarotta di Baker, che lo rendeva ormai un avversario meno temibile, era avvenuta cinque anni prima)²⁴⁰, di cui si dichiara inventore, e per fare la maiolica (*gallipot*)²⁴¹. La concessione della patente giunse sei mesi dopo, il 12 luglio 1628, ma limitata alla maiolica (*gallaware*) e senza citare lo smalto, dunque Baker godeva ancora degli appoggi *in alto loco*²⁴². Alcuni documenti sembrano comunque attestare che la manifattura di maioliche era stata impiantata da Wilhelm anni prima, nel 1618, a Pickleherring (Southwark, quindi lo scenario è lo stesso della precedente manifattura di smalto); la richiesta del 1628 sembra dunque motivata dal timore di un altro atto di pirateria e nello stesso tempo è probabile che solo in questo momento, con la manifattura di ceramiche avviata e affermata, Wilhelm fosse in grado di affrontare l'impegno economico che la concessione richiedeva. È stato individuato un consistente gruppo di manufatti riconducibili alla bottega di Wilhelm, che oltre a pezzi in stile italiano produceva imitazioni delle apprezzatissime porcelane *bianche e blu* Ming e dell'altrettanto alla moda produzione su fondo *bleu persan* di Nevers, quest'ultime sembra con esiti non eccezionali²⁴³. Per tutte queste produzioni, ovviamente, necessitava il cobalto, pertanto Wilhelm, sebbene gli fosse stata interdetta la produzione dello smalto (finalizzata alla vendita), lo continuò a utilizzare e, probabilmente, a fabbricarlo esclusivamente per uso interno alla sua bottega; come sottolinea Hugh Tait, infatti, "Christian Wilhelm must, therefore, have had to choose between buying his smalt from Abraham Baker, buying imported smalt (the customs on which had been demised by Charles I to the Earl of Kinnoull) which was probably dearer, or running the risk of making it himself and so contravening Baker's monopoly"²⁴⁴.

Più si affermava l'attività economica di Wilhelm e più questi si sentiva sicuro di tornare alla carica riguardo alla concessione della patente per lo smalto, vantando una superiorità tecnologica rispetto a Baker, grazie all'utilizzo di un fondente meno ricco in potassio: le ceneri di

²³⁹ "Gallyware' was the contemporary name for delftware and 'gally pott maker' was a delftware potter. The name 'delftware' was not applied to the English manufacture until about the middle of the eighteenth century, though the Dutch ware was known by this name in the seventeenth century". TAIT 1960, nota 5 a p. 36. "The term 'galley potter' appears to have been imported, along with the potters, from the Netherlands, where 'galleybakker' was applied in the second half of the sixteenth century to maiolica potters from Antwerp". HILDYARD 1990, nota 1 a p. 354.

²⁴⁰ Sappiamo inoltre che nel 1626 Baker iniziò a costruire a nordest di Londra un mulino sul fiume Lee, vicino Temple Mill, un affluente nord del Tamigi, ma gli fu subito ingiunto di interrompere la costruzione. BURNBY 1978.

²⁴¹ "Petition of Christian Wilhelm, Gallipot Maker to the King. About 23 years ago petitioner came into the realm to plant the making of smalt, of which he was the inventor. One Abraham Baker obtained a patent for this invention, and otherwise supplanted the petitioner, who would have been undone, but that he found out gallipot making. Prays that he may be at liberty to make blue starch, alias smalt notwithstanding Baker's patent, that he may be sworn the King's servant for making gallaware, and that a workshop for making and drying gallaware, may be permitted to stand, although erected in a garden, on blocks, contrary to the building now in use. (Underwritten is a reference to the Attorney- & Solicitor-General to draw up a license for continuing the workshop above mentioned)". TAIT 1960, pp. 37-38.

²⁴² "12 July 1628 Westminster. Grant of privilege to Christian Wilhelm of the sole manufacture of gallyware in England, for 14 years, he being the first inventor thereof, on payment to the Crown of 13 l. per annum". Idem, p. 39.

²⁴³ "Christian Wilhelm even attended to simulate the 'Persian blue' wares of Nevers, though his efforts lack the deep lustrous quality of the Nevers pottery". TAIT 1961, p. 22.

²⁴⁴ TAIT 1960, p. 39.

barilla (*salsola sativa*, pianta litoranea che cresce lungo le coste del Mediterraneo, soprattutto in Spagna) al posto della potassa. Ecco il testo della nuova richiesta: "Reasons to induce his Majesty to compound and take in hand two patents granted out for stuff to make blue starch as saffer and potashes. The patents complained of were granted by James I on 20 January in the 16th Year of his reign for 31 years, to Sir George Hayes, but really for the benefit of Abraham Baker, a Dutchman, born in Flanders. Great misconduct is attributed to Baker by the writer of the present paper, who prays the King to withdraw the patent from Baker and confer it upon Christian Wilhelm, the first man that invented smalts in this kingdom, and from whom Baker had his insight, and so got a patent over his head. The writer further states that there is a stuff called 'barilli' that is better for blue than potashes, and that Wilhelm has invented the making of white earthen pots, glazed both within and without, which show as fair as China dishes"²⁴⁵. Per il momento non è noto se tale ulteriore richiesta di patente abbia sortito esito positivo; la bottega di Wilhelm continuò comunque ancora per alcuni decenni l'attività segno che - sebbene all'inizio si fosse dimostrato ingenuo e, forse, sprovveduto - la qualità dei prodotti e la competenza tecnica gli consentirono alla lunga di affermarsi e arricchirsi.

Più volte si è accennato al fatto che Baker non poteva agire senza un appoggio politico. Tale appoggio era rappresentato da George Hay (Scozia 1572 - Londra 1634), creato nel 1596 Gentleman of the Bedchamber di Giacomo VI di Scozia (Edimburgo 1566 - Londra 1625), incoronato Giacomo I re d'Inghilterra e Irlanda nel 1603. Fedele al re Stuart già quando questi sedeva solo sul trono di Scozia George Hay ottenne dal Giacomo I e dal suo successore varie gratifiche: fu creato cavaliere nel 1609, Lord Chancellor of Scotland nel 1622 (carica che ricoprì fino alla morte), visconte di Dupplin nel 1627 e primo Earl of Kinnoull nel 1633. Il 27 dicembre del 1616 George Hay ottenne dal re un *grant* (concessione/assegnazione) con cui gli si conferiva il diritto di riscuotere le imposte sulla produzione e il commercio dello smalto "for divers years" contro un versamento annuo alla corona di duecentoquaranta sterline²⁴⁶. Lo stesso privilegio, sempre contro indennizzo annuo alla corona di duecentoquaranta sterline, fu riassegnato a George Hay l'8 febbraio 1619, questa volta specificandone la validità per la durata di trentuno anni²⁴⁷, e dopo otto giorni, il 16 febbraio, su istanza dello stesso Hay venne assegnata ad Abraham Baker, contro un versamento di venti sterline annue alla corona, la licenza per fare e vendere lo smalto, mettendo così in evidenza la natura delle relazioni tra i due²⁴⁸. Si sottolinea inoltre che ne' George Hay ne' Abraham Baker rispettarono gli impegni assunti con la corona: da un documento che probabilmente risale al 1637 sembrerebbe infatti che gli Earls of Kinnoull non abbiano mai versato la quota di duecentoquaranta sterline annue²⁴⁹; inoltre, grazie a un'azione legale intentata dal mercante John Lloyd nel gennaio 1645 sappiamo che oltre all'Earl of Kinnoull, neanche Baker, ormai deceduto, aveva mai versato i soldi dovuti alla corona, nonostante avesse riscosso dallo stesso Lloyd numerose quietanze al riguardo, di cui a quel punto il postulante richiedeva il rimborso²⁵⁰. Con la morte di George Hay, il privilegio rimase in famiglia, visto che il secondo Earl of Kinnoull (Kinfauns [Perthshire, Scozia] 1595 circa²⁵¹ - Whitehall 1644), figlio e omonimo del precedente, nel 1635 presentò una petizione al re in cui richiedeva il trasferimento a suo nome del privilegio precedentemente elargito al padre²⁵², privilegio che gli fu concesso il 25 maggio 1638, con la condizione di pagare gli arretrati in-

²⁴⁵ Idem, pp. 39-40.

²⁴⁶ CSP 1611-1618, p. 416.

²⁴⁷ CSP 1619-1623, p. 12. Da documenti successivi si evince che il privilegio viene riconfermato il 21 febbraio 1626 dal successore di Giacomo I, per i rimanenti ventiquattro anni. CSP 1635-1636, p. 46.

²⁴⁸ CSP 1619-1623, p. 15.

²⁴⁹ CSP 1637-1638, pp. 101 e 454.

²⁵⁰ CSP 1625-1649, pp. 673-674.

²⁵¹ Alcuni testi collocano la data di nascita attorno al 1602.

²⁵² CSP 1635-1636, p. 46.

vasi²⁵³, e rinnovato il 2 agosto 1641²⁵⁴. Un ulteriore rinnovo di trentuno anni del privilegio agli Earls of Kinnoull è attestato nel 1664²⁵⁵, anno in cui fu dato in appalto (*leased*) a terzi per la somma di novecentoquaranta sterline annue²⁵⁶.

Come abbiamo avuto occasione di constatare, lo smalto prodotto da Wilhelm era di ottima qualità, a differenza di quello prodotto da Baker, dopo l'interdizione l'unico autorizzato alla sua manifattura; tutto ciò ha fatto sì che per tutto il XVII secolo e buona parte del secolo successivo gran parte dello smalto utilizzato fosse essenzialmente importato sul suolo inglese. Si cercò di porre argine a tale dipendenza solo nella seconda metà del XVIII secolo. La Royal Society of Arts, dopo aver bandito e conferito nel 1754 un premio di cinquanta sterline per la scoperta del cobalto nel regno d'Inghilterra²⁵⁷, nel 1764 ne bandì un altro di cinquanta sterline per promuovere la fabbricazione di *saffre* e smalto utilizzando "native cobalt", vinto dal gioielliere e orologiaio Nicholas Crisp, membro fondatore della stessa Royal Society of Arts.

La prima vera manifattura di smalto inglese fu impiantata soltanto nel 1772 a Cobridge, dal pittore Roger Kinnaston, istruito dal Quaker Minister e chimico William Cookworthy (Kingsbridge [Devon] 1705 - Plymouth 1780), in relazione con Crisp, dal quale nel 1768 aveva comprato una mezza tonnellata di "Zaffara", e scopritore del "china clay" in Cornovaglia²⁵⁸. Sappiamo peraltro che in precedenza Cookworthy aveva comprato cobalto dalla Slesia²⁵⁹.

In seguito, intorno a 1807, fu impiantata la British Cobalt Smelting Company di Hanley, a Stoke-on-Trent, dove si trovavano le manifatture di Wedgwood e Spode. Bernard Watney cita una lettera di Josiah Wedgwood II (Stoke-on-Trent [Staffordshire] 1769 - 1843) che nel 1817 conferma la dichiarazione della British Cobalt Smelting Company secondo la quale il suo cobalto sarebbe di una qualità superiore a quelli della Sassonia e della Svezia, nonostante l'evidenza di un prodotto ancora molto passibile di miglioramenti²⁶⁰.

²⁵³ CSP 1637-1638, p. 454. Il 6 agosto dello stesso anno le duecentoquaranta sterline annue e tutti gli arretrati dovuti vengono assegnati dal re a William Murray, Groom of Bedchamber. CSP 1637-1638, p. 588.

²⁵⁴ CSP 1625-1649, pp. 636 e 640.

²⁵⁵ CTP 1556-1696, pp. 56-57 (cfr. anche pp. 132 e 134).

²⁵⁶ CTP 1556-1696, pp. 382-383 (cfr. anche pp. 212-213).

²⁵⁷ Cfr. paragrafo 5.8.

²⁵⁸ Simeon [Ackroyd] Shaw (Salford [Lancashire] 1785 - Stafford [Staffordshire] 1859), che forse ha avuto accesso a testimonianze dirette, scrivendo dopo solo mezzo secolo circa, riferisce in maniera più dettagliata riguardo alle vicende di Roger Kinnaston: "In the early practice of *Blue Painting*, the Colours were prepared by merely grinding with a muller on a stone, the zaffres, and the Crystals of Cobalt first brought into this County by Mr. Mark Walklett, and Mr. John Blackwell, of Cobridge, exceeding fine in quality, and readily used as above. But, the demand increasing, we are informed, that Mr. Cookworthy (already mentioned,) who had been a Painter, and also a Chemist and Druggist, at Bristol, happening to meet an old acquaintance, Roger Kinnaston, also a painter, in very reduced circumstances, fully instructed him in the process of preparing a Blue from Zaffres; and also the whole *Recipe* for extracting the pure metal from Cobalt ores. At first, the ore was calced in the forebung of the Potter's Oven; but, about 1772, Mr. K. had an air furnace set up at Cobridge, where for some time, he pursued the making of Blue. All the advantage Mr. K's. family derived from the practice, was a mere livelihood. In the hands of a prudent person, the instruction Mr. Cookworthy had kindly given, would have proved an invaluable source of opulence; many preparers of Blue, in our day, being possessed of considerable wealth; but with Mr. Kinnaston, it was merely subservient to gratifying his Bacchanalian propensities. He sold copies of the recipe for trifling sums, £10, or £12; and after living in indolent ebriety, he died without honour and in a state of poverty". SHAW 1829, p. 211.

²⁵⁹ KERR 2004, p. 759.

²⁶⁰ "However, judging from the harsh indigo blue of a documentary Spode pottery plate in my own collection the enthusiasm of the Staffordshire potters must have been based on other considerations than aesthetic ones. The reasonable conclusion is that during the eighteenth century at least, England was dependant on Saxony for the supply of good quality smalt". WATNEY 1963, pp. 8-9.

fabbriche di smalto	attività	riferimenti
Southwark (Londra)	1604-05, ...	HARLEY 1970, pp. 183-190
Cobridge (Staffordshire)	1772-...	WATNEY 1963, p. 8
Stoke-on-Trent (Staffordshire)	1807 circa-...	WATNEY 1963, p. 8

Tab. 8.7 - Fabbriche di smalto inglesi.

Alle precedenti notizie circostanziate sulla produzione e sulla lavorazione dello smalto in Inghilterra possiamo infine aggiungere la menzione di tre mulini per colori attivi a Londra (Battersea/Lambeth): *The Colour Mill* (dal 1684), *Norfolk House Mill* (dal 1730), *The 'Territ House' Mill* (dal 1753)²⁶¹.

Non si ha invece notizia di officine dedicate alla produzione di smalto ad Alva, vicino Alloa nel Clackmannanshire (Scozia) sebbene la qualità dei minerali ivi estratti nel settimo decennio del XVIII secolo fosse particolarmente apprezzata, anche nel continente; è pertanto presumibile che la loro lavorazione sul posto fosse espletata da fabbriche di ceramica locali, secondo i rispettivi fabbisogni, e che l'eventuale esportazione riguardasse i minerali e non il pigmento.

8.9.3 Francia

La manifattura francese di smalto a Sainte-Marie-aux-Mines, situata a monte della valle di Ravental in Alsazia, ebbe un'esistenza effimera, anche se negli archivi della ditta Welser di Norimberga, attiva fino al 1614, troviamo citata la zaffera qui prodotta, oltre a quella della Sassonia. La produzione di smalto fu avviata nel 1710²⁶², con la ripresa delle attività minerarie della zona.

“Dans un mémoire de M. de Brou, intendant d'Alsace de 1728 à 1743, rédigé en 1735, il est dit: “Il y a environ vingt-cinq années que quelques négociants de la ville de Strasbourg avaient établi à Sainte-Marie-aux-Mines une fabrique d'azur qui leur produisait des sommes considérables et diminuait le commerce que s'en faisait ci-devant en Saxe et dans le pays de Hesse. L'azur qui provenait de cette fabrique était assez beau et il s'en faisait des entrepôts à Lyon, à Marseille, à Rouen et à Amsterdam. Cependant on prétend que la qualité n'en était pas aussi fine que celui qu'on tirait des pays étrangers, mais, comme il y avait au moins 50 ouvriers employés à cette fabrique, et que les entrepreneurs étaient assujettis à des dépenses considérables, ne trouvant pas un débit d'azur proportionné à la production de la mine et à sa richesse, dont ils retiraient chaque année mille à douze cents quintaux d'azur, il se sont dégoûtés, et la mésintelligence ayant ensuite divisé les entrepreneurs et associés, ils ont entièrement abandonné leur mine, qu'il ne serait peut-être ni difficile ni désavantageux de remettre en oeuvre. On sent aisément qu'un pareil établissement, empêchant l'argent de passer à l'étranger, devient, pour ainsi dire, un trésor dans un royaume, et surtout dans la province où il se trouve”²⁶³.

Per la Francia, Johann Georg Friedrich Kapff cita nel 1799 la *Fabrique d'azur* di Juzet-de-Luchon, vicino Saint-Mamet (fig. 8.26). Grazie agli studi di François Delamare abbiamo una copiosa mole di informazioni riguardo a quest'ultima fabbrica. Le prime testimonianze in merito, indirette, sono collocabili al 1773, ma il fatto che essa trattasse il cobalto proveniente anche (o soprattutto) dal versante spagnolo dei Pirenei (Gistain) lascerebbe ipotizzare che fosse operativa subito dopo la metà del XVIII secolo, in quanto sino a tale epoca si hanno notizie dell'esportazione in Germania e in Olanda dei minerali di cobalto estratti a Gistain²⁶⁴. Nel 1786 Philippe-Frédéric de Dietrich visitò la fabbrica di Saint-Mamet e ne fornì una dettagliata relazione, data alle stampe nello stesso anno nella prima parte della *Description des*

²⁶¹ BRITTON 1987, p. 193.

²⁶² BUROSE 1971, p. 4.

²⁶³ RISLER 1873, pp. 79-80.

²⁶⁴ Tali notizie concernono il periodo 1740-43 (METZ 1955, p. 254) e il periodo 1753-55 (DE-LAMARE 2007, p. 100, che cita RUBIO NAVAS 2003; la notizia non è ripresa nel paragrafo corrispondente in DELAMARE 2013).

gîtes de minerai, des forges et des salines des Pyrénées ²⁶⁵. François Delamare ha inoltre rintracciato l'originario manoscritto della relazione, che si scosta fortemente dal testo edito, pubblicandolo *in extenso* ²⁶⁶. Molto forti erano i legami con la Sassonia, in quanto era tedesco il personale specializzato operante nella fabbrica; a questo si aggiunge che il proprietario stesso, il conte di Beust ²⁶⁷, era di origine sassone e "Chambellan de l'Électeur de Saxe" ²⁶⁸. In ogni caso, non si sa se Beust nel 1784 rilevò la fabbrica di Saint-Mamet già citata o se ne creò una nuova. Secondo Anne Conchon, Beust aveva ottenuto nel 1784 una concessione di venticinque anni per l'estrazione del cobalto di Juzet-de-Luchon, nei Pirenei francesi e si era inoltre fatto assegnare il privilegio di sfruttare la miniera di Gistain, sul versante spagnolo che, come accennato, può aver fornito già da prima il cobalto alla fabbrica di Saint-Mamet ²⁶⁹. Questa fabbrica, che trattò quasi essenzialmente i minerali di cobalto estratti in Spagna, potenzialmente era in grado di sopperire a tutta la richiesta francese, e per tale motivo il proprietario cercò di ottenere delle misure protezionistiche nei confronti di smalto e zaffera importati da Germania e Olanda. A causa della Rivoluzione francese la fabbrica restò chiusa dal 1792 al 1807 ²⁷⁰ e non abbiamo trovato informazioni su una presunta successiva riapertura.

fabbriche di smalto	dipartimento	attività	riferimenti
Sainte-Marie-aux-Mines	Haut-Rhin	dal 1710	BUROSE 1971, p. 9; RISLER 1873, p. 79
Saint-Mamet	Haute-Garonne	1784-92	DELAMARE 2007, pp. 100-105

Tab. 8.8 - Fabbriche di smalto francesi attive anteriormente al 1800.



Fig. 8.26 - Edificio superstite della Manufacture Royale de Saffre et d'Azur de Saint-Mamet; immagine tratta da <http://www.panoramio.com/photo/36420116>.

²⁶⁵ DIETRICH 1786, pp. 295-304. Le parti più interessanti della descrizione di Dietrich sono riportate nel paragrafo 5.1.2.

²⁶⁶ DELAMARE 2007, pp. 100-104 (trad. in inglese in DELAMARE 2013, pp. 75-78).

²⁶⁷ Johann Georg Friedrich Kapff riferisce che, con l'aiuto di Philippe-Frédéric de Dietrich, il conte di Beust riteneva di essere riuscito a scoprire il segreto del processo per fabbricare lo smalto degli olandesi. KAPFF 1792, pp. 101 e 102. Per altre informazioni su Beust si rimanda alla nota 44 del capitolo 5.

²⁶⁸ Dietrich, citato in DELAMARE 2007, p. 102.

²⁶⁹ CONCHON 2004, p. 461.

²⁷⁰ DELAMARE 2007, pp. 104-105.

8.9.4 Norvegia e Svezia

Per la Norvegia Johann Georg Friedrich Kapff indica la fabbrica di Bregnös (Bragernoës/Bragnoes)²⁷¹, intendendo la *Blaafarveverk/Blaufarbenwerk* di Modum (fig. 8.27), vicino a Fossum, a nord di Drammen, attiva dal 1776 al XIX secolo²⁷², che lavorava il cobalto proveniente dalle vicine miniere di Skutterud (parrocchia di Modum).



Fig. 8.27 - *Blaafarveverk* di Modum [foto Mahlum, da Wikimedia Commons].

Non abbiamo trovato informazioni sulla fabbrica di Tunaberg in Svezia. Secondo Johann Friedrich Ludwig Hausmann il cobalto di Tunaberg, nonostante la sua eccellente qualità - in particolare per dipingere sulla ceramica e sulla porcellana - non è stato lavorato in una *Blaufarbenwerk* specifica per un commercio su vasta scala, ma era venduto grezzo alla fabbrica di ceramica Geijer e a un grossista di Stoccolma, che lo rivendeva ad Amburgo²⁷³.

8.9.5 Russia

I russi Michail Vasilievich Lomonosov (Misaninskaja 1711 - San Pietroburgo 1765), scienziato e poeta, e Dmitri Iwanowitsch Vinogradov (Susdal 1720 - San Pietroburgo 1758), chimico e specialista nell'arte mineraria, avevano studiato insieme tre anni all'università di Marburg e fra il 1739 e il 1740 alla scuola mineraria (*Stipendienkasse*) di Freiberg, col famoso *Bergrath* (consigliere minerario) Henckel²⁷⁴. Dopo il suo ritorno in Russia, passando per l'Olanda, lo Harz e l'Assia, dove visitò le miniere, Lomonosov lavorò all'Accademia delle Scienze di San Pietroburgo e sperimentò la fabbricazione del vetro e la sua colorazione, in particolare per gli smalti, soprattutto musivi; nel 1753, infatti, su iniziativa di Lomonosov fu creata a Ust Rudista, vicino San Pietroburgo, una fabbrica di smalto e di vetri colorati per mosaici²⁷⁵. Dal canto suo Vinogradov a partire dal 1740, grazie alle conoscenze acquisite in Sassonia, elaborò la tecnologia per produrre la porcellana nell'officina che divenne la Manifattura Imperiale di Porcellana (dal 1925 chiamata Manifattura M.V. Lomonosov), famosa per la tavolozza dei blu fatti col cobalto, verosimilmente importato, alla fine del XVIII secolo²⁷⁶.

²⁷¹ KAPFF1792, p. 104.

²⁷² LIESSMANN 1994, p. 34.

²⁷³ HAUSMANN 1814, vol. III, p. 316.

²⁷⁴ MENSCHUTKIN 1952, p. 31.

²⁷⁵ MENSCHUTKIN 1952, pp. 95, 99, 100 e 104.

²⁷⁶ PARIGI 1986, p. 380; AGARKOVA 1994, pp. 8-11. La fabbrica di smalto e di vetro sembrerebbe aver funzionato fino al 1768.

8.9.6 Svizzera

Il pastore Johann Jakob Wyttenbach (Berna 1748 - 1830) durante un viaggio nel Vallese nell'estate del 1771, volendo visitare la fabbrica di smalto di Sitten/Sion, la trovò ormai chiusa, deplorando che gli operai non avessero saputo trattare bene il "bel cobalto" locale ²⁷⁷.

fabbriche di smalto	paese	attività	riferimenti
Modum (Buskerud)	Norvegia	dal 1776	LIESSMANN 1994, p. 34
Tunaberg (Södermanland)	Svezia	dalla II metà del XVIII sec.	HAUSMANN 1814, vol. III, p. 316
Ust-Ruditsa, vicino San Pietroburgo	Russia	1753-68 creata da Lomonosov	MENSHUTKIN 1952, pp. 99-100
Sitten/Sion (Vallese)	Svizzera	nel XVIII sec.; non più attiva nel 1771	WYTTENBACH 1775, p. 111

Tab. 8.9 - Fabbriche di smalto in Scandinavia, Russia e Svizzera attive anteriormente al 1800.

²⁷⁷ WYTTENBACH 1775, pp. 110 e 111. Per cobalto locale s'intende quello della vicina valle d'Anniviers. Cfr. paragrafo 5.9.

Capitolo 9

Ricette associate all'impiego di zaffera, smalto e/o cobalto

Trattati e ricettari sono relativamente prodighi di informazioni tecniche relative alla preparazione e all'uso di zaffera, smalto e coloranti a base di cobalto. Nel presente capitolo sono state prese in considerazione le più significative, cercando, quando possibile, di individuare i legami che sussistono tra di esse, in modo da valutare l'evoluzione e la trasformazione di alcuni procedimenti.

9.1 Ricette per la purificazione della zaffera

Nei ricettari, in particolare quelli vetrari, sono frequenti prescrizioni concernenti la purificazione della zaffera che prevedono in genere un arrostitimento per tempi più o meno prolungati. I lunghi tempi di permanenza a temperature elevate all'interno della fornace consentono di escludere che la zaffera indicata in queste prescrizioni corrisponda a quanto commercializzato nel XVIII secolo, quando i minerali di cobalto arrostiti venivano miscelati a della sabbia, prima di venire immessi in commercio. In quest'ultimo caso, infatti, la cottura prolungata, a volte nella parte più calda della fornace, avrebbe comportato la fusione del prodotto, situazione cui nessuna delle ricette in esame fa riferimento.

Poiché la datazione di alcune di queste ricette è spesso posteriore al primo decennio del XVII secolo - periodo in cui l'elettore di Sassonia Christian II, morto nel 1611, trasformò in monopolio la lavorazione e la vendita dei minerali di cobalto nelle terre a lui sottoposte - dobbiamo ipotizzare che ancora nella metà dello stesso secolo e oltre¹ circolavano i minerali di cobalto così come erano estratti, non depurati dall'arsenico. Tutto ciò potrebbe essere dovuto a tre fattori, probabilmente concomitanti: la persistenza nelle botteghe vetrarie di metodi di purificazione messi a punto in precedenza, la disponibilità di cobalto proveniente da siti non sottoposti all'elettore di Sassonia e la possibilità che il monopolio sassone immettesse nel mercato anche minerali non trattati, contrariamente alle disposizioni emanate.

La prescrizione più semplice è quella riportata nel *Ricettario Darduin*², che prevede un semplice arrostitimento della durata di cinque o sei giorni, in vasi di terracotta ("crepe di ola") posti sulla traversa della fornace ("tressa della calchera"), la parte maggiormente esposta al calore.

R. CCIX *Del zafaro*. Il zafaro come tu il compri averti prima che sia sodo, fisso, et pesante, et non busegno, et leggero, et che in qualche parte ti mostri che tiri al violado, et questo sarà buono; il pagherai soldi 12 la lira, mettilo nelle sue creppe di ola su la tressa della calchera per giorni 5 over sei che sarà brusado; ti farà di callo L. 16 poco più o poco manco per cento, questo ti venirà a costar brusado, e tamisado soldi 16 in circa la lira³.

Una prescrizione analoga si trova in un altro ricettario vetrario seicentesco, il *Libro de secreti cavato da molti mastri di Cristali et da altri homeni literati* (Roma, Biblioteca Casanatense, ms. 5461), contenente informazioni fornite dal muranese Gasparo Brunoro, attivo per lungo tempo nelle Fiandre. Questo manoscritto, datato al 1644, è stato redatto a Danzica, da cui si

¹ La redazione del ms. 5461 della Biblioteca Casanatense di Roma avvenne nel 1644, mentre la prescrizione CCIX a c. 81r del *Ricettario Darduin*, presupponendo uno sviluppo lineare della compilazione (in quanto viene meno in questa sezione del manoscritto una rigorosa strutturazione degli argomenti indicativa di una precedente organizzazione e ordinazione del materiale raccolto), è databile in prossimità della fine del XVII secolo (le uniche date di riferimento sono il 1654 a c. 50r e il 1693 a c. 84r).

² Ricettario trascritto da Giovanni Darduin (Murano 1585 - 1654); Archivio di Stato di Venezia, miscellanea di atti diversi, manoscritti, filza 41.

³ c. 81r, ZECCHIN 1986, p. 215.

desume che le informazioni in esso contenute possono rispecchiare, soprattutto quando si discostano dalle fonti veneziane, i procedimenti operativi in atto nell'Europa del nord, caratteristica che riferita al cobalto potrebbe fornire qualche lume sulla produzione di zaffera e smalto nelle Fiandre e in Olanda. Nel caso in esame, rappresentato dalla ricetta 193 (*A megiorà zaffaro*), vista l'analogia con la prescrizione CCIX del *Ricettario Darduin*, il trattamento subito dalla zaffera trova comunque corrispondenza diretta con quanto approntato a Murano:

193 - A megiora zaffaro.

Tuo el zaffaro e tienlo in fogo rosso per 3 o 4 di, più chel starà in fogo sarà megior, cavalo fora de fogo e tridalo e salvalo e farassi megior ⁴.

In un ricettario vetrario veneziano trascritto nella seconda metà del XVI secolo i tempi di cottura della zaffera nella fornace sono particolarmente lunghi ⁵, il che potrebbe indicare che nel caso specifico i minerali di cobalto arrivavano nella bottega vetraria poco o nulla trattati.

Come testimoniato nel capitolo 4 del VI libro dell'edizione in venti libri della *Magia naturalis* di Giambattista Della Porta ⁶, l'arrostimento della zaffera prolungato per più giorni poteva essere sostituito da un arroventamento seguito da un forte shock termico, gettandola in acqua, il che determinava la frantumazione del prodotto e anche la dissociazione di alcune sue componenti.

Una prescrizione simile, seppur meno dettagliata, si ritrova già in un manoscritto del XV-XVI secolo conservato nella Biblioteca Casanatense di Roma (ms. 2265), alla c. 90v: "*A preparare lo azuro de lamagna per opera de smalti*. Pigla azuro de lamagna de quello se tinge li vetri et metelo in una caza de ferro neta in la fornace e lassalo sta tanto che sij bene bianco per lo calore poi lo cava fuera et estinguelo in acqua fresca poi lo pista ut colla con laqua ut quello rimane in fondo geta via".

Il lavaggio con acqua per eliminare la frazione di ossidi e altri sali divenuta solubile poteva essere sostituito con un attacco acido (con aceto), che scioglieva altre componenti, consentendo una purificazione più spinta dell'ossido di cobalto. Le testimonianze più antiche di questo pro-



Fig. 9.1 - Piatto, Faenza, 1525-50, maiolica decorata a grottesche su fondo blu. Museo Internazionale delle Ceramiche in Faenza, inv. 255.



Fig. 9.2 - Piatto, Venezia, 1540-60, maiolica decorata a grottesche su fondo blu. Los Angeles, The J. Paul Getty Museum, object number 84.DE.120.

⁴ c. 44v, MORETTI 2004, p. 137.

⁵ "Per 15 o 20 giorni (quanto più tanto meglio)", ricetta XXVIII (*Per fare smalto come il precedente, ma migliore*). MORETTI 2001, p. 78.

⁶ DELLA PORTA 1589, p. 120; DELLA PORTA 1677, p. 215. Per il testo di queste ricette si rimanda al paragrafo 3.5.

cedimento sono reperibili nella ricetta LXXXII (*Vetro azzurro*) del terzo trattatello pubblicato dal Milanese⁷, che alla ricetta LXXXIX porta la data 30 giugno 1443, e in una nota posta in chiusura della ricetta 126 per fare uno smalto di colore azzurro (*A fare smalto azuro et miglior, et più bello*) del ricettario vetrario cinquecentesco contenuto nel cosiddetto *Manoscritto di Montpellier*.

Milanese, III trattatello

Manoscritto di Montpellier

LXXXII. *Vetro azzurro*.

Togli polvere d'azzurro e metterla in una pentola di terra e metterla in sulla volta della fornace, ch'ella vi stia 3 o 4 di, e poi to'la in una cazza di ferro e mettila in una fornace che ella doventi ben fuoco: e poi mettila nell'aceto e lavalala bene colla mano; essendo troppo calda mettevi dell'aceto, e versa poi l'aceto piano e rimane lo fine, e lo tristo va fuori, ciò è va via. Poi l'asciuga bene e danne allo vetro quanto bisogna, e farai bello azzurro⁸.

... l'azuro vol essere scaldato in una caza, et quando è stato ben caldo, butalo in lo aceto et lassalo sugar, et piglia quel sotil over quella parte resta in lo aceto: con el sotil tengi, et farà bon color⁹.

All'inizio del XVII secolo tale prescrizione, in una forma più ampliata e piana, sarà esposta nel capitolo XII del primo libro dell'*Arte vetraria* di Antonio Neri. La disponibilità di questa prescrizione in un testo a stampa che ha avuto una diffusione enorme ne ha probabilmente determinato, o almeno favorito, la presenza in ricettari successivi alla sua pubblicazione, come per esempio quello di Gasparo Brunoro, che riporta numerose ricette tratte da Antonio Neri; non si deve comunque dimenticare che Brunoro e Neri hanno frequentato, seppure in tempi e per periodi differenti, ambienti vetrari analoghi (in particolare quello muranese e quello fiammingo), il che potrebbe giustificare l'esistenza di fonti comuni o parallele. Nel caso del capitolo sulla purificazione della zaffera, comunque, la forte sovrapposizione tra i due testimoni lascerebbe ipotizzare una derivazione diretta, quindi dal trattato di Neri (più antico e a stampa) al ricettario di Brunoro.

Antonio Neri
Arte vetraria (1612)

Gasparo Brunoro
ms. 5461 della Bibl. Casanatense

A preparare la Zaffera, che serve per più colori nell'Arte vetraria. Cap. XII.

Pigli la Zaffera in pezzi grossi, & mettasi in tegami di terra tenendola nella camera della fornace per uno mezo giorno, di poi si metta in una cazza di ferro a infiammare nella fornace, & si cavi, & così calda si sbruffi con aceto forte, poi come è fredda si macini sottilmente sopra porfido, & in catinelle di terra invetriata con acqua calda si lavi, & a più acque, lasciando sempre posare la Zaffera in fondo, poi si decanti pianamente, che così porterà via la terrestrità, & immonditie della Zaffera, & la parte buona, & tintura della Zaffera rimarrà in fondo, laquale così preparata, & purificata tingnerà assai meglio, che prima, facendo tintura limpida, & chiara, questa Zaffera si asciughi, & si serbi in vasi serrati al suo uso, che farà assai meglio che prima¹⁰.

19 - *A calcinar la Zaffera che serve per più colori nell'arte Vetraria*.

Piglia zaffera in pezzi grossi, et mettasi in tegame di terra tenendola nella camera della fornace per un mezo giorno ben coperta, poi si metta in una cazza di ferro, a infiammare nella fornace, poi si cavi et così calda si sbruffi con aceto forte, poi come è fredda si macini sottilmente sopra porfido, et in catinelle d'acqua calda si lavi in più aque, lasciando sempre posare la zaffera in fondo. Poi si decanti pianamente, che così porterà via la terestrità, e monditie, et la parte buona della zaffera rimarrà, nel fondo, la quale così preparata farà color admirabile, avvertendo d'assiugarla bene e riponerla in loco che non vadi polvere¹¹.

⁷ Archivio di Stato di Firenze, ms. 797.

⁸ MILANESI 1864, p. 169.

⁹ c. 24v, ZECCHIN 1987, p. 268.

¹⁰ NERI 1612, p. 15.

¹¹ c. 5r, MORETTI 2004, p. 94.

Nel trattato di Neri e nel ricettario di Brunoro, a proposito della purificazione dell'ossido di manganese, se ne sottolinea la perfetta analogia col trattamento di purificazione della zaffera. In questo caso, tuttavia, i due testi si discostano maggiormente dal punto di vista lessicale. Tale differenziazione potrebbe essere però in parte dovuta alla riscrittura operata da Brunoro, eliminando le informazioni generali sulla provenienza del minerale, che arricchiscono il trattato e invece avrebbero appesantito l'esposizione stringata di dosi e procedimenti tipica di un ricettario.

Antonio Neri
Arte vetraria (1612)

A preparare il Manganese per colorire i vetri.
Cap. XIII.

... si metta così in pezzi, come è in cazza di ferro, & si faccia reverberare nella fornace, & così infiammato si sbuffi con aceto forte, poi si macini sottilmente, come la Zaffera, & si lavi a più acque calde come s'è detto della Zaffera, si asciughi, & polverizi, & si serbi in vasi serrati al suo uso, & bisogno¹².

Gasparo Brunoro
ms. 5461 della Bibl. Casanatense

9 - *A calcinar il manganese acciò facci il cristallo più bianco.*

Piglia del detto manganese che sia in grossi pezzi, mettili in una cazza di ferro, nella fornace, et lassalo ben infocare poi levalo et arossilo con aceto forte, poi macinalo e lavallo con aqua calda, cinque o sei volte, sin che vedrai che l'aqua non sarà più sporca, e questo modo si calcina, anco il zaffaro¹³.



Fig. 9.3 - Coppa in vetro azzurro decorato con smalti e a foglia d'oro, Venezia, 1500 circa. Los Angeles, The J. Paul Getty Museum, object number 84.DE.535.

¹² NERI 1612, p. 15.

¹³ cc. 2v-3r, MORETTI 2004, p. 91.

Nel ricettario di Brunoro, inoltre, troviamo ulteriori riferimenti a tale procedimento inseriti all'interno di altre prescrizioni, come nel caso della 224 (*A far Azuro*), che non ha corrispettivi in altri ricettari o trattati vetrari noti, in cui è indicato l'utilizzo di "zaffaro brusado stuato in aceto"¹⁴.

Una variante dell'attacco acido con aceto, che non contempla il previo riscaldamento della zaffera, è riportata nel già citato *Manoscritto bolognese*, un ricettario redatto attorno alla metà del XV secolo:

267. A porificare el çafirro.

Ahavve el çafirro e lavallo cum lo sale et aceto poi lo tienj mollj nello aceto forte per 6 di et omne di li muta laceto et tanto fa chusci che lo loto o sista vada via ed e facto et fino¹⁵.

L'assenza di un arroventamento della zaffera comporta, oltre all'eliminazione di shock termici che ne facilitano la successiva macinazione, anche l'impossibilità di spingere ulteriormente l'abbattimento dei tenori di arsenico nel minerale, il che potrebbe trovare una giustificazione nel fatto che, come si è visto nel paragrafo 4.6, sino almeno alla fine del XV secolo la presenza di quest'elemento nella zaffera era generalmente trascurabile.

Il lavaggio con aceto è anche indicato per purificare l'azzurro di smalto (verosimilmente dalla presenza di impurità dovute a sali solubili, polvere, materiale grasso e particellato terroso, soprattutto se di origine carbonatica), prima di utilizzarlo sui metalli, come specificato in un trattato sulla pittura a smalto trascritto da Jean (John) Colladon (Ginevra 1608 - Londra 1675), in un manoscritto di Theodore Turquet de Mayerne conservato nella British Library di Londra (ms. Sloane 1990)¹⁶.

Un ulteriore procedimento di purificazione della zaffera in cui sono esclusi trattamenti termici finalizzati all'abbattimento dell'arsenico, anche in questo caso riportato in una fonte anteriore al XVI secolo, è esposto nel capitolo XXV del primo trattatello sull'arte del mosaico pubblicato da Gaetano Milanese, un testo databile tra la fine del XIV e l'inizio del XV secolo, contenuto nel ms. 797 dell'Archivio di Stato di Firenze.

XXV. A fare il cofaro di bel colore.

[Recipe] cofaro; pestalo e lavallo bene, e to'ne libre 5 di cofaro, e lib. 2 di sal comune, e metti ogni cosa in una pentola invetriata e bolla tanto che l'acqua si consumi; e poi pesta questo, e rimettilo nella detta pentola di lescivia, e tanto bolla che la lescivia di consumi. E 'n questo modo il cuoci tre volte colla lescivia. E questo è buono a fare colore di smalti¹⁷.

Più che di lavaggi, si tratta dell'aggiunta di grossi quantitativi di sali di metalli alcalini: il cloruro di sodio ("sale comune") prima e una sostanza alcalina potassica o sodico-potassica ("lescivia") dopo. Infatti la zaffera non viene separata dal liquido per decantazione o filtrazione, ma invece il liquido è fatto evaporare, il che non comporta l'eliminazione delle sostanze solubili. L'aggiunta di forti quantitativi di alcali è comunque propedeutica alla solubilizzazione della zaffera nel vetro fuso; in particolare la presenza di potassio determina una migliore qualità del colore: la natura potassica del fondente produce infatti una colorazione azzurra più intensa¹⁸. L'aggiunta separata e preventiva di potassio, inoltre, potrebbe essere spiegata dal fatto che nei centri vetrari italiani si producevano in genere vetri sodici; quindi la preliminare aggiunta di un sale potassico sopperiva alla carenza dell'elemento nella matrice vetrosa da colorare con la zaffera.

¹⁴ c. 49v, Idem, p. 144.

¹⁵ c. 176r (MERRIFIELD 1849, p. 525; MUZIO 2012, p. 199).

¹⁶ "*Esmail pour peindre sur l'or ou blanc d'esmail. Bleu.* Vous achepterés un ou deux gros ou d'advantage si en aurés affayre d'esmail bleu que vous trouverés chez ceux qui vendent les couleurs, vous prendrés led. esmail bleu & le laverés, dans du vinaigre & puis apres avec eau claire, par sing fois tant qu'il n'aye plus de vinaigre, estant bien lavé vous le seicherés avec du linge, puis le mettrés dans le papier & le seicherés sur le feu". c. 103r, LIGHTBOWN 1969, p. 53.

¹⁷ MILANESI 1864, pp. 18-19.

¹⁸ Cfr. paragrafo 4.10.

Un'analogia aggiunta di composti potassici, senza invece quella iniziale di cloruro di sodio, si ritrova nella ricetta 31 del *Manoscritto di Montpellier*, la cui trascrizione è datata al 1536, e nella ricetta 220 del ricettario di Gasparo Brunoro. L'equivalenza delle due prescrizioni fa ipotizzare che esse rispecchino una consuetudine dell'ambiente muranese, vista l'origine lagunare delle informazioni riportate nel primo ricettario vetrario del *Manoscritto di Montpellier* e la formazione di Brunoro:

Manoscritto di Montpellier

31 - *A fare un bello azuro.*

Piglia il tuo zaffaro fino e tridalo in bessilo con olio di tartaro, et dessecalo inbevuto: dessecalo per una volta in foco, poi tenzi il tuo vetro con esso et sarà bello¹⁹.

Gasparo Brunoro

ms. 5461 della Bibl. Casanatense

220 - *A far un bel azurro per smalto.*

Recipe el tuo zaffaro e tridalo ben, embe[vu]to con ogio di tartaro e dessecalo imbe[vu]to dissecarlo per una volta in fogo, e poi tenzi el tuo vero con esso el sarà bello²⁰.

Allo stesso procedimento sembrerebbe far riferimento un ricettario vetrario veneziano trascritto nella seconda metà del XVI secolo, quindi di poco successivo al ricettario vetrario all'inizio del cosiddetto *Manoscritto di Montpellier*: "zaffera cotta imbevuta con olio di tartaro"²¹.

Comunque, in alcuni casi la zaffera poteva giungere molto pura, quasi pronta per l'uso, stando almeno a una prescrizione riportata in un codice alchemico dell'inglese John Elyot datato al 1572 conservato presso la British Library di Londra (ms. Sloane 3661) copiato da un testo più antico (forse del XIV secolo). In questo caso la zaffera veniva infatti preparata per essere utilizzata solo macinandola sul porfido a umido per quattro ore, con acqua acidula, come per gli altri colori da utilizzare nei vetri²².

9.2 Ricette per l'azzurro di smalto

Anche riguardo alla confezione dell'azzurro di smalto ci sono pervenute varie ricette. In molti casi è però difficile discernere se tali prescrizioni si riferiscono effettivamente all'azzurro di smalto oppure concernono la manifattura di generici vetri o smalti azzurri. In assenza di indicatori diretti nell'intestazione o nel corpo della prescrizione (ad esempio l'affermazione che si tratta di *smalto da dipingere* o *smalto da muro*) sarà la forte incidenza del colorante a base di cobalto nelle dosi a testimoniare la destinazione della ricetta per un pigmento e non per un generico vetro o smalto colorato in azzurro. Come è stato infatti sottolineato, rispetto ai vetri l'azzurro di smalto utilizzato in pittura mostra tenori di cobalto superiori di un ordine di grandezza²³, caratteristica dovuta alla necessità di compensare la perdita di saturazione del pigmento determinata dalla macinazione. Questo fenomeno ottico era ben noto ai pittori che,

¹⁹ c. 8r, ZECCHIN 1987, p. 256.

²⁰ c. 49r, MORETTI 2004, p. 143.

²¹ Ricetta XLIX (*Per fare vetro colore zaffiro buono*). MORETTI 2001, p. 85. L'olio di tartaro è una soluzione acquosa satura di carbonato di potassio, sale ottenuto dalla calcinazione del tartaro (tartrato di potassio) che si deposita nelle botti.

²² c. 8r, ZECCHIN 1987, p. 256.

²³ HENDRIE 1847, p. 172. La ricetta è a c. 7r. Una ricognizione sul manoscritto ha consentito di verificare il contenuto della prescrizione e di effettuarne la trascrizione; a tale proposito si sottolinea che l'attributo che dovrebbe qualificare l'acqua è indicato con un'abbreviatura, che si è scelto di sciogliere secondo l'interpretazione proposta da Robert Hendrie (nell'impossibilità di poterla sciogliere diversamente, il che lascia comunque un margine di dubbio) trascrivendo il termine in forma sottolineata: "Zaffera ita purgatur. Recipe de ea on. 2 et tere bene supra porfidum cum aqua acidula ad modum colorum per 4 horas et dimitte seccari et semper quandum tere et deficit aqua et induratur adde acidulam parum ut bene posset teri, et dimitte sicari, et tere et serva ad opus tuum. probatum".

²³ STEGE 2004, p. 121.

pertanto, macinavano lo smalto, come del resto pure l'azzurrite, meno rispetto agli altri pigmenti. Lo sfruttamento intenzionale di differenti gradazioni di smalto in funzione della granulometria del pigmento è inoltre testimoniato in una prescrizione quattrocentesca dello pseudo-Savonarola²⁴, in cui è descritto un procedimento di separazione delle frazioni di pigmento a differente granulometria, in funzione dei tempi di sedimentazione.

A dar color di bello azurro al smalto

Recipe smalto et macinalo cum latte e poi che è ben macinato lavallo cum aqua e lascialo (an)dare al fondo il più grosso, et di quanto l'aqua è torbida votala in uno altro vaso e lascialo andare al fondo e così fa più volte et ne faraj di tre sorte una più bella che l'altra²⁵.

La più antica ricetta conosciuta per l'azzurro di smalto è riportata nel capitolo XXVII del primo trattato sull'arte del mosaico (Firenze, Archivio di Stato, ms. 797), alle soglie del XV secolo.

XXVII. Per fare azzurro di cristallo da dipignere.

[Recipe] de' pezzuoli di cristallo, e pollo a cuocere in 2 testi coperchiati e forti, e mettili in fornello con gran fuoco sì ch'elli venga rovente rosso come carboni affocati; e poi li gitta in acqua fredda e asciugalo e polverizzalo sottilmente; e poi toglì lib. 10 di questa polvere cristallina e lib. 10 di sale di tartero e mischia insieme e impastala con acqua e fanne pani e seccali: e poi li metti in un forte testo in fornello, e falla imbiancare per un dì a fuoco forte, e poi li polverizza sottilmente, e metti la polvere in orciuolo a cuocere in fornella; e quand'è cotto, ponvi su azzurro da vetro tanto che diventi oscuro e poi il la(scia) affinare e pulire al fuoco e mestalo con ferro. Po' 'l trai, e così caldo gittalo in acqua fredda, e poi lo polverizza sottile con lescivia, e poi il cuoci con lescivia chiara tanto che la lescivia si consumi, e tanto il cuoci a questo modo, c'abbia bel colore²⁶.

La prima parte della ricetta concerne la confezione di un vetro fortemente potassico, mediante la fusione di quantitativi in pari peso di carbonato di potassio e vetro incolore. Il vetro così ottenuto va poi colorato con la zaffera, gettato in acqua fredda e macinato. L'ultima operazione è costituita da una lisciviazione del pigmento in polvere, la cui funzione dichiarata è quella di migliorare il colore, ma che, invece, sembrerebbe avere scarso senso pratico, in quanto dal punto di vista chimico determina la devetrificazione superficiale dei grani di pigmento. A tale proposito è di particolare interesse l'ipotesi concernente il possibile utilizzo intenzionale di smalto degradato come pigmento di tonalità chiara, avanzata nella discussione delle analisi condotte su alcuni dipinti di Lambert Lombard (Liegi 1505/6 - 1566): "On se demande s'il n'était pas déjà de couleur très pâle au moment de l'application, car dans *David et Abigaël* on retrouve dans un prélèvement du ciel du smalt coloré dans la couche supérieure et du smalt décoloré dans la couche sous-jacente. Il est probable que l'artiste a utilisé délibérément cette qualité de smalt pour sa couleur bleu pâle dans les coloris de l'arrière-plan avec la perspective, peut-être par souci d'économie, puisqu'il s'agit des sous-couches. Au XVI^e siècle, le smalt était déjà couramment utilisé dans la peinture européenne et il est probable que sa tendance à se décolorer était connue"²⁷.

Una seconda ricetta quattrocentesca per la realizzazione di azzurro di smalto, di poco posteriore alla precedente, è riportata dallo pseudo-Savonarola.

Azuro simile allo oltremarino.

Recipe cogolum christallium once 3, vitrum optimum bene tritum, misce simul, deinde recipe zafranum once 5, omnia terre super marmore cum aqua clara, postea pone in crucibulo e coperi et pone ad coquendum ad furnum figulorem, postea terre matteriam super marmore si habebit colorem bonum dimittas, si non pone iterum modicum de vitro e zafrano e terre, e iterum coque in crusibulo ut supra, postea terre e habebis azurum optimum²⁸.

²⁴ Ferrara, Biblioteca Comunale Ariostea, ms. Cl. II. 147.

²⁵ c. 147v, TORRESI 1992, p. 144.

²⁶ MILANESI 1864, pp. 20-21.

²⁷ SANYOVA 2006, p. 261.

²⁸ c. 145v, TORRESI 1992, pp. 145-146.

In questo caso la garanzia che si tratti di un pigmento per dipingere, e non di un semplice vetro azzurro, è fornita dall'assenza di ricette vetrarie in questa compilazione. Il vetro impiegato è ottenuto dalla fusione di ciottoli quarzosi²⁹ e polvere di vetro; ipotizzando che la dose di quest'ultimo ingrediente non si discosti molto da quella dei ciottoli (3 once) ne risulta una percentuale di zaffera elevata (5 once), raggiungendo quasi la parità tra la massa di colorante e quella della matrice vetrosa. Si deve comunque ricordare che la zaffera non era costituita da ossido di cobalto puro.

Nel *Ricettario Darduin* è riportata una prescrizione per lo *smalto da muro*, denominazione che indica il campo di maggior impiego di questo pigmento, a causa della scarsa compatibilità di pigmenti quali l'azzurrite o il lapislazzuli con l'alcalinità del substrato pittorico nella tecnica ad affresco. Anche in questa ricetta le dosi di zaffera sono elevate: 85 parti contro 200 di fritta.

R. LXVIII A far smalto da muro bello.

Tuò gripola negra de friul lire trecento; quogolo del Tesin lire nonanta, et fanne fritta in poco fuoco poi tuò di questa fritta lire ducento, et accompagnela con lire ottantacinque di zafaro che sia buon et ben brusato et butta in gran fuoco per un zorno e mezo et farai un bel color, et se tu li dassi anco un poco di manganese, come saria dir una lira e meza over doi, non sarà disconzo; avertisci che se tu li metterai anco quindeci over vinti lire di quogolo di più oltre le L. 90 nel far la fritta, potrebbe riuscir più bello³⁰.

Un'ulteriore prescrizione seicentesca per lo *smalto da muro* è presente nel ricettario di Gasparo Brunoro, che tuttavia appare indipendente da quella registrata nel *Ricettario Darduin*, nonostante la sovrapposizione quasi alla lettera degli incipit.

255 - A far il smalto de muro.

Tuò gripola negra de Friul libre trecento; quogolo bianco libre 100 - misia tutto insieme, e buta tutto in calchera a brusar sin che sarà bianca, e questo sarà ogni fritta da far in calchera, fatto che sarà queste fritte tu voi a far la partida del smalto per butar in paela, bisogna tior fritta de grippola libre 120 - e se tu vuo[i] meter cristalo coletti libre 25 et manganese libre 2 et zaffaro brusado libre 155 missiar tutto insieme e poi butar tutto in paela, e lassarla in fogo ore 24, poi cavalo in pan sarà fatto bisogna poi masenar detto smalto al pestrin³¹.

Se paragoniamo le dosi della massa vetrificabile (120 libbre di fritta o 145 se si considera anche l'opzionale aggiunta di cristallo) rispetto a quelle del colorante (155 libbre), si rileva ancor più che nel *Ricettario Darduin* una sproporzione a favore del cobalto, che ha portato i commentatori moderni di questo ricettario a ipotizzare un errore nella trascrizione dei quantitativi, da loro ipoteticamente ricostruiti in 15 libbre³²; tuttavia, come è già stato sottolineato, la certezza che la zaffera indicata nella ricetta non fosse comunque costituita da ossido di cobalto puro rende più accettabile l'eccesso sopra segnalato. D'altra parte, una sproporzione analoga, ossia un rapporto prossimo all'equivalenza tra le dosi di colorante e di vetro, contraddistingue gran parte delle ricette appena prese in esame.

9.3 Ricette per ceramiche e maioliche

Sulle ceramiche e sulle porcellane il colore azzurro è stato sempre apprezzato e ricercato in particolar modo, il che ha comportato, sul fronte documentario, l'esistenza di numerose ricette, a partire già dal XV secolo. Non è questa la sede per un esame dettagliato di tale materiale, che comporterebbe uno spazio esteso per più capitoli; ciononostante ci si soffermerà su alcune caratteristiche dedotte da uno spoglio preliminare.

²⁹ I ciottoli quarzosi fornivano silice di maggior purezza rispetto alla sabbia.

³⁰ c. 19r, ZECCHIN 1986, p. 145.

³¹ c. 54r, MORETTI 2004, p. 150.

³² Idem, p. 150, nota 275.

Per il XV secolo sono state prese in considerazione due fonti in particolare, il cosiddetto *Manoscritto bolognese*, già esaminato nel paragrafo 3.4.3, e il cosiddetto *Manoscritto veneziano*, redatto nell'Italia settentrionale durante il secondo quarto del XV secolo. In entrambe le fonti si osserva la rilevanza data all'azzurro nella decorazione delle ceramiche. Nel *Manoscritto veneziano* le ricette per i colori per ceramica si riducono infatti a tre sole prescrizioni per gli azzurri: due distinti in funzione della corposità o meno del colore, la terza riferita a uno specifico ambito geografico di produzione³³.



Fig. 9.4 - Piatto, Faenza, prima metà del XV secolo, maiolica decorata con ramina e zaffera a rilievo. Museo Internazionale delle Ceramiche in Faenza, inv. 4136.

Il nucleo concernente la ceramica nel *Manoscritto bolognese* è invece più esteso ed è posto all'interno del VII capitolo, sotto l'intestazione *Incipiunt diversi collores quibus vasarij utuntur pro vasorum pulcritudine per ordine dicendum*³⁴. Di queste trentasette ricette per ceramica dodici concernono gli azzurri e sedici i bianchi, otto delle quali relative a smalti per fondi su cui applicare decorazioni azzurre.

Nel *Manoscritto veneziano* si fa distinzione tra decorazioni a corpo ("azuro relevado")³⁵ o non a corpo ("azuro spianado"); nel *Manoscritto bolognese* compare anche l'indicazione relativa alla stesura "a penello", alcune volte in combinazione con una delle due indicazioni sopra menzionate. Relativamente al cobalto, possiamo rilevare in entrambi i manoscritti il frequente uso combinato di zaffera (nel *Manoscritto bolognese* indicata con "çaffirro" o, semplicemente, con "açurro") e di smalto. L'impiego congiunto di "zaffro" e "smalto azzurro" è anche specificato in due ricette (*Per fare l'azzurro piano* e *Per fare azzurro rilevato*)³⁶ trascritte alla c. 10r di un codice secentesco redatto a Montelupo Fiorentino e conservato presso la Wellcome Library di Londra (ms. 473) in cui sono ricopiati vari ricettari in uso presso le

³³ Ricette VII-60 (*A lavorare d'azuro relevado in vaxi de tera*), VII-61 (*Anchora mo, a lavorare d'azuro spianado in vaxi de tera*) e VII-62 (*Al modo de Bologna*). TOSATTI 1991, pp. 114 e 116.

³⁴ cc. 183r-188v e 190r-v; ricette 283-318 e B322 secondo l'edizione della Merrifield. MERRIFIELD 1849, pp. 536-545; MUZIO 2012, pp. 209-222.

³⁵ L'indicazione si ricollega alla tipologia della zaffera a rilievo, in uso sino alla metà del XV secolo.

³⁶ MARMI 2003, pp. 130 e 131.

botteghe ceramistiche locali. Il ricettario cui appartengono le ricette sopra citate, probabilmente redatto tra la seconda metà del XV secolo e il primo quarto del successivo, apparteneva alla famiglia dei Calabranzi, famosa dinastia di ceramisti operante a Montelupo dal settimo decennio del XV secolo. L'impiego combinato di smalto ("Asiur") e zaffera ("Safer") è infine attestato anche in ricettario secentesco ("Couleurs des Esmaulx ou Vernix de la Poterie de faience. Copie de l'original d'un maistre potier Anglois") contenuto nel ms. Sloane 1990 della British Library di Londra, trascritto da Theodore Turquet de Mayerne³⁷.

L'aggiunta dello smalto alla zaffera sembrerebbe dettata dalla necessità di migliorare la fusibilità del colore durante la sua preparazione; nella ricetta 304 (*Ad idem affare açurro per mectare a penello*) del *Manoscritto bolognese* leggiamo infatti: "et se non fundesse mectivj oz. j piu de smalto"³⁸. Oltre a ciò tale aggiunta influenzava la corposità delle stesure, non a caso nelle ricette per l'"azzurro rilevato" il rapporto zaffera/smalto è pari a un mezzo, mentre in quelle per gli "azzurri spianati" è molto minore.

L'uso articolato e combinato di più ingredienti contenenti cobalto che contraddistingue le due principali fonti quattrocentesche citate (il *Manoscritto bolognese* e il *Manoscritto veneziano*) non è invece contemplato nei *Tre libri dell'arte del vasaio* di Cipriano Piccolpasso, in cui lo smalto non è mai menzionato, a meno di non identificare in quest'ingrediente l'"azzurro" che compare nelle dosi per l'"azurrino con stagno"³⁹, che dovrebbe distinguersi dalla "zaffara" menzionata in tutte le altre prescrizioni.

L'utilizzo della sola zaffera, stando alla letteratura specializzata sulle ceramiche dei Paesi Bassi, contraddistingue anche la produzione di Delft, almeno sino a buona parte del XVIII secolo⁴⁰.

9.4 Ricette per porcellana

Nel XVIII secolo, con l'affermarsi della produzione europea di porcellana bianca e blu, i centri manifatturieri del cobalto, in particolare quelli egemoni nell'Erzgebirge, fornivano prodotti differenziati per qualità e concentrazione del colorante, per cui non ci turba molto apprendere da una fonte coeva che il cobalto di Schneeberg veniva inviato a Meissen grezzo o lavorato, sotto la denominazione di *Fabrikenkobold*, in cui il minerale era stato macinato, arrostito e fuso con del vetro⁴¹. Quello che invece colpisce è l'accanimento con cui si cercano tonalità e qualità di colori più pure e sature, dietro al quale si assiste a un vero e proprio spionaggio industriale, come poco prima era avvenuto per la formula della porcellana. Alla resa del colore concorrono non solo la purezza e la qualità degli ingredienti⁴², ma anche la composizione della vetrina che si soprammette al colore, la composizione del corpo ceramico nonché le caratteristiche del forno⁴³. Sin dall'inizio della produzione a Meissen August II il Forte (Dresda 1670 - Varsavia 1733) aveva promesso un premio di mille talleri a

³⁷ c. 32r-v.

³⁸ c. 185v, MERRIFIELD 1849, p. 539; MUZIO 2012, p. 216. Anche la ricetta immediatamente precedente (303, *A mectere açurro a penello*) ha una chiusa analoga, che al posto dello smalto cita lo stagno: "et se non fundesse vi mecte uno quarto de stagno venitiano". Vista la sostanziale analogia nell'intestazione, negli altri ingredienti e nelle loro dosi l'indicazione di "stagno venitiano" sembrerebbe dovuta a un errore di trascrizione per "smalto venetiano", ingrediente che più propriamente dello stagno merita l'appellativo "venetiano" e svolge l'effettiva funzione di "fondente".

³⁹ c. 45r, PICCOLPASSO 1976, p. 153.

⁴⁰ KUNCKEL 1679, seconda parte, ricette XLI-L, pp. 61-63; VIS 1978, vol. I, p. 24.

⁴¹ FERBER 1778, p. 235.

⁴² Oskar Hausbrand sottolinea infatti che per la pittura su porcellana e su vetro si utilizzavano le qualità più pure e prive di nichel, per esempio nella categoria *Couleur* le qualità da FC a FFFFC. HAUSBRAND 1936, p. 524.

⁴³ FLACH 2005, p. 97.

chi avesse trovato un sistema per ottenere un blu sotto vetrina altrettanto bello di quello delle porcellane cinesi, premio che non fu mai riscosso, nonostante le alacri ricerche da parte del personale che lavorava a Meissen e la creazione di una commissione speciale (*Blaufarbenkommission*) nel 1711⁴⁴. Sebbene non avesse qualità eccellenti, l'azzurro era tra i colori più apprezzati e richiesti, grazie all'importanza che esso deteneva nella produzione estremo-orientale. Sia per questo motivo, sia, soprattutto, perché anche la tecnica e i materiali per dipingere in azzurro sotto vetrina erano coperti da segreto, alcuni dei pittori che lavoravano a Meissen erano specializzati unicamente per dipingere col blu e il loro numero crebbe sensibilmente nel tempo (da nove pittori e cinque apprendisti nel 1725 a cinquantatré pittori e venti apprendisti nel 1744) e per organizzarne meglio il lavoro nel 1745 furono istituite la prima e la seconda *Blaue Stube* (lett. camera azzurra)⁴⁵. Per dare un'idea dell'incidenza percentuale di questi pittori rispetto a quelli che operavano con gli altri colori, nel 1731, quando ancora la produzione della porcellana bianca decorata in azzurro non era diventata così importante come lo fu in seguito, dei quaranta pittori impiegati a Meissen non meno di sette erano occupati unicamente per dipingere col blu sotto vetrina e altri tre col blu e altri colori⁴⁶.



Fig. 9.5 - Vassoio e polverino (contenitore per la sabbia con cui asciugare l'inchiostro), Meissen, 1740-50, porcellana. New York, The Metropolitan Museum of Art, Gift of W. B. Osgood Field, 1902, Accession Number: 02.5.31 e 02.5.30a,b [da www.metmuseum.org].

⁴⁴ ARNOLD 1989, p. 121.

⁴⁵ ZUMBULYADIS 2006, pp. 36-37.

⁴⁶ BERLING 1910, p. 50. Col tempo in Germania tutti pittori su porcellana furono chiamati, per estensione, *Blaumaler* (pittori [che dipingono in] blu). HARTMANN 1996, p. 220.



Fig. 9.6 - Tazzina con piattino, Vincennes, 1752 circa, porcellana a pasta tenera. Non potendo ottenere campiture omogenee, sullo sfondo sono state applicate delle venature dorate per imitare il lapislazzuli, poiché il *bleu lapis* lasciava a vista le mazzature dovute alle pennellate. New York, The Metropolitan Museum of Art, Gift of R. Thornton Wilson, in memory of Florence Ellsworth Wilson, 1950, Accession Number: 50.211.172 e 50.211.173 [da www.metmuseum.org].



Fig. 9.7 - Vaso per potpourri, Rouen, 1695 circa, porcellana a pasta tenera. New York, The Metropolitan Museum of Art, Gift of R. Thornton Wilson, in memory of Florence Ellsworth Wilson, 1950, Accession Number: 50.211.186 [da www.metmuseum.org].



Fig. 9.8 - Vaso con coperchio, Saint-Cloud, 1695-1710, porcellana a pasta tenera. New York, The Metropolitan Museum of Art, Gift of J. Pierpont Morgan, 1917, Accession Number: 17.190.1912a,b [da www.metmuseum.org].

In questa corsa, a un certo punto, Meissen fu superata dalla manifattura di Vincennes (in seguito trasferita Sèvres), dove alla fine del 1751 fu messo a punto il *bleu lapis* per porcellana a pasta tenera, che però lasciava ancora visibili le tracce del pennello e non era pertanto ideale per sfondi monocromi (fig. 9.6), mentre nel 1753 fu messo a punto dal celebre chimico francese Jean Hellot il *bleu du Roy* (così chiamato perché con esso fu decorato un famoso servizio di 1749 pezzi per Luigi XV, iniziato a produrre nel 1753, appunto)⁴⁷. Il susseguirsi delle innovazioni nel campo dei blu a Vincennes/Sèvres è così riassunto in una pubblicazione del Musée Ariana di Ginevra dedicata a un gruppo di vasi di provenienza reale francese decorato con *bleu lapis* per porcellana a pasta dura⁴⁸.

Le bleu à Sèvres

La manufacture de Sèvres a souvent eu recours à la palette des bleus pour réaliser ses fonds colorés, aussi bien sur la pâte tendre que sur la porcelaine dure. Une fois encore, les appellations données aux différentes tonalités des bleus sont sujettes à variations, plusieurs noms recouvrant une teinte identique, ou, plus problématique pour le chercheur, une même appellation correspondant à des teintes différentes.

Les plus fameux sont cependant:

le bleu lapis de pâte tendre, parfois appelé gros bleu, qui est un bleu de cobalt, appliqué sous la couverte; il présente généralement une surface irrégulière et est parfois agrémenté de petites touches dorées. Il apparaît à Vincennes à la fin de l'année 1751;

le bleu céleste, également appelé bleu ancien avant 1753 ou encore bleu du Roy, qui est un bleu turquoise alcalin à base de cuivre utilisé sur porcelaine tendre exclusivement et toujours posé sous la couverte;

le bleu nouveau (ou beau bleu, bleu de roi) à base de cobalt d'une tonalité virant au pourpre. Il apparaît en 1763, est posé sur pâte tendre, successivement sous, puis sur la couverte;

le bleu lapis de pâte dure, celui de notre garniture, qui est toujours appliqué sous la couverte. Il apparaît vers 1771 et connaît ses heures de gloire entre 1778 et 1785.

Questa supremazia francese determinò l'invio di spie da Meissen a Parigi, dove due pittori riuscirono a farsi impiegare dalla manifattura di Sèvres e imparare il segreto del *bleu du Roy*⁴⁹, mentre un altro pittore fu spedito in Olanda per capire il motivo della recessione delle vendite di Meissen in questo paese⁵⁰. Per migliorare la produzione di porcellana con l'azzurro sotto vetrina, presso la manifattura di Meissen, già nel primo quarto del XVIII secolo, era stato impiegato un operaio olandese esperto nella produzione di ceramica decorata in azzurro a Delft⁵¹.

La moda per la porcellana blu durò ancora mezzo secolo circa e il famoso *bleu de Sèvres* comparve in tutte le collezioni importanti, a cominciare da quelle imperiali e reali. Questa moda aveva già spinto, per esempio, il re di Prussia Federico il Grande a sequestrare e trasferire da Dresda a Berlino per suo uso personale nel 1745 - a seguito della la sconfitta riportata dell'elettore di Sassonia Friedrich August II (Dresda 1696 - 1763) nella Seconda Guerra di Slesia (1744-1745) - più di cinquanta casse di porcellane. Negli anni seguenti, durante l'occupazione della Sassonia, Federico il Grande impose alla manifattura di Meissen di produrre porcellane di prestigio per i suoi bisogni personali e per quelli della corte di Berlino⁵².

La passione del re di Prussia fu così grande che impiantò la manifattura di Berlino nel 1763, dopo aver promulgato una legge che vietava l'importazione nei suoi territori della porcellana di Meissen. Questa passione del re di Prussia per la porcellana fu imitata da altri principi, che ebbero l'ambizione di creare o privilegiare una manifattura di porcellana nei loro territori: l'elettore di Baviera con la manifattura di Nymphenburg, l'elettore del Palatinato con quella di Frankenthal, il Langravio di Assia-Darmstadt con quella di Kelsterbach, il principe vescovo di Magonza

⁴⁷ GREGORY 1988, p. 58; GMELIN 1961, p. 20.

⁴⁸ SCHUMACHER 2002 [pagine non numerate].

⁴⁹ BERLING 1910, p. 60.

⁵⁰ Ibidem.

⁵¹ ARNOLD 1989, p. 31.

⁵² BÜSTRIN 2012.

con quella di Höchst, il Langravio d'Assia con quella di Kassel, ecc. Queste nuove manifatture, che spesso ebbero un'esistenza effimera, per seguire la moda e produrre porcellana decorata in blu promossero indirettamente numerose *Blaufarbenwerke*, in particolare in Turingia. Non possiamo entrare nei dettagli sulle vicissitudini e sugli esperimenti coi colori di tutte queste manifatture, informazioni spesso poco documentate o difficilmente accessibili. Sappiamo comunque che la manifattura di Vienna utilizzava il cobalto da Joachimsthal e Pottenstein e che la *Blaufarbenwerk* di Karlshafen forniva la manifattura di Kassel. Inoltre, per ovvi motivi geografici e logistici, è evidente che le manifatture di Fürstenberg si approvvigionassero a Wittichen, quella di Copenaghen a Modum, ecc.; sappiamo pure che la manifattura di Sèvres alla fine del XVIII secolo utilizzava cobalto proveniente dall'Olanda (Zaan) e da Tunaberg (Svezia)⁵³.

Oltre all'uso del cobalto nei colori per porcellana condotti nei vari centri europei, non possono essere passati sotto silenzio gli esperimenti di Josiah Wedgwood (Burslem [Staffordshire] 1730 - Etruria [Staffordshire] 1795) riguardo al cosiddetto *jasper ware*, un'imitazione della porcellana con decori ispirati ai vetri-cammeo romani (il corpo del *jasper* poteva essere colorato o ricoperto con un ingobbio). Wedgwood iniziò gli esperimenti nel 1771, ma risalgono solo al 1776 i primi successi con i fondi azzurri. La loro composizione fu comunicata al socio Thomas Bentley (Scropton [Derbyshire] 1730 - Chiswick 1780) e per tutelare il segreto la ricetta, non nota nemmeno al personale specializzato operante nella fabbrica di Wedgwood (Etruria Works), fu trasmessa separata in più lettere e con gli ingredienti in codice (indicati da numeri). Quella che segue è la decrittazione, con i numeri di Wedgwood e la trascrizione degli ingredienti, operata da Bentley⁵⁴.

- 17 = Cailloux [calcined flint]
- 22 = Argile des Potiers [Purbeck clay]
- 20 = Albatre [alabaster]
- 24 = Saphire [zaffre & cobalt]
- 74 = [cawk (barium sulphate)].



Fig. 9.9 - *Cavallo spaventato da un leone*, 1780, piastra con rilievo bianco su *blue jasper* di Josiah Wedgwood e Thomas Bentley, da Georg Stubbs (Liverpool 1724 - Londra 1806). New Haven, Yale Center for British Art, Accession Number: B2001.2.359.

⁵³ JOURNAL DES MINES 1794, p. 79.

⁵⁴ REILLY 1989, pp. 518-519.

Conosciamo inoltre le perplessità di Wedgwood riguardo ai costi del cobalto, che lo portarono a optare per l'ingobbio piuttosto che per un corpo ceramico interamente colorato; nonostante la recente scoperta dei giacimenti di cobalto in Cornovaglia, Wedgwood utilizzò comunque colorante derivato dalla Sassonia⁵⁵, prima di sperimentare quello delle manifatture di Cobridge e di adottare, definitivamente, quello della vicina British Cobalt Smelting Company di Hanley⁵⁶.

Non possiamo citare tutti gli esperimenti fatti con lo smalto dalle manifatture di ceramica (*earthenware*) inglesi; è sufficiente segnalare che Josiah Spode (Stoke-on-Trent 1733 - 1797) nel 1784 mise a punto nella sua manifattura una tecnica detta di *transfer-printing*, che consisteva nello stampare con un inchiostro a base di smalto soggetti sino-giapponesi incisi su rame e nel trasferire per contatto il colore ancora fresco dalla carta al biscuit. Il figlio, Josiah Spode II (Lane Delph [Staffordshire] 1755 - Penkhull [Staffordshire] 1827), migliorò il procedimento e produsse il famoso *Blue Italian*, ancora in produzione⁵⁷.

Ulteriore indicatore della fortuna dell'azzurro sulla porcellana europea risiede nel fatto che, in pratica, per tutto il XVIII secolo sono stati di questo colore i marchi identificativi delle manifatture apposti, quasi sempre sotto vetrina, sul fondo dei pezzi secondo il modello cinese. Si deve comunque sottolineare che questa consuetudine era già in uso presso molte manifatture di ceramica europee (Delft, Arras, Alcora, ecc.). Nella tabella 9.1 abbiamo elencato le manifatture europee che dalla loro creazione hanno fatto quasi sempre uso di marchi in blu sotto vetrina. Le numerose manifatture parigine, invece, hanno raramente fatto uso di marchi in blu, senza motivo apparente oltre al fatto che spesso i marchi non sono stati applicati sotto vetrina.



Figg. 9.10-9.11 - Coppa, Firenze, 1580 circa, porcellana a pasta tenera (porcellana medicea), *recto* e *verso*. Museo Internazionale delle Ceramiche in Faenza, inv. AB 4622.



Figg. 9.12-9.16 - Marchi delle manifatture di porcellana di Fürstenberg (9.2), Berlino (9.13), Meissen (9.14), San Pietroburgo (9.15) e Vienna (9.16).

⁵⁵ REILLY 1989, pp. 532-533.

⁵⁶ Cfr. paragrafo 8.9.2.

⁵⁷ COPELAND 1998, pp. 12-13.

paese	manifattura	uso di marchi blu	eccezioni
Austria	Vienna	dal 1749	
Francia	Arras	1770-90	anche rosso
	Chantilly	dal 1760	1725-60 rosso
	Lille (Dorez-Pélissier)	1711-30	
	Niderviller	dal 1765	quasi sempre blu
	Orléans (Gérault d'Areaubert)	1753-83	
	Parigi, numerose fabbriche		raramente in blu, spesso in rosso
	Saint-Cloud	dall'inizio del XVII sec.	
Germania	Vincennes, Sèvres, Parigi ecc.	1753-93	
	Ansbach, Margraviato	dal 1757	
	Baden, Margraviato	1778	
	Berlino, Manifattura Reale (KPM)	dal 1763	
	Ellwangen	1758-64	
	Frankenthal	1755-99	
	Fürstenberg	dal 1753	
	Fulda	1765-89	
	Gotha	dal 1760	
	Höchst	1765-98	
	Ilmenau (Turingia)	dal 1785	
	Limbach	dal 1778	
	Ludwigsburg	dal 1759	
	Kassel	1770-88	
	Kelsterbach	dal 1765	
	Künersberg	1745	
	Gera (Turingia)	dal 1780	
	Meissen	dal 1722/23	
	Nymphenburg	1763-67	
	Pfalz-Zweibrücken	1767-75	
Volkenstedt (Turingia)	dal 1760		
Wallendorf (Turingia)	dal 1763		
Inghilterra	Bow	1750-76	
	Bristol	1770-80	
	Caughley	1772-99	
	Chelsea	1745-69	
	Coalport	dal 1796	
	Derby	dal 1770	
	Longton-Hall	1751-60	
	Lowestoft	dal 1757	
	Spode	dal 1800 circa	1700-90 rosso
	Worcester	dal 1755	
Italia	Capodimonte	1743-59	
	Doccia		rosso, oro, blu
	Firenze (porcellana medicea)	1576-1620	
	Napoli	dal 1771	blu e altri colori
	Venezia (Vezzi)	1719-40	blu e altri colori
	Vinovo	dal 1776	
Olanda	L'Aia	1776-90	
	Wesp	1759-71	
Russia	Mosca (Gardner)	dal 1765	
	San Pietroburgo	dal 1744	quasi sempre in blu
Scandinavia	Copenaghen (Danimarca)	1760-66 e dal 1775	
	Marieberg (Svezia)	dal 1777	principalmente in blu
Spagna	Buen-Retiro	dal 1759	
Svizzera	Nyon	dal 1780	
	Zurigo	1763-90	

Tab. 9.1 - Manifatture europee che hanno utilizzato marchi in blu sotto vetrina [ripreso in parte da GRAESSE 1997 e CUSHION 1956].

Capitolo 10

Usi di zaffera e smalto estranei alle tecniche artistiche

Agli usi dell'azzurro di smalto e dei coloranti a base di cobalto in pittura, negli smalti, nei vetri e su ceramiche e porcellane sovente ricordati nei precedenti capitoli si devono infine aggiungere quelli concernenti il settore cartiero e, soprattutto, quello tessile. Si stima infatti che i quantitativi assorbiti dal settore tessile furono ingenti, non minori di quelli assorbiti dall'industria vetraria o dalla produzione ceramistica. Il declino dello smalto in pittura e nel settore tessile ebbe la sua origine nell'invenzione e, in seguito, nella concorrenza dell'oltremare artificiale, che nel XIX secolo costrinse certe fabbriche di smalto alla chiusura, alla ristrutturazione o a concentrarsi sulla produzione di nichel o bismuto¹.



Fig. 10.1 - Jacob Izaaksz Van Ruysdael (Haarlem 1628 circa - Amsterdam o Haarlem 1682), particolare della *Veduta di Haarlem con i teli di lino stesi al sole a sbiancare* (1670-75). l'Aja, Royal Picture Gallery Mauritshuis.

10.1 Sbiancamento ottico di tessuti e filati

La presenza di piccoli granuli di pigmento azzurro compensa la naturale tendenza ad apparire gialle delle fibre non completamente sbiancate dal sole o per via chimica e il loro ingiallimento dovuto all'invecchiamento: "in the ancient method, a blue dye or pigment is absorbed onto the fibre; this blue absorbs yellow light falling on it, reflecting light richer in blue. With blueing, however, the fabric absorbs some of the light falling on it and hence reflects less light than it receives. Thus, the fabric looks whiter, not brighter"².

Il processo di sbiancamento ottico era impiegato sui tessuti, alla fine della loro manifattura, o anche per l'inamidatura domestica. La voce relativa al *Bleu* riportata nel 1741 da Noël Chomel nel *Supplément au Dictionnaire œconomique* distinguendo i materiali impiegati nei due processi inizia così:

Les Curandiers ou Blanchisseurs de toiles fines, disent donner le bleu à une toile, pour signifier la faire passer dans une eau où ils ont fait dissoudre un peu d'amidon avec de

¹ SIEBER 1960, p. 295.

² HOFENK DE GRAAFF 2004, p. 338.

l'émail ou azur de Hollande. On donne ordinairement deux bleus aux batistes, l'un qui est le bleu du blanchiment pour les Curandiers, & l'autre le bleu d'appret pour les marchands³.

Troviamo la stessa indicazione nel *Bremisches Magazin* del 1792 che, oltre a descrivere nel dettaglio le modalità con cui eseguire lo sbiancamento dei tessuti e fornire consigli al riguardo, opera anche la distinzione fra la *Bleicherbläue* [*bleu de blanchiment*], destinata alle manifatture tessili, e la *Bläue der Zurichtung* [*bleu d'apprêt*] comune, in vendita per l'uso domestico⁴, di cui parleremo nel paragrafo 10.1.2.

Prima di entrare nei dettagli sul cosiddetto sbiancamento ottico ci pare utile citare da un manuale italiano del XIX secolo i numerosi e variegati usi dello smalto su tessuti e filati, in funzione della loro tipologia o destinazione e della qualità e/o granulometria dello smalto utilizzato, informazioni desunte spesso pressoché alla lettera dalla letteratura tecnica francese e tedesca del secolo precedente.

Finalmente il vetro azzurro ottenuto si trasporta al molino per polverizzarlo, e per quindi separarlo in porzioni più o meno fine o sottili mediante una serie di lavande successive; ed è appunto a queste diverse polveri che si suole attribuire il nome di smalto, di smaltino o d'azzurro di smalto. Sono però ammesse varie qualità di smalto o smaltino in dipendenza della varia loro sottigliezza, o della diversa intensità del loro colore; la qualità più fina serve nelle arti per dar l'apparecchio alle tele sopraffine come le battiste, i linoni, le musoline, a' refi ed a' fili di lino o d'altro finissimi; quella di secondo grado è adoperata nella pittura a smalto come sui vetri, sulle porcellane; e si mescola talvolta coll'amido per dar maggiore risalto alla colla da darsi alle biancherie⁵.

10.1.1 Uso dello smalto durante la produzione di tessuti (in particolare lino)

Facendo riferimento alla letteratura del XVIII secolo, apprendiamo da diversi autori che nella produzione del lino era d'uso comune sbiancare (*Bläuen*, *azurer* o *blanchir*) le tele con azzurro di smalto (*Bläue/Bleicherbläue*, *Holländisches Azurblau*, *azur de Hollande*)⁶; questa pratica entrò probabilmente in uso dalla seconda metà del XVI secolo. Tra i numerosi esempi che menzionano la pratica del *Blauen/Bläuen* o dell'*azurage* delle tele, in particolare del lino, se ne cita uno tratto dall'edizione del 1801 del *Dictionnaire raisonné universel des arts et métiers*:

Après qu'elles [toiles] ont été entièrement dégorées du savon, et bien égayées dans l'eau claire, on les fait tremper dans du lait de vache qu'on a écrémé, ce qui achève de les dégraisser, de les blanchir, de leur redonner toute leur douceur, et leur fait jeter un petit coton: on les relave ensuite dans l'eau claire pour la dernière fois. Dès que toutes ces façons ont été données, on les passe au premier bleu, c'est-à-dire dans une eau où l'on fait délayer quelque peu d'amidon avec de l'émail ou azur de Hollande, dont le plus gras et le plus pâle est le meilleur, parce qu'il ne faut pas donner aux toiles un bleu trop apparent⁷.

I centri manifatturieri del lino erano pertanto i principali e più importanti utilizzatori di smalto; tra questi Oskar Hausbrand, riprendendo Philippe-Frédéric de Dietrich e Johann Georg Friedrich Kapff, cita la Lusazia (Lausitz, regione tra la Germania orientale e la Polonia sudoccidentale), la Slesia, Bielefeld (nella Renania settentrionale-Vestfalia), la Sassonia, Gent/Gand, Courtrai e l'Irlanda⁸. Come si è riferito nei paragrafi 5.4 e 8.7, proprio per favorire le numerose manifatture

³ CHOMEL 1741, p. 65.

⁴ Vol. I, p. 571 et segg.. La notizia è stata ripresa nella *Ökonomisch-technologische Encyclopädie*. KRÜNITZ 1799, pp. 505-506.

⁵ MALACARNE 1851, pp. 138-139, ripreso parzialmente da DIETRICH 1786, pp. 299-300.

⁶ KRÜNITZ 1775, p. 623; LUDOVICI 1797, col. 1951.

⁷ JAUBERT 1801, vol. I, pp. 269-270.

⁸ "Les azurs marqués d'un E, ou les smaltes, s'emploient sur-tout à donner l'apprêt aux toiles, batistes, linons, mousselines et fils. La consommation des smaltes est surprenante dans les

di lino nel 1774 il re di Prussia intendeva dotare la Bassa Slesia di fabbriche di smalto, rendendo così più disponibile ed economica una materia utilizzata da tale industria.

Per Philippe-Frédéric de Dietrich e Johann Georg Friedrich Kapff nello sbiancamento di lino, batista e mussolina si poteva utilizzare solo l'*Eschel* (E), mentre il *Couleur* (C) si utilizzava mescolato con l'amido, soprattutto durante la fase finale della fabbricazione dei tessuti in lino, per l'ultimo lavaggio⁹.

Kapff dedica un paragrafo all'affinamento dello smalto in Olanda (*Verfeinerung der blauen Farbe in Holland*), individuando i principali utilizzatori di questo colore negli irlandesi e analizzando i motivi del primato tecnologico di tale prodotto (macinazione, miscelazione delle differenti qualità ecc.); Kapff afferma inoltre che uno dei segreti degli olandesi consisteva nell'aggiunta di piccoli quantitativi di indaco allo smalto, "ma si deve essere molto prudenti e non esagerare nelle proporzioni, altrimenti svanisce il bel tono azzurro"¹⁰.

10.1.2 Uso dello smalto per l'inamidatura

L'uso di mescolare smalto all'amido per renderlo leggermente azzurro (figg. 10.2-10.3) è stato praticato dalla metà del XVI secolo per l'inamidatura, in particolare Olanda e Inghilterra. Fu molto apprezzato per inamidare gorgiere e *lattughe*, che andavano molto di moda e che si portavano per allontanare i pidocchi.

Apparentemente, sul suolo inglese l'impiego del *blue starch* (lett. amido blu; ted. *blaue Stärke*, fr. *bleu d'empois*) è stato bandito sotto il regno della regina Elisabetta I (Greenwich 1533 - Richmond 1603) con un editto emanato il 1° giugno 1595 ("... her ma^{ties} pleasure is that no blewe starch shalbe used or worne by any of her ma.^{ties} subjects whatsoever ...")¹¹ e un altro emanato il 27 giugno 1596 ("which notwithstanding her Majesty being informed ... that divers Persons within this City, not regarding her Majesty's Commandment, have, and do still, in most contemptuous sort, use blue Starch; whereat she is highly offended, ... and that none of them do, in any sort, from thenceforth contemptuously presume to use any blue Starch in any of their Linnen openly to be worn about their Bodies, upon Pain not only of Her Majesty's Displeasure, but Imprisonment of their Bodies during Her Majesty's Pleasure")¹². Tali divieti, all'apparenza suntuari, avevano probabilmente motivazioni protezionistiche, investendo una merce fino ad allora non prodotta sul suolo inglese¹³; ciononostante l'utilizzo del *blue starch*

manufactures de cette classe, auxquelles ils sont indispensablement nécessaires; la Flandre, la Hollande, l'Angleterre, l'Allemagne, nommément la Silésie & la Lusace, en emploient une très-grande quantité". DIETRICH 1786, pp. 299-300 (già citato nel capitolo 8); KAPFF 1792, p. 100; HAUSBRAND 1936, p. 524.

⁹ KAPFF 1792, p. 100. Fonti francesi del XVIII secolo concernenti l'*azurage* dei tessuti sono ampiamente citate in GUINEAU 1993, pp. 90-91; DELAMARE 2007, pp. 114-117 e DELAMARE 2013, pp. 91-93. Nel secondo testo sono trascritte alcune ricette in lingua originale.

¹⁰ "Wobey man sich aber wohl in Achte nehmen muss, das Verhältnis nicht zu gross zu setzen, weil sonst der schöne blaue Stich der Farbe vergeht". KAPFF 1792, pp. 104-105. Questa notizia è presa da KÖHLER 1791, p. 82.

¹¹ FORBES 1971, p. 20.

¹² STEELE 1714, n. 17 (Nov. 12 1713), pp. 114-115. Brani del passo citato sono anche riportati in FORBES 1971, p. 22.

¹³ A tale proposito, Richard Steele (Dublino 1672 - Carmarthen 1729) rileva che "the renowned Queen *Elizabeth* was a mortal Enemy of the Use of blue Starch in making up Linnen" (STEELE 1714, n. 17 (Nov. 12 1713), p. 113), specificando inoltre che "This Matter has given me more Thought than I will at present own, to find out whether the Import of this Composition was at that Time hurtful to Trade; or whether they used it, as it was then dear, to a ruinous Expence; or that Her Majesty thought it was prejudicial to the Complection of Her Subjects: I say, whatever was the Motive for so much political Care to abolish blue Starch, I think an ingenious Friend of mine, who is writing a Treatise, *De re Vestiaria apud Anglos*, should look thoroughly into this Matter, and from collateral Circumstances of that Age, resolve the

in Inghilterra continuò, come dimostrato dai documenti relativi alla controversia legale sorta all'inizio del XVII secolo e ricordata nel paragrafo 8.9.2 o, nel secolo successivo, da un saggio inviato alla Royal Society di Londra nel 1726 dall'apotecario Johann Heinrich Link di Lipsia dove si afferma che lo smalto è chiamato dalle donne *blaue Stärcke*, "quo utuntur pro linteis dealbandis"¹⁴.

Le dosi di amido e smalto per questo tipo di inamidatura sono riferite da una ricetta dell'*Encyclopédie*, alla voce *EMPOIS (Blanchissage du linge)*: "Prenez de l'amidon une demi-livre: faites bouillir dans trois pintes d'eau bien nette; remuez pendant l'ébullition, avec une spatule de bois; ajoutez une once d'émail de Hollande, ou de bleu; gros comme une petite noix d'alun de roche, & autant de cire grommelée: faites cuire le tout à petit feu; & quand vous vous appercevrez que l'eau commencera à se clarifier, ôtez le mélange de dessus le feu, & passez-le par un linge propre"¹⁵.

La *blaue Stärke* di Johanngeorgenstadt era particolarmente rinomato nella seconda metà del XVII secolo: "lo smalto, o *blaue Sterck*, di cui tante sorti sono importate dalla Sassonia, in particolare da Johanngeorgenstadt, e da tutte le città vicine, il migliore deve essere di colore blu, secco e fino, gli altri sono generalmente pallidi, chiari, grossolani e in parte molto scadenti"¹⁶.

Johann Georg Krünitz, riferendosi a Johann Gottlob Lehmann, afferma che riguardo all'uso di amido con l'aggiunta di smalto non sussistono controindicazioni per la salute¹⁷; d'altra parte le impurezze di arsenico all'interno dello smalto sono intrappolate nella matrice vetrosa, quindi non costituiscono un fattore nocivo, almeno secondo quelli che possiamo considerare fossero i canoni dell'epoca¹⁸. D'altronde Krünitz sottolinea che gran parte della *blaue Stärke* nell'uso comune veniva eliminata dal tessuto a seguito della battitura del bucato, una volta asciugatosi, per rimuoverne l'eccesso¹⁹. Il solo probabile inconveniente era rappresentato da una consistenza più ruvida del tessuto, ammesso che essa fosse avvertibile, in quanto mascherata dall'apprettatura.

Curious in the true Causes of that Prohibition from the Court of *England*. ... I have heard indeed some of the old Players say, they had a Tradition that the Countess of *Nottingham*, who was a very designing Woman, and is represented in the Tragedy of the Earl of *Essex*, had a great deal of blue Starch in her Ruff when she delivered the false Message about the Ring, which exasperated her Mistress against the use of it in any other Person. But these Relations being merely traditional, we must wait till Time, which discovers all things, may bring into our Hands the Manuscripts of some Courtiers of that Age, which may clear the Difficulties we are under about this important Incident". Idem, pp. 115-116.

¹⁴ LINK 1728, p. 202.

¹⁵ DIDEROT 1755, pp. 592-593.

¹⁶ "Smalten oder blaue Sterck, deren wird viel Sorten aus Sachsen, absonderlich von Johann Georgen-Stadt gebracht, und alle Städte damit angefüllt, die feinste muss schön an der blauen Farb trocken und zart seyn, die andern seynd gemeiniglich bloss, falb, grob, und theils sehr schlecht". MARX 1687, p. 186. Il riferimento alla *Blaufarbenwerk* di Jugel, vicino Johanngeorgenstadt, sembrerebbe obsoleto, in quanto essa aveva cessato l'attività nel 1677; d'altra parte non sono note altre *Blaufarbenwerke* nelle immediate vicinanze di Johanngeorgenstadt.

¹⁷ KRÜNITZ 1775, pp. 614-615. Per Lehmann era addirittura più dannoso l'amido del pigmento azzurro, perché col sudore si impastava, impedendo la traspirazione. LEHMANN 1761, pp. 81-82.

¹⁸ Attualmente sono ben noti, invece, i problemi legati al contatto, inalazione o ingestione di composti di cobalto. A titolo di esempio si riporta quanto riferito a proposito del blu ceruleo (pigmento costituito da stannato di cobalto) in un testo moderno specificamente dedicato alla tossicità dei materiali utilizzati dagli artisti: "repeated skin contact may cause allergies especially at elbows, neck, and ankles. Chronic inhalation may cause asthma and possible fibrosis. Ingestion may cause acute illness with vomiting, diarrhea, and sensation of hotness. The effects are due to cobalt". McCANN 1979, p. 178.

¹⁹ KRÜNITZ 1775, p. 615.



Fig. 10.2 - Etichette e fascette delle confezioni di *blue starch/blaue Stärke* che la Schindlerische Blaufarbenwerk di Schneeberg esportava in tutto il mondo; dal 1855 ai prodotti a base di cobalto fu sostituito l'oltremare artificiale, cui si riferisce il materiale riprodotto, databile ai primissimi anni del XX secolo.



Fig. 10.3 - Etichette e fascette delle confezioni di *blue starch/blaue Stärke* che la Schindlerische Blaufarbenwerk di Schneeberg esportava in tutto il mondo; dal 1855 ai prodotti a base di cobalto fu sostituito l'oltremare artificiale, cui si riferisce il materiale riprodotto, databile ai primissimi anni del XX secolo.

10.2 Sbiancamento ottico della carta

Il procedimento di sbiancamento ottico delle tele è stato applicato anche alla carta²⁰. Nel saggio *Verbesserte Art, dem Papier einen bläulichen Schein zu geben* dell'*Ökonomisch-technologische Encyclopädie* si afferma, sconsigliandone però l'uso, che i fabbricanti di carta utilizzavano diverse sostanze, come l'indaco diluito in acido solforico e altri coloranti azzurri, per fare più bianche le carte da scrivere e quelle da lettere e per dar loro un'apparenza più o meno azzurra²¹.

Non sappiamo quando e dove è stato introdotto quest'uso; testimonianze documentarie sopravvivono solo a partire dal XVIII secolo. Per esempio il famoso fabbricante di carte inglese James Whatman II (Boxley [Kent] 1741 - 1798), citato nel 1770-71 come testimone a un processo tenuto a Old Bailey, dichiarò di aver iniziato il *blueing* delle sue carte nel 1765 col "stone blue"²².

I primi a sbiancare le carte sembrerebbero essere stati i produttori olandesi; per Joseph-Jérôme Le Français de La Lande (Bourg-en-Bresse 1732 - Parigi 1807) l'impiego di

²⁰ Il lavoro più esaustivo sull'argomento è GUINEAU 1993, sebbene notizie circostanziate in merito all'utilizzo di smalto a tal fine siano scarse.

²¹ KRÜNITZ 1807, pp. 727-729.

²² BALSTON 1957, pp. 21-22; BOWER 1990, pp. 46-47; FAIRBANKS HARRIS 2006, p. 84.

quest'espedito nelle cartiere olandesi di Serdam²³, sulle rive del fiume Zaan, a nord-ovest di Amsterdam, era dovuto alla pessima qualità delle acque che utilizzavano:

128. Il y a aussi dans les beaux papiers de Hollande un certain velouté agréable à la vue, qui vient de ce que les matieres y sont moins lavées, quoique broyées plus long-temps; les Hollandois n'aspirant pas à cette blancheur de neige que nous cherchons en France; ils n'ont pas besoin de laver, c'est-à-dire, de renouveler l'eau en laissant le chapiteau ouvert, pendant un si long-temps; car c'est-là ce qui augmente la blancheur; dès-lors ils perdent moins de cette matiere fine, cotoneuse & veloutée, qui rend le papier moëlleux, et que l'eau entraîne à mesure qu'elle se forme, se détache & se divise.

129. D'un autre côté le papier de Hollande se coupe, et ne peut supporter l'impression aussi-bien que le nôtre; cela vient peut-être aussi de la qualité des eaux saumâtres de *Serdam*, où sont situées les Papeteries Hollandoises.

Le sel donne une certaine dureté aux parties du chiffon, qui étant d'ailleurs beaucoup plus broyées que chez nous, & conservant moins de liaison entre elles, produisent cette facilité à se déchirer.

130. C'est par la même raison que le papier de *Serdam* ne pouvoit pas conserver sa blancheur: il devenoit jaune en peu de temps; pour déguiser ce défaut, les Hollandois ont imaginé de mettre du bleu dans leurs matieres, & l'on voit actuellement plus que jamais cet œil bleuâtre dans leurs papiers: ce n'est pas seulement un blanc de lait comme autrefois, c'est un blanc azuré, ou plutôt un bleu pâle²⁴.

La cattiva qualità delle acque dello Zaan è confermata anche da studi specifici recenti, che le definiscono del tutto inutilizzabili per l'industria cartiera, a meno di non sottoporle a filtraggio e decantazione in grandi serbatoi; grazie a quest'artificio i mulini di carta dello Zaan sono riusciti nel XVIII secolo a fare con la peggior acqua la migliore carta²⁵.

Nonostante quanto riportato in *Papermaking. The history and technique of an ancient craft* ("1550 - earliest use of "smalts" in colouring paper blue")²⁶, l'utilizzo di smalto per sbiancare la carta è stato sinora riscontrato unicamente su carte prodotte a partire dalla seconda metà del XVIII secolo²⁷. In particolare ciò è stato rilevato da chi scrive, mediante analisi XRF, su un foglio con un disegno di scuola francese della seconda metà del XVIII secolo su carta con filigrana avente le iniziali di Dirk e Cornelis Blauw²⁸; l'osservazione al microscopio ottico ha inoltre consentito di rilevare direttamente i frammenti vetrosi di smalto intrappolati tra le fibre cellulosiche (fig. 10.4). La stessa caratteristica è stata rilevata su stampe realizzate in Italia tra il 1772 e il 1777 su carta olandese prodotta dalla ditta Jacob Honig & Zoonen²⁹.

Su documenti datati al 1779 e al 1787, vergati anch'essi su carta prodotta dagli olandesi Dirk e Cornelis Blauw³⁰, è stata effettuata la valutazione quantitativa di cobalto (455±20 ppm), nichel (310±15 ppm), arsenico (1800±70 ppm), piombo (120±10 ppm) e bismuto (270±15 ppm) che, presupposta la loro assenza nelle fibre cellulosiche del supporto,

²³ Serdam/Saardam (in francese), Zaandam (in olandese). Per i mulini lungo lo Zaan si rimanda al paragrafo 8.9.1.

²⁴ LA LANDE 1761, p. 82.

²⁵ VOORN 1960, p. 21.

²⁶ HUNTER 1947, p. 478.

²⁷ GUINEAU 1993, p. 86.

²⁸ Misure effettuate da Pietro Moioli e Claudio Seccaroni. Dopo la morte del figlio Cornelis nel 1762 le filigrane sulle carte prodotte da Dirk Blauw (Wormerveer 1701 - 1782) continuarono ad avere le iniziali di entrambi.

²⁹ Jacob Jansz. Honig (Zaandijk 1712 - 1780). "Ils (papiers) sont azurés et contiennent des grains de smalt (silicate double de potassium et de cobalt)". LAMAZE 2007, p. 108.

³⁰ Si tratta di due documenti appartenuti alla regina portoghese Maria di Braganza (Lisbona 1734- Rio de Janeiro 1816) nei quali è avvenuta la determinazione mediante analisi XRF di cobalto, nichel, arsenico e bismuto senza però pervenire all'individuazione dell'effettiva causa di tale presenza. M. Manso, M. Costa, M.L. Carvalho: *Suitability of x-ray fluorescence on paper characterization*, comunicazione presentata al convegno Technart 2007 (Lisbona, 25-28 aprile 2007).

consente una stima dei rapporti di questi elementi nella composizione dello smalto; a tale proposito è significativa la presenza del piombo.

Uno studio effettuato mediante analisi per attivazione neutronica su un cospicuo gruppo di carte francesi e olandesi datate tra il 1650 e il 1810 ha consentito di circoscrivere l'utilizzo di smalto solo alle carte prodotte in Olanda, mentre non è stato determinato su quelle prodotte in Francia per conto di mercanti olandesi e con filigrane olandesi; tale caratteristica, inoltre, sembrerebbe caratterizzare solo le carte olandesi prodotte a partire dal 1746³¹.

Johann Beckmann riconduce allo smalto impiegato come sbiancante le tracce di arsenico da lui determinate in campioni di carta olandese e sempre alla presenza di smalto imputa il fatto che le penne utilizzate su questa carta si consumassero velocemente³².

Quantitativi maggiori di smalto o *Eschel* conferivano una vera e propria colorazione azzurra alla carta, sfruttata, per esempio, per la carta da lettere o quella da parati³³.

Un'ulteriore attestazione dell'impiego dello smalto sulla carta, a parte quella ovvia per colorare in azzurro (ma probabilmente la concentrazione eccessiva del pigmento poteva irrigidire troppo la carta, rispetto ad altri coloranti di origine vegetale), concerne l'utilizzo di pigmento non troppo finemente macinato in sostituzione della sabbia per asciugare gli inchiostri dopo la scrittura³⁴, ma in questo caso la scelta può essere stata semplicemente di natura estetica e non funzionale, sostituendo alla sabbia un materiale avente una colorazione più decisa e gradevole.

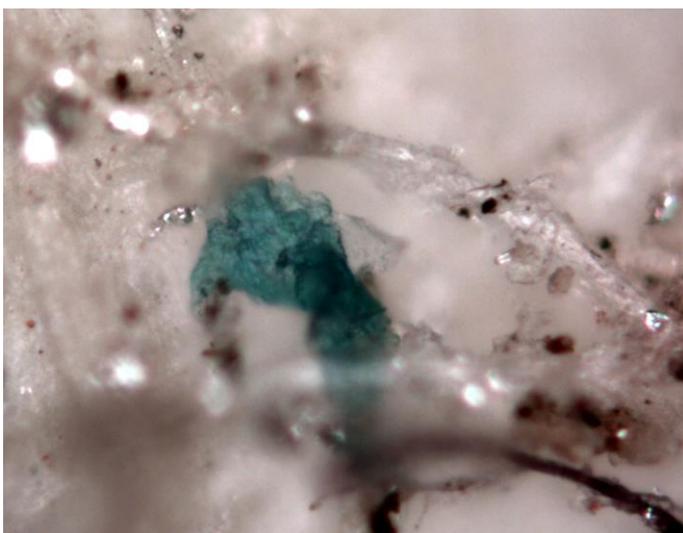


Fig. 10.4 - Frammento vetroso di smalto intrappolato tra le fibre cellulose di un foglio di carta prodotto nella seconda metà del XVIII secolo dalla ditta olandese Dirk e Cornelis Blauw.

³¹ BARRANDON 1979, p. 104.

³² BECKMANN 1777, parte V (*Papiermacherei*), § 12, p. 119.

³³ HAUSBRAND 1936, p. 524.

³⁴ "Les azurs marqués d'une S, ou les sables, servent aux confiseurs et aux officiers, pour sabler les plateaux: on les emploie beaucoup en Allemagne pour poudrer les écritures". DIETRICH 1786, p. 300, passo da noi già citato nel capitolo 8 e ripreso pressoché testualmente in CHAPTAL 1790, p. 215 e in AA.VV. 1803, pp. 19-20. "Ce qui se dépose d'abord constitue le gros bleu ou bleu à poudrer". GIRARD s.i.d., p. 744.

10.3 Sbiancamento ottico di altri materiali e differenti usi di zaffera e smalto

Analogamente a quanto avveniva per i panni e la carta, lo smalto o altri derivati dal cobalto erano utilizzati per sbiancare o decolorare altre materie quali la porcellana, gli smalti bianchi per le maioliche, il vetro, la biacca, il gesso o la calce con cui si tinteggiavano i soffitti e le pareti delle stanze³⁵.

Sembrerebbe finalizzata allo sbiancamento del bianco dei fondi delle maioliche l'aggiunta di piccoli quantitativi di zaffera all'ossido di stagno menzionata da Cipriano Piccolpasso a proposito del "bianco tento": "Gli è da sapere come molti colori si machiano, come, verbigratia il bianco comune. Molti sonno che sopra 10 libre di bianco, accordato al mulino, mettano mezza oncia di zaffara. Ve ne porò qui più ordini brevemente" (cui seguono le dosi per più ricette dove sono previste da circa cinquanta a cinquecento parti di ossido di stagno contro una parte di zaffera)³⁶. Un'ulteriore attestazione di tale pratica è specificata da Gerrit Paape (Delft 1752 - 1798) nel trattato su materiali e procedimenti utilizzati dai vasai di Delft, i quali nello smalto bianco aggiungevano mezza libbra di azzurro di smalto ("Smalt of Blaauwsel") a cinquanta libbre di ossido di stagno, sessantacinque di ossido di piombo ("Masticot") e due once e mezza [cinque *loot*] di limatura di rame rosso³⁷. Il fatto che invece della zaffera citata dal Piccolpasso Paape specifichi l'utilizzo di smalto³⁸, quando invece lo stesso autore per l'azzurro menziona la zaffera, è dovuto alla necessità di un prodotto più raffinato, che si dissolva totalmente, senza lasciare grumi o piccoli granuli.

È pure nota la pratica di *azzurrare* il bianco dei rilievi dei *jasper wares* prodotti da Josiah Wedgwood: "as tables of quantities noted in his Commonplace Book show, the bluish white became the standard for the production"³⁹.

La decolorazione del vetro mediante l'aggiunta di piccoli quantitativi di cobalto, sembrerebbe invece iniziare alla fine del XVIII secolo; Philippe-Frédéric de Dietrich afferma infatti che "on s'en sert encore ... pour corriger la couleur du verre"⁴⁰.

Theodore Turquet de Mayerne descrive un uso particolare dello smalto per eliminare le macchie sui dipinti durante la loro pulitura, sfruttandone le proprietà abrasive di polvere vetrosa finemente macinata: "Pour nettoyer et rehausser un tableau à huile (Mr Harrich). Lavés le premierement avec une esponge fine trempée en eau de pluye, evitant toutes liqueurs acres et fortes, comme urine, vinaigre, lexive et ainsi ostés toute la crasse. S'il y a quelque tache frottés la doucement avec ce bleu dont on empeze, qui est une espece d'azur, et ce avec le doigt. Il use promptement. Mettés au soleil et le tableau estant tres sec, ayés un blanc d'œuf battu en eau, et avec esponge passés par dessus. C'est un excellent vernix, qui ne gaste point, et se peut laver. Il dure des années"⁴¹.

Nella voce *ESMAILLEUR OU EMAILLEUR* del *Supplément au Dictionnaire œconomique* di Noël Chomel, a proposito di una pessima qualità di smalto adulterata con l'aggiunta di indaco, se ne segnala l'unico possibile impiego per marcare le greggi: "Il y a des Épiciers & Droguistes d'assez mauvaise foi, qui vendent un émail tres-commun, qu'on appelle émail en tablettes pour un véritable Inde. Cette drogue appellée émail en tablettes c'est de l'émail bleu cuit en couleur, broyé avec de l'indigo & de l'amidon en poudre, réduits en consistance de pâte & dressés en tablettes par le moien de l'eau gommée. Cette drogue ne sert gueres qu'à marquer les moutons. Pour découvrir la supposition il suffit d'en faire dissoudre dans de l'eau

³⁵ HAUSBRAND 1936, p. 524.

³⁶ c. 45r, PICCOLPASSO 1976, pp. 151-152.

³⁷ PAAPE 1794, p. 57.

³⁸ Idem, pp. 59-60.

³⁹ REILLY 1989, p. 531.

⁴⁰ DIETRICH 1786, p. 300.

⁴¹ British Library, ms. Sloane 1990, c. 93r. WERNER 1964, p. 133. Per una dettagliata bibliografia su questo particolare impiego dell'azzurro di smalto si rimanda alla nota 67 di KERN 2015, p. 707. Come espressamente indicato, la fonte di questa notizia deriva al de Mayerne dal pittore e copista Jobst Harrich (Norimberga 1579 - 1617).

l'émail dont est composé cet inde commun se précipitant au fond en maniere de sable, ce qui n'arrive pas au véritable inde"⁴².

Nel *Grosses vollständiges Universal-Lexikon* di Johann Heinrich Zedler si afferma che minerali di cobalto sotto forma di una polvere grigia o azzurra (verosimilmente zaffera e smalto) reperibili presso gli apotecari, aggressivi al punto di guastare la carta in cui erano avvolti, erano impiegati come veleno per mosche o zanzare⁴³, uso attestato anche nelle tariffe apotecarie tedesche del XVII e del XVIII secolo⁴⁴. Che lo smalto potesse comunque risultare idoneo come insetticida si deduce anche da quanto riportato alla fine del XIX secolo ne *La Grande Encyclopédie* dove, tra i vari impieghi del pigmento, si riferisce che: "dans les plantations de canne à sucre, on se sert du gros bleu [*Streublau*] pour la destruction des insectes nuisibles"⁴⁵.

In chiusura del capitolo si accenna infine all'utilizzo della zaffera e dello smalto nel campo alimentare. L'*Eschel* era infatti usato per sbiancare lo zucchero⁴⁶. Da Johann Georg Krünitz apprendiamo che la *blaue Stärke* veniva impiegata anche per colorare il marzapane, lo zucchero e bambole di legno⁴⁷, nonché gli occhi dei gamberi di fiume⁴⁸. Ovviamente Krünitz condanna tali usi.

Nonostante queste denunce l'impiego di smalto nel campo alimentare sembra non avere flessioni, visto che numerosi testi citano il pigmento di qualità S tra quelli utilizzati da *officiers* e *confiseurs*⁴⁹. A oltre ottant'anni di distanza troviamo una denuncia analoga nel *Dictionnaire des altérations et falsifications des substances alimentaires, médicamenteuses et commerciales* dove, rilevando che "dans l'art du pastilleur on s'en servait pour saupoudrer certains fruits, afin de leur donner un aspect velouté", si porta all'attenzione che l'*azur* (o *bleu de cobalt*) contiene arsenico, dunque "sa présence doit rendre très-circonspect sur l'emploi de l'azur dans l'art du confiseur, et dans l'empois destiné à imprégner les tissus; ceux-ci peuvent alors, comme nous avons eu occasion d'en faire la remarque, donner lieu à des éruptions cutanées"⁵⁰, d'altra parte, come rilevato più avanti nel testo, l'*azur* non era il solo composto tossico utilizzato dai *confiseurs* per i *bonbons*⁵¹.

⁴² CHOMEL 1741, pp. 241-242, in particolare p. 242.

⁴³ ZEDLER 1733b, voce *COBOLD*, col. 525. L'impiego come moschicida, in particolare del minerale estratto a Joachimsthal, è già documentato nel 1673: "Kobolt, Mucken-Pulver: kommt aus dem Bergwerck in Joachimsthal, es wird auch *Codmie folis* [probabile refuso per *Cadmia fossilis*] genannt". SCHURTZ 1673, p. 48.

⁴⁴ Cfr. paragrafo 11.9.1.

⁴⁵ GIRARD s.i.d., p. 745.

⁴⁶ HAUSBRAND 1936, p. 524.

⁴⁷ KRÜNITZ 1775, p. 614, in cui cita l'articolo *Elogio e condanna dei regali di Natale, riguardo alla salute dei bambini* (*Zum Lob und Tadel der Weihnachtsgeschenke, in Ansehung der Gesundheit der Kinder*), pubblicato sul numero 51-52 della 'Wöchentliche Königsbergische Frag- und Anzeigungs-Nachrichten' del 1753 (trattandosi di una pubblicazione settimanale, cadeva a proposito proprio nelle due ultime settimane dell'anno).

⁴⁸ *Ibidem*, in cui si rimanda a un articolo del dottor D. Göriz di Regensburg pubblicato sulla rivista 'Miscellanea physico-medico-mathematica, oder angenehme, curieuse und nützliche Nachrichten von Physical- u. Medicinischen, auch dahin gehörigen Kunst- und Literatur-Geschichten, welche in Teutschland und andern Reichen sich zugetragen haben oder bekannt worden sind' del 1728.

⁴⁹ DIETRICH 1786, p. 300.

⁵⁰ CHEVALIER 1857, p. 110.

⁵¹ In Francia nel 1841 l'uso di azzurro di smalto nei dolci fu vietato per legge, ma non quello di blu di Prussia e di oltremare. CHEVALIER 1857, p. 155.

Capitolo 11

Il commercio di zaffera e smalto in Europa

11.1 Introduzione

Nel paragrafo 2.3 abbiamo visto che nell'antichità il cobalto, sotto forma di semilavorati in vetro azzurro (lingotti o pani) provenienti dall'Egitto o dal Medio Oriente, veniva esportato in tutto il bacino mediterraneo e fino in Inghilterra, questo almeno sino al IX secolo ¹. Un'ulteriore forma di commercio praticata già nell'antichità, ma intensificata nel medioevo, è quella che coinvolgeva materiale di riciclo, per il vetro testimoniata sia a livello archeologico che documentale.

Nel corso del XIII secolo gli scambi commerciali si intensificarono; il traffico di materie prime, propizio allo sviluppo dell'artigianato, si organizzò sulle grandi vie commerciali - fluviali, marittime o terrestri - e si concentrò su alcuni mercati che poco a poco si specializzarono. Le fiere della Champagne, come quelle di Troyes e di Provins, e alcuni banchi (mercati fissi, *comptoirs*) come quelli di Bruges, Colonia o Cracovia, divennero i punti di incontro e di scambio del commercio dell'Europa settentrionale. Questi mercati si aprirono rapidamente agli stranieri, in particolare agli italiani. In questo scenario rintracciare indicazioni direttamente collegabili al commercio di tutti i materiali contenenti cobalto nel medioevo è un compito quanto mai arduo, non solo per i problemi legati all'identificazione dei termini con cui il materiale poteva essere indicato. Un ostacolo ancora più grande è infatti costituito dall'identificazione della forma in cui il cobalto poteva essere commercializzato. È comunque possibile che tale commercio avvenisse sotto più forme. Sicuramente per manufatti di piccole dimensioni, potevano essere commercializzati prodotti finiti. Nel caso delle vetrerie medievali il commercio poteva avvenire sotto forma di vetro in lastre o di veri e propri semilavorati (paternostri, pani o lingotti di vetro blu) che venivano rifusi per colorare od ottenere le lastre direttamente nel cantiere. La prima forma di commercio è attestata da documenti, mentre alcuni ritrovamenti archeologici in occasione di scavi confermano la seconda ².

Qualora fosse sviluppato in epoca alta anche il commercio delle materie prime, gli scambi potevano avvenire a loro volta in forme più o meno evolute, secondo il materiale coinvolto, con soluzioni che andavano dal commercio dei semilavorati utilizzati come coloranti (prima le scorie di purificazione dell'argento ricche in cobalto, poi la zaffera, quest'ultima prodotta direttamente sul sito di estrazione dei minerali, o in prossimità di esso), al semplice smercio dei minerali di cobalto grezzi. Una forma ancora più larvale di commercio era probabilmente costituita dal commercio di argento non raffinato, da cui era possibile estrarre successivamente le impurezze di cobalto.

È presumibile che comunque il cobalto seguisse le grandi vie commerciali, in particolare quelle dell'argento, essendo associato ai medesimi giacimenti. Come sopra accennato, anche se gli itinerari dal XII al XIV secolo utilizzati da mercanti e convogli, e le principali mercanzie negoziate alle fiere e ai *comptoirs* sono relativamente ben documentati, non disponiamo d'informazioni precise sul traffico di materie che ci interessano. È noto che a partire dal X secolo l'argento di Rammelsberg, nei pressi di Goslar (Harz) ³, è stato smerciato a

¹ Sebbene non riferita nel caso specifico a un vetro contenente cobalto, in merito al commercio di semilavorati (lingotti o pani) e al valore che essi potevano avere nel medioevo si cita la presenza nella collegiata di Mittelzell sull'isola di Reichenau (nel lago di Costanza) del cosiddetto *smeraldo di Carlo Magno*, un blocco di vetro verde di circa tredici chili. Tale vetro, secondo la tradizione donato da Carlo Magno, è menzionato per la prima volta nel X secolo, quando era incastonato nell'*antepedium* dell'altare della Vergine, nel coro della collegiata. HAEVERNICK 1973, pp. 105-110.

² CASTELNUOVO 1994, p. 40.

³ Nelle miniere di Rammelsberg l'argento è associato al cobalto. Cfr. paragrafo 5.2.1.

Colonia e Bruges, come lo è stato, verosimilmente, quello di Freiburg im Breisgau nei secoli successivi⁴. Quello proveniente dall'Erzgebirge sassone nel corso del XII e del XIII secolo, in particolare da Freiberg e più tardi da Schneeberg, seguì le medesime strade o quelle dei porti anseatici, fino all'apertura dei passi alpini, che permisero nel XIII secolo di far transitare l'argento tedesco via Norimberga e Augusta (Augsburg); furono in primo luogo i genovesi, seguiti più tardi dai veneziani, che si occuparono del trasporto delle merci via mare dal sud verso il nord e viceversa. L'argento destinato a Venezia era fornito da mercanti friulani, lombardi o attraverso l'intermediazione di quelli del Fondaco dei Tedeschi⁵, come si vedrà più avanti. Abbiamo tralasciato di esaminare il commercio dell'argento proveniente dalle miniere dell'Europa centrale, o quello di altra provenienza, di minore importanza e che dal punto di vista della composizione dei minerali da cui veniva ottenuto non può essere preso in considerazione per l'estrazione del cobalto.

11.2.1 Considerazioni sul commercio dei coloranti a base di cobalto nel medioevo

Un ambito di ricerca riguardo al commercio del cobalto nel medioevo è costituito dagli archivi e dai documenti sparsi concernenti grandi cantieri relativi alla costruzione e alla decorazione delle cattedrali, dove però la presenza di officine vetrarie primarie è spesso controversa; essa dipende ovviamente da molti fattori e non è possibile generalizzare una situazione che sicuramente poteva variare a seconda del contesto geografico e cronologico. In alcuni casi sono documentate richieste dall'esterno che escludono la produzione del vetro *in situ*, generalmente rivolte ad alcuni centri di produzione, spesso associati ad abbazie⁶. Comunque presso i cantieri dovevano esserci forni per ricuocere i vetri o fondere i semilavorati per ottenere le lastre; probabilmente in epoca tarda (presumibilmente dal XIV secolo in poi) una maggiore circolazione delle conoscenze tecnologiche rese meno difficile la possibilità di sviluppare presso il cantiere l'intero ciclo di produzione, rendendo sensibilmente più economica la realizzazione delle vetrate.

La quantità di ossido di cobalto necessaria alla colorazione dei vetri era minima, per esempio nelle vetrate di Saint-Denis essa raggiunge appena lo 0,1%⁷, il che vuol dire che 10 grammi bastano a colorare 10 chili di vetro. Nel caso fosse messo in commercio il colorante è dunque evidente la difficoltà di reperire o seguire le tracce di un commercio di quantitativi così modesti. La tecnica di decorazione a smalto sui metalli comportava quantitativi sensibilmente minori di materia vetrificabile, quindi di colorante, che potevano essere forniti dal riciclo. A tale proposito il capitolo XII del secondo libro di Teofilo costituisce un punto di riferimento imprescindibile per le argomentazioni a favore del riciclo di materiale romano da parte degli artefici medievali; ciò è per noi ancor più interessante in quanto l'autore fa diretto riferimento all'azzurro.

Comunque il commercio poteva avvenire anche su distanze molto grandi, come sembrerebbe indicare l'abate Suger di Saint-Denis, il quale in maniera esplicita attesta pure che a viaggiare su tali distanze non erano solo i materiali ma anche, o soprattutto, le maestranze.

L'associazione ai bizantini (*graeci*) che Teofilo fa in merito al *saphirum* (libro II, capitoli XIII e XVIII) indica che attorno al XII secolo una delle fonti del cobalto era Bisanzio⁸.

⁴ Nel 1265 Andrea de' Tolomei da Siena afferma che alla fiera di Troyes in Champagne si trova l'*ariento di Friborgho*, che secondo Aloys Schulte (Münster 1857 - Bonn 1941) non era battuto in moneta ("ungemünzte"). SCHULTE 1900, p. 146.

⁵ STAHL 1988, p. 97.

⁶ CASTELNUOVO 1994, p. 40.

⁷ BRILL 1999, vol. II, p. 279, camp. 2614.

⁸ Nel capitolo XIII si parla di bicchieri di vetro blu che i bizantini decorano con oro e argento, nel capitolo XVIII, invece è apertamente indicato come ingrediente il *saphirum graecum*. Cfr. paragrafo 3.1.

Il commercio poteva essere molto articolato in quanto poteva avvenire per tappe, attraverso il passaggio in altri centri di produzione vetraria; ciò è documentato, per esempio, nel caso del duomo di Orvieto e per i restauri del 1375 alle vetrate di Chartres. Nel primo caso, presso l'Archivio dell'Opera del Duomo, è documentato il 31 ottobre 1360 l'acquisto di zaffera ("ad colorandum vetrum") in un non lontano centro di produzione vetraria, Piegaro, in provincia di Terni⁹; nel caso di Chartres è documentato da parte del maestro vetraio dell'Opera della cattedrale, Guillemin, l'ordinazione di una soma e mezza di zaffera al vetraio Jean Hannequin di Senonches¹⁰.

Le poche attestazioni sicure sulla provenienza della zaffera indicano la Germania: "L'acurro si se fa d'una pietra che se porta de la Mangna, che à nome chafarone" come afferma infatti Antonio da Pisa, così come alla Germania probabilmente alludeva Abū'l Qāsim citando il Farangistān come fonte in Occidente del cobalto¹¹. A parte queste attestazioni pochi sono effettivamente i documenti che testimoniano in maniera sostanziosa tale commercio. Vista l'assenza di una documentazione ufficiale, è difficile trattenerci dall'ipotizzare che al tempo di Antonio da Pisa tra quelli che avrebbero potuto disporre con facilità di minerali di cobalto, da loro stagionalmente portati dalla Germania, vi erano i *Wahlen* o i *Venezianern*, ossia cercatori ambulanti di minerali, di cui parleremo in dettaglio nel paragrafo 11.5.

11.2.2 Il Fondaco dei Tedeschi e le false piste dello zaffaranum

Nel 1548 il Piccolpasso annota che "La zaffara vien di Vinegia e la bona è quella che ha del tannè violato. Questa si cocie cossì, semplicemente; et operasi, perciò, cruda e cotta"¹². Giacché sino al XVIII secolo e oltre i minerali di cobalto venivano estratti soprattutto in area tedesca, sembrerebbe naturale che la possibilità di approvvigionamento di zaffera avvenisse presso il Fondaco dei Tedeschi (fig. 11.1) che, a partire dal 1228, fungeva da punto di riferimento, di accoglienza e, ovviamente, da base commerciale per i traffici con tutta l'Europa del nord¹³. Il Fondaco dei Tedeschi era una struttura voluta e gestita dallo stato veneziano: la legislazione della Serenissima stabiliva, infatti, "che tutte le mercanzie tedesche, per qualsiasi valico superassero il confine dello stato veneto, dovessero affluire a Venezia e venire depositate nel 'fontego', ove venivano controllate, pesate e quindi immagazzinate in attesa delle contrattazioni che si facevano quotidianamente"¹⁴.

La lettura dei documenti sino al XVI secolo pubblicati nel 1887 da Henry Simonsfeld mostra invece che i riferimenti al cobalto sono sporadici e dubbi. Si ricorda che però si ha traccia solo in merito a eventi eccezionali (contese, proteste, condanne ecc.), mentre attestazioni relative al normale corso degli affari, quali registrazioni di merce in entrata e in uscita sono sopravvissute in misura minore, o non sono state ancora scoperte e pubblicate. Altro dato problematico è che difficilmente nei documenti si riesce a capire se si tratta di zaffera o di zafferano e solo in alcuni contesti è possibile ipotizzare una soluzione a tale ambiguità. Si deve infatti propendere per l'ipotesi concernente lo zafferano tutte le volte che si ha un'esportazione dall'Italia verso la Germania; in alcuni casi l'ipotesi che si tratti di zafferano è ulteriormente confermata dal fatto che è indicata la provenienza da luoghi

⁹ FUMI 1891, p. 126.

¹⁰ DELAPORTE 1927, vol. I, pp. 22-23. Senonches si trova a circa quaranta chilometri da Chartres. Le grandi foreste di Senonches hanno favorito l'edificazione delle officine vetrarie che hanno lavorato per la cattedrale di Chartres.

¹¹ AA.VV. 1991, p. 62; ALLAN 1973, p. 112 e ABŪ'L QĀSIM 1966, p. 339.

¹² c. 26r, PICCOLPASSO 1976, p. 109.

¹³ A tale struttura si appoggiavano infatti i commercianti di tutti i paesi afferenti al Sacro Romano Impero, in massima parte di lingua tedesca, nonché quelli dei regni di Polonia e di Ungheria e quelli sottomessi al ducato di Savoia. SIMONSFELD 1887, vol. II, p. 81.

¹⁴ BARBON 2005, p. 11.

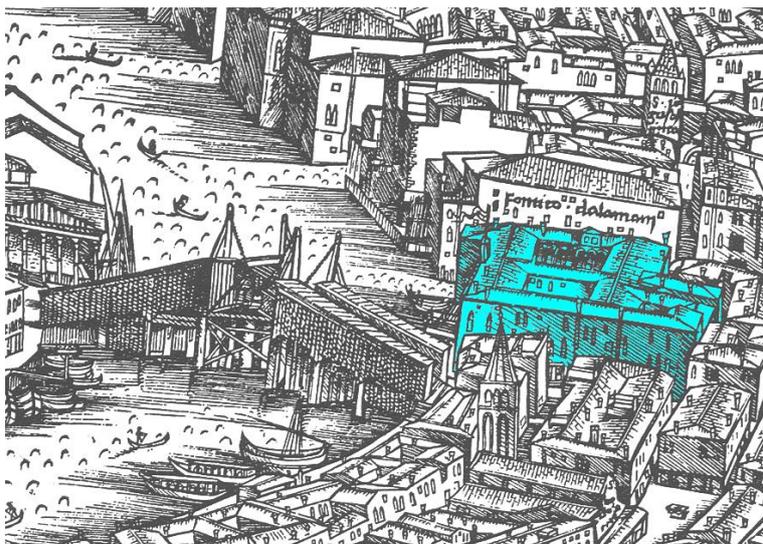


Fig. 11.1 - Particolare del Ponte di Rialto e del Fondaco dei Tedeschi nella grande *Veduta di Venezia* di Jacopo de' Barbari (Venezia 1460 circa - Mechelen o Bruxelles 1516).

che tradizionalmente lo producevano, come nel caso della Catalogna¹⁵ o di Viterbo¹⁶. In altri quattro casi rimane invece dubbio se si tratti di zafferano o di zafferano, sebbene la forma in cui è menzionata la merce sembrerebbe far propendere per la seconda ipotesi¹⁷. Altri due documenti tardi risultano di scarso aiuto, in quanto il colore azzurro citato è indicato in maniera molto vaga e potrebbe riferirsi a pigmenti per dipingere o a coloranti per tingere le fibre¹⁸.

Il collegamento della zafferano al Fondaco dei Tedeschi è raro anche nei documenti a stampa cinquecenteschi inerenti al commercio; ci si riferisce in particolare alle numerose tariffe con le imposte doganali sulle merci in entrata o in uscita dalla repubblica veneziana. L'unico documento che cita la zafferano in relazione al Fondaco sembrerebbe, stando a Henry Simonsfeld, un elenco di spese concernenti le merci tedesche inviate a Venezia, stampato a Norimberga nel 1572¹⁹, da noi riportato alla fine del paragrafo 11.3. Ovviamente, sebbene non si menzioni il Fondaco, per l'inizio del XVI secolo si rammenta la notizia riferita da Christian Meltzer, già presa in considerazione all'inizio del paragrafo 8.2.1, secondo la quale Peter Weidenhammer si era arricchito vendendo a Venezia il colore fatto con *Wismuthgraupen* per venticinque talleri imperiali al *Centner*²⁰.

¹⁵ SIMONSFELD 1887, vol. I, doc. 785 (92b), 14 settembre 1333.

¹⁶ Idem, doc. 80, 17 aprile 1328. Relativamente a quest'ultimo documento si sottolinea che è stato erroneamente posto in relazione al cobalto in uno studio concernente l'azzurro di smalto (RIEDERER 1968, p. 388; informazione poi ripresa acriticamente in STEGE 2004, p. 136 e DELAMARE 2009, p. 302). Comunque, l'attestazione più antica per un termine legato a zafferano-zafferano, senza fare distinzione tra i due, pubblicata dal Simonsfeld nei documenti concernenti il Fondaco si riferisce al 1301 (cfr. nota seguente).

¹⁷ SIMONSFELD 1887, vol. I, doc. 13 (5 luglio 1301 - notizie di legami commerciali tra un veneziano e commercianti tedeschi). È citato tre volte *çafaranum* e una volta *cafaranum*. Il documento fornisce inoltre il prezzo di tale merce: "pro grossis 24 pro libra".

Idem, doc. 19 (10 luglio 1302 - condanna di un tedesco che ha esportato zafferano senza averlo fatto stimare). È citato due volte *zafaranum* e una volta *zafarani*. Il documento concerne la vendita da un veneziano a un tedesco.

Idem, doc. 101 (14 luglio 1341 - regole del senato per catturare un trasportatore disonesto). È citato una volta il termine *zaffarani*.

Idem, doc. 802 (102b) (4 aprile 1342 - proposta di condanna di un tedesco di Ips per aver esportato zafferano senza dichiarazione doganale). È citato tre volte il termine *zafarani*.

¹⁸ Idem, doc. 464, 16 ottobre 1451 e doc. 475, 23 maggio 1454.

¹⁹ NORIMBERGA 1572, pp. 232r-v (citato in SIMONSFELD 1887, vol. II, p. 197).

²⁰ MELTZER 1716, p. 683.

11.2.3 La zaffera e lo smalto nei documenti veneziani dei secoli XV e XVI

Riguardo alle tariffe veneziane, una stampata nella prima metà del XVI secolo cita numerose volte lo *zaffaro* in uscita dallo stato veneziano, sia per le vie di terra che per quelle di mare, mentre non lo dichiara mai in entrata²¹. Tale silenzio non comporta, comunque, che il minerale fosse estratto all'interno dello stato veneziano, poiché non esistono in esso siti con giacimenti di minerali di cobalto²². In questa tariffa, la cui redazione spetta ad Alessandro Morosini (o Moresini), lo *zaffaro* ha una tassa maggiore se in uscita per le vie di terra, mentre l'ammontare dell'imposta è sempre analogo a quello del *ve[t]jro comun*, del *verde azurro* (malachite), del *verde rame* (acetato di rame) e del *verzin[o]* (un colorante rosso estratto dal legno di brasil). Dalla stessa tariffa sappiamo inoltre che il commercio dello *zaffaro* avveniva "al peso sottile" e non "al peso grosso". Nella sezione della tariffa di Morosini dedicata al Fondaco dei Tedeschi, come si è visto, lo *zaffaro* non è tra le merci contemplate e non si può assimilare a esso la menzione di *azuri et altri colori*²³, in quanto con *azurro* si designava in genere l'azzurrite; d'altra parte l'*azurro* è citato anche nelle sezioni in cui compare lo *zaffaro*, il che esclude che i due termini si riferiscano alla medesima merce. In un'altra tariffa più volte ristampata nel corso della prima metà del XVI secolo (1503, 1521, 1540 e 1557) redatta da Bartolomeo de Pasi (o di Pasi, o Paxi) la zaffera è citata solo in relazione alla sua esportazione ad Alessandria d'Egitto²⁴.

Lo *Handel-Buch* (*Libro di commercio*) di Lorenz Meder (Norimberga ? - 1561), *Rechenmeister* (matematico/maestro di calcolo), pubblicato nel 1558 a Norimberga indica la tassa di 6 *Pfen-nige* da pagare ad Anversa per l'acquisto di un sacchetto di zaffera "*Vom Sack Saffler ʃ6*"²⁵.

In un inventario redatto nel 1594, dopo la morte del mercante di colori veneziano Jacopo de' Benedetti, è attestata un'impressionante provvigione di smalto di differenti qualità: *smalto chiaro*, *smalto mezan*, *smalto scuro*, *smalto scuro sporco*, *smalto grosso*, *smalto da muran* e *smaltin de fiandra*²⁶.

In assenza di riscontri diretti per le transazioni relative ai minerali di cobalto in quello che era il principale emporio delle merci tedesche in Italia dobbiamo rivolgerci ad altre fonti. Sempre facendo riferimento a Venezia, alcuni documenti del XV secolo indicano che la zaffera era una merce importante, al punto che ne attestano il pignoramento come forma di risarcimento di debiti. Testimonianze a questo proposito sono state segnalate da Luigi Zecchin: "Il 28 novembre [1426], su richiesta di un creditore, viene pignorato a Pietro Musigheta un sacchetto di cuoio 'cum colore pro faciando vitreum azurum'"²⁷; "I cinque sacchi di 'zaffaro' pignorati a Barovier nel 1446 pesavano in tutto 1421 libbre sottili (quasi 430 chilogrammi). Furono venduti a 12 ducati ogni mille libbre, ma forse il prezzo corrente di quel colorante era maggiore: in

²¹ MOROSINI 1530, pp. 40r, 53r e 63r.

²² All'epoca, infatti, tutti i siti del Trentino Alto Adige citati nel paragrafo 5.10 erano sotto il controllo diretto o indiretto del ramo austriaco degli Asburgo.

²³ MOROSINI 1530, p. 76r.

²⁴ PASI 1503, p. 48r, col. 1; PASI 1521, p. 68r, col. 2.

²⁵ MEDER 1558, p. XXXV. Hermann Kellenbenz (Süssen 1913 - ? 1990), commentando lo *Handel-Buch* e integrando le aggiunte manoscritte apportate da membri della famosa azienda dei Welser attiva a Norimberga fino al 1614 e altre anonime successive, a proposito della zaffera riferisce che è una mercanzia colorante che viene da Erfurt in Turingia e dall'Alsazia ("ein Farb-Waar, kommt aus Erfurt aus Thüringen item aus dem Elsaß"). KELLENBENZ 1974, nota 214 a p. 35. Purtroppo, riguardo a tale affermazione, Kellenbenz non indica la fonte da cui è stata tratta, né la data. A nostro parere, l'indicazione relativa a Erfurt in Turingia va ricollegata con i mercanti Johann Jordan e Nikolaus Panzer (cfr. nota 97 di questo capitolo).

²⁶ KRISCHEL 2002, pp. 131-133.

²⁷ ZECCHIN 1987, p. 44. l'impiego di sacchetti di cuoio per conservare la zaffera è testimoniato da un altro documento quattrocentesco citato da Danièle Foy: "le *saffre* était conditionné en petits sacs de cuir, tel celui qu'un artisan italien en 1407 pour teinter de la gobeleterie: *unum sachetum de corio cum colore blavo a ciatis*". FOY 1989, p. 14.

marzo del 1448, l'incarico del podestà mise all'asta 'duo sachos zaffari' sequestrati un mese prima, e furono acquistati a due ducati ogni cento libbre (nota: PDM, b. 20, fasc. 1)"²⁸.

A partire dal XV secolo, la circolazione in tutta Europa di ceramisti e di vetrai di origine italiana (di prima o di seconda generazione) favorì il trasferimento di conoscenze e pratiche legate all'uso della zaffera o dello smalto veneziano, prima che, probabilmente attorno alla metà del XVI secolo, prendesse piede la produzione di *smalto di Fiandra* e nel secolo successivo, quella di *Zafre de Holanda*²⁹.

L'esportazione dello smalto veneziano nel XVI secolo, utilizzato soprattutto dai vasai, avveniva sotto forma di pani o perle, chiamate paternostri³⁰. I principali paesi importatori erano le Fiandre e la Spagna. Claire Dumortier afferma che furono vasai di origine veneziana stabiliti ad Anversa a introdurre l'uso della zaffera nel XVI secolo e che un certo Peter Frans³¹ di questa città servì da sensale le botteghe degli Andries e dei Frans ponendoli in contatto con le committenze e approvvigionandoli di materie prime di non immediato reperimento, come per esempio la zaffera³². Testimonianze di pagamenti per l'acquisto di smalto (azzurro) non sono rare, meno frequenti sono quelle reperibili nella trattatistica a stampa, tra le quali, spicca quella di Pietro Maria Caneparo (Caneparius, Pietro Martire o anche Pietro Antonio; Crema o Cremona seconda metà del XVI sec. - ?) che riferisce che il colore azzurro si ottiene dallo smalto, come si fa a Venezia, o dalla zaffera, ottenendo però un pigmento meno buono³³.

Anche se non riferibile direttamente a Venezia è interessante segnalare che nei *Comptes des bâtiments du roi* per le pitture murali della "grande gallerie et chambre de la Reyne" nel castello di Fontainebleau figura l'acquisto nel 1535 di otto libbre di *semalte* a 45 *sols* la libbra dall'orafo e intagliatore Mathieu Dalmasat *Véronois* [Matteo Del Nassaro (Verona 1485 - Parigi 1547/48)]³⁴.

11.3 La zaffera nelle gabelle

Un'ulteriore indicazione del valore non trascurabile conferito alla zaffera nel XIV secolo la si ricava dai libri di gabelle (tasse sulle merci in entrata e in uscita) della città di Avignone, dove alla "saffre per colorar veyre" è imposta una tassa di dodici soldi per quintale, dodici volte più elevata rispetto alla soda o ai rottami di vetro impiegati per la produzione vetraria³⁵.

Di più ardua impresa è il riscontro analogo in un libro di gabelle sulle merci in entrata e in uscita da Firenze verso la metà del XIV secolo (ms. Riccardiano 2526), in quanto non troviamo menzionati *zaffera*, *cofaro* o *chafarone*; tale assenza potrebbe indicare che i minerali di cobalto venivano considerati alla stregua di altri prodotti ivi segnalati, oppure che debbano essere identificati sotto denominazioni differenti. Escludendo *zaffiore/zaflore*³⁶, da identificare in un sottoprodotto dello zafferano, l'unica altra merce candidabile è *aguri/acurri*, da intendersi in questo caso come *açu(r)ri* o *azu(r)ri*, posto invece in relazione con *agurro* (viburno) e *agurra* (salice) dal commentatore moderno della gabella. Questa merce è menzionata in en-

²⁸ ZECCHIN 1990, p. 187.

²⁹ RAY 2000, nota 5 a p. 213. Riguardo a strumenti dedicati esclusivamente alla macinazione della zaffera in una bottega ceramistica di Anversa si rimanda alla nota 17 del capitolo 8.

³⁰ CHARLESTON 1963; SECCARONI 2005, cap. 7, figg. 4-6, 9, 12-14, 17 e 20 e pp. 347-348.

³¹ Uno dei Frans, famiglia originaria di Brescia, si trasferì nel 1556 a Siviglia impiantandovi un'importante bottega ceramistica. DUMORTIER 1991, p. 241. Per maggiori informazioni su alcuni membri della famiglia Frans si rimanda al paragrafo 8.1.2.

³² DUMORTIER 2002, p. 63.

³³ "Alia fiunt atramenta cærulea, aut ex smalto, quemadmodum Venetiis fieri solet, aut ex zaphara, qua tingitur vitrum, hæc tamen longe aliis inferiora sunt". CANEPARIO 1619, p. 233.

³⁴ LABORDE 1877, p. 96. Dallo stesso documento apprendiamo che una libbra di smalto costa quarantacinque *sols* mentre l'*azur* (da intendersi col lapislazzuli) costa tre *sols* e sei *deniers* l'oncia. Idem, p. 97.

³⁵ PANSIER 1926, p. 53.

³⁶ In entrata a c. 22r e in uscita a c. 52r; DE ROBERTIS 1968, pp. 65 e 108.

trata come *aguri*, rubricata insieme ad altri ingredienti alla voce che inizia con *antimonio* (da intendersi con l'antimonite, il solfuro di antimonio)³⁷, e in uscita come *acurri*³⁸; in entrambi i casi tra le merci "dell'Arte degli speciali e libri di medicina e decretali e di ramanzi", dove pure sono registrati il *marzacotto da fare il vetro* e il *manganese da fare bicchieri*³⁹, mentre articoli come *crystallo*⁴⁰, *vetro nuovo lavorato* e *vetro vecchio rotto*⁴¹ sono inseriti tra le merci "dell'Arte de' merciai, ferraiuoli e armaiuoli". Si osserva infine che mentre le gabelle relative a crystallo, vetro lavorato, rottami di vetro, marzacotto e manganese (così pure quelle relative a pigmenti o coloranti utilizzati in pittura e nell'arte tintoria, per esempio biacca, cinabro, verderame, verzi- no, indaco ecc.) sono riferite a quantitativi consistenti (la soma), per *aguri/acurri* la quantità di riferimento è più contenuta (la libbra), a indicare che ci troviamo in presenza di un articolo uti- lizzato, e pertanto venduto, in dosi più modeste.

A proposito delle tasse doganali a Venezia riproduciamo integralmente un elenco dei costi di trasporto, carico, scarico, movimentazioni merci e dogana per la zaffera e i colori spediti da Norimberga a Venezia, stampato a Norimberga nel 1572⁴². Questo tipo di documento con- cernente l'importazione di zaffera a Venezia - il primo a nostra conoscenza - sembra confer- mare che i coloranti a base di cobalto della Germania sono stati importati ufficialmente, e non più di nascosto, circa mezzo secolo prima dell'avvio delle *Blaufarbenwerke* sassoni e boeme, ossia quando è iniziata la vendita legale di *Wismuthgraupen*⁴³. È particolarmente interes- sante rilevare l'elevatissima incidenza delle spese doganali a fronte di tutte le altre.

Zaffero, oder aller sort Farb.

Uncost, so in Venedig auff ein vässlin von ½ sam, Zaffero, oder ander Farb geht, so neto wigt Venedisch Lb 285, So von Teutschen dargebracht, und verkaufft wirt.

Erstlich Schiflon von Portogruar biss gen Venedig zu füren, von dem sam β 10. und per la Boleta β 1. thut

D - L - β 6

Mehr Fontigaso in Portogruar, und einzuladen, von dem sam β 3. thut

D - L - β 1½

Den Tragern darvon außzuladen.

D - L - β 1

Den wegern an dem Zoll zu wegen, schenckt man je, nach dem sie vorteil in dem gewicht thun.

D - L - β 2

Dem Fackin auf der Doana zu tragen, auffthun, zaygen, helffen wegen, und in magasen tragen.

D - L - β 2

Den Wegern darvon abzuwegen, so man verkaufft, β 1. per Lb 1000. und per la partita β 2. thut auff 1 vässlin.

D - L - β 1

Summa D - L - β 13½

D - L 2 β 7½.

Thut auff Lb 1000. Venediger

Noch geht uncost darauff, per Dc° di valuta.

Erstlich Sansseria, dem, so kauff macht, per Provision dem Factor, so in verkaufft,

D 1 L - β -

D 1 L - β -

Summa D 2 L - β -

Mehr Zoll inn dem Teutschen Hauß, per Dtc° wie er an der stima angeschlagen wirt, laut a cart: 26.

Dt 4 gl 6 cp 16

per Cotimo, schrivani, e fanti, setz ich

Dt - gl 2 cp 16

Summa zalt man in als in dem Officio, per Dtc°

Dt 4 gl 9 cp -

Für Zinss des magasens, darinn zu behalten, setz ich nichts. Item, was vorteil man an dem Zoll hat, findt man am 219 blat.

D = Ducati

L = Lire

β = soldi

Dt = Dukat

gl = Gulden

cp = Kreutzer

1 Lira = 20 soldi

1 Dukat = 4 Gulden

1 Gulden = 60 Kreutzer

³⁷ c. 14r; Idem, p. 51.

³⁸ c. 43r; Idem, p. 95.

³⁹ In entrata a c. 18r e in uscita a c. 47r; Idem, pp. 58 e 101.

⁴⁰ In entrata a c. 9r e in uscita a c. 37r; Idem, pp. 43 e 87.

⁴¹ In entrata a c. 12r e in uscita a c. 40r; Idem, pp. 47 e 91.

⁴² NORIMBERGA 1572, pp. 232r-v (citato in SIMONSFELD 1887, vol. II, p. 197).

⁴³ Cfr. paragrafo 8.2.1.

11.4 Il commercio della zaffera e dello smalto con l'Oriente sino al XVIII secolo

A fronte dell'esportazione del cobalto europeo nella Persia, attestata agli inizi del XIV secolo da Abū'l Qāsim, è verosimile che esistesse anche un commercio in senso opposto, ossia dalla Persia verso l'Europa, viste la disponibilità locale di materiale di buona qualità attestata dallo stesso Abū'l Qāsim e l'esportazione del cobalto persiano in Cina, almeno sino al XV secolo. John Roberts Taylor (n. 1917) è di quest'opinione, proponendo di identificare i minerali di cobalto nel *colore damaschino* citato da alcune fonti: "certainly zaffer was imported into Italy in the early 15th century from the Levant through Venice where it was known as *colore damaschino* (Damascus pigment)"⁴⁴. Purtroppo i documenti sinora pubblicati non sembrano suffragare tale certezza, che in alcuni casi si estende anche ai secoli precedenti al XV; per esempio, relativamente ai materiali utilizzati a Venezia nel XIII e nel XIV secolo è stato osservato che "a third material [oltre alla soda e ai rottami di vetri] imported from the Islamic world was cobalt, which was used to color the blue enamel found on a well-known and much-discussed group of glass vessels: the so called Aldrevandin group"⁴⁵, affermazione non convalidata da alcun riferimento bibliografico. Il fatto è che nella letteratura scientifica del mondo anglosassone è considerato un dato di fatto che *zaffera* derivi dall'arabo⁴⁶ e che fosse importata a Venezia come *colore damaschino* (*Damascus pigment*). I riferimenti generalmente citati per il *colore damaschino/Damascus pigment* sono due, a seconda che il contesto si riferisca ai vetri o alle ceramiche; per i vetri il rimando solito è a *Glass and Archaeology* di Susan Frank⁴⁷ mentre per le ceramiche il rimando è al capitolo a esse dedicato nel secondo volume della monumentale *A history of technology*⁴⁸. In entrambi i casi, tuttavia, la menzione del *colore damaschino/Damascus pigment* avviene senza alcun rimando bibliografico al riguardo ed è probabile, vista la precedenza e l'autorevolezza, che la stessa Susan Frank abbia desunto la notizia da *A history of technology*. Accurate ricerche non ci hanno sinora consentito di reperire la fonte (apparentemente veneziana) da cui deriva la menzione del *colore damaschino* che, stando alla letteratura anglosassone, al fine di verificare se effettivamente si tratti di zaffera o se invece tale dizione si riferisca a una delle tante merci (compresi pigmenti e coloranti) che giungevano dall'Oriente, per le quali Damasco poteva costituire l'origine o, semplicemente, un transito; certo è che il *colore damaschino*, che sembrerebbe citato anche in documenti ufficiali come le gabelle, non è stato mai preso in considerazione da Luigi Zecchin, che ha dedicato numerosi e approfonditi studi al commercio del vetro e dei suoi ingredienti.

Se sino al XV secolo si ipotizza dunque, su basi più o meno fondate, l'importazione di cobalto dal mondo islamico a Venezia, a partire dagli inizi del XVI secolo i documenti testimoniano che tale merce ha viaggiato nella direzione opposta, da Venezia verso il mondo islamico che si affacciava sul Mediterraneo. La più volte ristampata tariffa cinquecentesca di Bartolomeo de Pasi fa infatti espresso riferimento all'esportazione dello smalto a Damasco⁴⁹ e della zaffera ad Alessandria d'Egitto⁵⁰ e a Damasco⁵¹. A questo si aggiungono le due testimonianze del viaggiatore in-

⁴⁴ TAYLOR 1977, p. 7.

⁴⁵ WHITEHOUSE 2001, p. 297.

⁴⁶ Abbiamo invece avuto più volte occasione di rilevare, in particolare nel capitolo 1, il collegamento del termine col medievale *saphirum* e le sue varianti nella lingua latina e greca.

⁴⁷ "Blue, one of the most important colours in Medieval glass, was obtained from "zaffre", an Arabic word for cobalt oxide: the material containing this oxide was very expensive as it had to be imported from the Levant and so was known as Damascus pigment". FRANK 1982, p. 23.

⁴⁸ "It was imported as the impure oxide, *zaffre*, from the Levant through Venice (*colore damaschino*, Damascus pigment). Since it was dutiable in many parts, there was considerable smuggling in it". JOPE 1956, p. 301.

⁴⁹ "Smalto azuro fino fa per damascho e comprasse a moran a tanti lire de marcheti la lira sottile. E vendesse a damascho a tanti de Remi e Rotolo, et se conducono senza alcuna spexa e tara. E nota che lire .6. sottile fanno Rotoli .1. damaschino dassi .5. per .105.". PASI 1503, p. 52, coll. 1-2; PASI 1521, p. 75r, col. 1.

⁵⁰ "Zafari se compra venesia a pexo grosso e vendesse in alixandria al canter zeroi e dassi de tara Rotoli 6 per sacho e .110. per .100. et in barille se da per tara secondo lacordo che se fa: et .110. per .100. e per dacio del soldano .10. per .100. et hano de spexe menude per canter de Remi". PASI 1503, p. 48r, col. 1; PASI 1521, p. 68r, col. 2.

glesi John Fryer e del padre cappuccino Raphaël Du Mans, ricordate nel paragrafo 6.1, riguardo alla menzione nel XVII secolo dell'utilizzo in Persia di minerale tedesco e smalto veneziano; mentre ancor più numerosi sono i riferimenti all'esportazione durante il XVIII secolo del cobalto olandese, ma di origine tedesca, nell'Estremo Oriente da parte della Compagnia delle Indie Orientali (Verenigde Oostindische Compagnie, VOC), su cui ci si soffermerà nel paragrafo 11.7.

Un altro documento attesta nel 1592 l'esportazione in Oriente di smalto di proprietà di un certo fiammingo Guielmo Herman residente a Venezia; si tratta di un certificato notarile veneziano che menziona la presenza sulla nave *Silvestra*, con destinazione Costantinopoli, di "42 L. di smalto di più colori". Dai dati a disposizione non è comunque possibile appurare se si trattasse di smalto veneziano oppure di origine fiamminga, come peraltro erano altre merci imbarcate come balle di carta e panni di lana⁵².

Tomando alla in ogni modo più che probabile importazione europea di cobalto persiano, o comunque orientale, si hanno alcune attestazioni che la documentano con certezza solo per il XVII secolo, in particolare nel 1676 l'affermazione dello spagnolo Juan Danis riguardo al *cafir o cafre*, un "medio mineral que juzgo que viene ultramar"⁵³. Tale indicazione sembrerebbe inoltre confermata dal pesarese Giovan Battista Passeri che alla metà del XVIII secolo lamenta il fatto che non sia più disponibile come nei tempi antichi la "pietra zaffara, che bellissima allora veniva di Levante migliore di quella, che si porta ora dalla Provenza, e dalla Germania"⁵⁴, mentre un'altra indicazione degli inizi del XVIII secolo riguardo all'importazione da parte dei mercanti olandesi di un generico *azur*⁵⁵ dall'Oriente ("Levant") potrebbe essere riferita all'azzurrite o, meglio, al lapislazzuli piuttosto che a pigmenti vetrosi a base di cobalto che a quest'epoca giungevano in Olanda dalla Sassonia via Amburgo. Tale notizia ritorna anche nella voce *SAFRE, ou ZAFRE*, del *Dictionnaire universel de commerce* del 1723 di Philémon-Louis Savary, sebbene, in questo caso, appare evidente che si tratta di cattiva informazione.

Mineral de couleur d'œil de perdrix que les Verriers & les Fayanciers employent pour donner une couleur bleuë à leurs verres & à leurs fayances.

Le safre vient des Indes Orientales; ce sont les Anglois, les Hollandois & les Hambourgeois qui l'apportent de Surate en France.

Les Marchands Epiciers-Droguistes de Paris le vendent ou en poudre ou en pierre; celui en pierre doit être préféré parce qu'il ne peut être contrefait, & que celui en poudre est sujet à être soifié, aussi ce dernier ne se prend-il guère qu'à l'épreuve.

Le safre sert aussi à colorer quelques émaux, & le faux lapis n'est que de l'étain calciné, coloré avec ce minéral. Les saphirs factices tiennent de même leur couleur du safre.

Le safre que le Tarif de 1664 nomme *Saffle*, paye en France les droits d'entrée à raison de 3 s. du cent pesant⁵⁶.

Sempre nel *Dictionnaire universel de commerce*, nell'edizione del 1742, troviamo notizie in merito al commercio dell'*Azur*, ma non è chiaro se si riferisca a prodotto importato o esportato dalla Siria⁵⁷.

⁵¹ "Tara che se da ale merce che se porta in damasco da mercadanti ... Zafari se da tara del coro o vero del barile Ro. 5. per .105.". PASI 1503, p. 54r, coll. 1 e 2.

⁵² BRULEZ 1965, p. 598.

⁵³ NIETO ALCAIDE 1967, p. 293.

⁵⁴ PASSERI 1758, p. 25. "La zaffara però colla quale si facea quel bellissimo Turchino veniva sol di Levante migliore di quella, cui si è ora sostituita la zaffara di Germania, e Provenza, molto più languida, non sò se per economia di lavoro, o perché della sincera se ne sia perdue le cave". PASSERI 1775, p. 282.

⁵⁵ HUET 1717, p. 136.

⁵⁶ SAVARY 1723, vol. II, coll. 1447 e 1448; SAVARY 1726, vol. II, col. 1464. Savary fa riferimento al *Tarif général* del 1664, dove il *Saffle* è riportato tra le merci in entrata, tra cui compaiono anche "Azur d'esmail, Azur gros & comun". PARIGI 1664, pp. 81 e 45.

⁵⁷ "Ces trois sortes d'Azur [FFC, FC e MC] valoient à Alep en 1734 140 Piastre la meilleure sorte, 100 Piastres la seconde sorte, & 70 à 80 Piastres l'inférieure, au quintal de 100 rotes, de 720 Dragmes l'un, & le prix de la première de ces sortes étoit à Marseille en Juillet 1740 de 70 livres le cent". SAVARY 1742, vol. I, col. 246.

11.5 Il commercio segreto di Wahlen e Venedigern

I primi a parlare di misteriosi cercatori erranti stranieri, prevalentemente di origine italiana o fiamminga, che intorno ai siti minerari tedeschi e boemi cercavano tesori o minerali, sono stati Hans Rudhart nel 1523 (fig. 11.2)⁵⁸, Caspar Bruschi (o Kaspar o Gaspar Bruschi; Schlaggenwald 1518 - Schlingenbachtal 1559) nel 1542⁵⁹ e Johannes (o Johann Georg) Thurmair (o Turmayr, Thurmayer latinizzato in Johannes Aventinus; Abensberg 1477 - Ratisbona 1534) nel 1554⁶⁰, ripresi in seguito da Sebastian Münster⁶¹ e Agricola (fig. 11.3)⁶². Esiste un *corpus* gigantesco di leggende in cui si parla di questi vagabondi misteriosi, chiamati *Walen/Wahlen*, *Wallonen*, *Welschen/Wälschen*, *Brabantern*, *Flandrem*⁶³, *Venedigern/Venezianern*⁶⁴, *Meyländern* (milanesi), *Modenensern* e *Spaniern*⁶⁵ che arrivavano frequentemente dal sud⁶⁶, sempre a primavera e ripartivano in autunno con tesori.

Inoltre, se inizialmente il termine *Welschen/Wälschen* non si riferisce agli italiani e se quello di *Spaniern* può difficilmente riportarsi agli abitanti della penisola iberica, le due parole designano senza dubbio personaggi provenienti dai Paesi Bassi spagnoli, ossia le province delle Fiandre meridionali rimaste sotto il ramo spagnolo asburgico sino all'inizio del XVIII secolo e, dopo un breve transitorio, sotto il ramo austriaco degli Asburgo, dal 1713 sino al 1794. L'esistenza di cercatori brabantesi, fiamminghi, valloni e altri provenienti da Walheim (Walem, vicino Mecheln/Malines) nelle Fiandre⁶⁷, conferisce maggior peso all'identificazione dei *Welschen/Wälschen* negli abitanti dei Paesi Bassi spagnoli.

⁵⁸ Hans Rudhart (Rudthart), di Joachimsthal/Jáchymov, ha pubblicato nel 1523 un opuscolo sulle miniere di Joachimsthal nell'ultima parte del quale, in versi, parla dei *Wahlen* che portano via minerali: "Anche oro argento piombo e altri metalli ... I *Wahlen* ne portano via furtivamente in gran quantità" ("Von Golt Silber Pley und ander metall ... Dy Walhen tragen davon grosse burde un[d] huck"). RUDHART 1523, pagina non numerata (terzultima dell'opuscolo). Helmuth Wilsdorf riteneva che il testo a stampa di quest'opuscolo fosse andato perduto (WILSDORF 1954, p. 34) e che il suo contenuto ci fosse pervenuto solo attraverso una trascrizione pubblicata alla fine del XVIII secolo da Johann Friedrich Lempe (Weida 1757 - Freiberg 1801). LEMPE 1791, p. 192.

⁵⁹ Bruschi parla di "*Wahlen, Venedigern, Spaniern ... Zigainer, Wahlen und Spanier*" che cercano l'oro nei fiumi tedeschi (BRUSCHIUS 1542, pp. 14-15). Philippe Braunstein parla di *Welsches* (BRAUNSTEIN 1993, p. 213), mentre Robert Cogho e Will-Erich Peuckert citano delle leggende dove compaiono *Wälschen* (COGHO 1967, p. 50).

⁶⁰ THURMAIR 1883; gli scritti di Thurmair furono pubblicati postumi nel 1554.

⁶¹ Sebastian Münster, evocando gli "*Ziegeuner und Welsche*", riprende il passo di Bruschi. MÜNSTER 1550, pp. 942-943.

⁶² L'autore, a proposito degli "*Italienische Goldwäschern*" afferma: "Itali, qui se auri colligendi gratia ad Germaniæ montes conferunt, rivorum arenas, cum auri ramentis & carbunculis, maxime Carchedonijs mistas, lavant in longiusculo & humili lacu, ex una arbore cavato, intrinsecus & extrinsecus rotundato, ex altera parte patente, ex altera clauso". AGRICOLA 1556 e 1561, p. 267. Johann Friedrich Klotzsch afferma che in Sassonia "la sabbia che trasporta l'oro nei fiumi sarebbe stata scoperta per la prima volta dai *Wahlen* e [la sua ricerca/raccolta da parte loro] sarebbe durata dall'anno 900 fino all'anno 1400" ("Der Goldführende Sand wäre von den Wahlen zuerst entdeckt worden, und sollte vom Jahre 900. biß 1400. gedauert"). KLOTZSCH 1764, p. 140.

⁶³ BRÜCKMANN 1727, vol. I, p. 83.

⁶⁴ Se *Venedigern* (o *Venezianern*) designa gli abitanti della laguna, i termini *Walen/Wahlen* e *Welschen/Wälschen* - dal celtico *volcae*, medio tedesco *wählich* e basso tedesco *welsch* (già intorno al 1200; WEISGERBER 1948, pp. 92 e 128, WEISGERBER 1959, p. 43) - si riferiscono, secondo il *Deutsches Wörterbuch* già dal X secolo, ad antichi romani, italiani, francesi e valloni. GRIMM 1901, coll. 544-548.

⁶⁵ BRUSCHIUS 1542, pp. 14-15; BRÜCKMANN 1727, vol. I, p. 83. Vedi anche nota 77.

⁶⁶ "Dopo un certo tempo i tedeschi hanno chiamato *Wahlen* tutti gli italiani che sono venuti in Germania, di conseguenza questo nome è stato utilizzato anche in Sassonia" ("Nach der Zeit haben die Deutschen alle Italiener Wahlen genennet, so nach Deutschland gekommen, folglich haben sie auch diesen Namen in Sachsen behalten"). LEHMANN 1764, p. 9.

⁶⁷ LEHMANN 1764, p. 8, ripreso in SCHURTZ 1890, p. 121 e COGHO 1967, p. 54.



Fig. 11.2 - Frontespizio dell'opuscolo di Hans Rudhart pubblicato a Lipsia nel 1523 in cui si accenna ai *Wahlen*. RUDHART 1523. Basilea, Universitätsbibliothek, UBH hv III 50:1.



Fig. 11.3 - *Italienische Goldwäschem*, cercatori italiani di pepite, dal *De re metallica* di Georgius Agricola. AGRICOLA 1556 e 1561, p. 267.



Fig. 11.4 - Frontespizio della *Nachricht von Wahlen* di Christian Gottlob Lehmann. LEHMANN 1764.

Facendo nostro quanto riferito da Wilsdorf nel volume sulle leggende dei minatori e dei cosiddetti *Wahlen e Venedigern* (veneziani) ci limitiamo ad alcune delle conclusioni cui giunge al riguardo:

- a) si riferiscono quasi tutte a veneziani o altri stranieri che cercano tesori,
- b) sostengono che i *Wahlen* e i *Venedigern* hanno conoscenze ignorate dagli abitanti del luogo,
- c) non fanno mai riferimento diretto a cobalto, bismuto ecc., ma soltanto all'oro,
- d) descrivono incontri reali,
- e) si riferiscono a fatti memorabili e che si ripetono nel tempo,
- f) risalgono al XIV, se non già al XIII secolo,
- g) si ripetono, ma non si rinnovano dopo circa il XVI secolo (quando ormai si hanno tracce evidenti relativamente all'estrazione di minerali di cobalto),
- h) riguardano soprattutto le zone dove c'era un'attività mineraria precoce (con presenza di minerali di cobalto), come l'Erzgebirge sassone o boemo, lo Harz, la Foresta Nera ecc.

Comunque, l'affermazione in merito alla ricerca, o alla presunta ricerca, dell'oro da parte di *Wahlen e Venedigern* era unicamente un pretesto che serviva a nascondere la raccolta vietata di metalli secondari (fra i quali il cobalto), minerali tutti protetti dalle *Bergrechte* e dal privilegio esclusivo degli abitanti del luogo⁶⁸. Su questo punto Helmut Wilsdorf, che ha analizzato le leggende e studiato il fenomeno, è categorico: i cercatori erranti erano prevalentemente dei *Venedigern* che raccoglievano i minerali di cobalto e manganese necessari ai vetrai muranesi⁶⁹. Wilsdorf, per dare più valore alle sue asserzioni, cita Lazarus Ercker e Caspar Brusck. Lazarus Ercker von Schreckenfels, *Oberbergmeister* nel regno di Boemia, nel 1574, nella *Descrizione dei minerali*, a proposito di questi cercatori d'oro riferisce: "Inoltre si parla da noi in Germania di tante sorti di grani ... che sono portati via da stranieri e vagabondi, questi (grani) sono spesso sabbiosi, in parte bruni o neri ... da cui si pretende fare l'oro. Per quello che mi concerne non credo ... che questi grani contengano oro, o che si possa farlo con essi, ritengo invece che con questi i vagabondi, in Italia e in altri luoghi, ricevono una retribuzione, perché da questi ingredienti si possono ottenere dei bei colori e vetro fuso (smalto). Questi colori o vetro fuso sono molto apprezzati da loro, e venduti a gran prezzo, come se fosse oro, ... perché da noi in Germania si trovano tante sorti di minerali che danno vetro e colori"⁷⁰.

Georg Meyer (Würzburg 1533 - Heidelberg 1606) nei *Bergwercks Geschöpff (Creature delle miniere)*, libro di cui sono pervenuti solo pochi esemplari, afferma che "nella notte dei tempi, e ancora fino poco tempo fa, chierici vaganti e vagabondi ... hanno portato a casa ... sabbia trasparente e sassolini destinati a fare bellissimi vetri"⁷¹.

Gerhard Heilfurth riferisce di una leggenda pubblicata per la prima volta nel 1880 in cui si afferma che nella miniera Hohenwart, a Oberwölz nello Steiermark (Austria), un veneziano

⁶⁸ WILSDORF 1985, pp. 220 e 232.

⁶⁹ Helmut Wilsdorf ipotizza che l'allume era anche ricercato dagli italiani, almeno intorno al 1485-1500. WILSDORF 1985, p. 229.

⁷⁰ "Darnach so ist auch eine gemeine red bey uns in Deutschlanden, von allerley art körnern ... von den auslendern und Landfahrern, weg getragen werden, derer etliche kieslig, eines teils Braun, gilbicht, auch schwartz ... aus welchem man Goldt solle machen. Für mein Person aber halt ich von solchem gar nichts ... das solche Körner gar kein Goldt bey sich haben, werd auch keins drauss gemacht, sondern durch sie die Landtferer, in Italiam und anderer örter, umb einen lohn hingetragen, als zu einem zusatz, darauss schöne Farben vnnd Schmelzglass gemacht werden. Welche Farben oder Schmelzglass man bey Inen so hoch achte, und so tewer verkauffe, als wann es goldt wehr, ... sonderlich weil mehr Berckarten bey uns in Deutschlanden gefunden, die glass und farben geben". Il passo è rubricato a margine con "grani/pepite/sassolini che i vagabondi portano via" ("Körner so die landtferer wegtragen"). ERCKER 1574, libro II, pp. 43v-44r.

⁷¹ "Vorzeiten, und noch bisweilen, haben die fahrenden Schüller, und Landfahrer ... durchsichtigen Sand und Körner zu schönen Schmelzglesern heim getragen". MEYER 1595, p. 42; EIS 1971, p. 303.

veniva tutti gli anni alla fine dell'estate e di nascosto portava via un sacchetto di tela pieno di "blauer Glasur", l'ultima volta che è venuto ha detto alla gente che la montagna conteneva un tesoro e che grazie a questo era diventato uno degli uomini più ricchi di Venezia⁷².

Riguardo alla ricerca di *Kobalt* (da intendersi più con scorie o residui della lavorazione dell'argento che con i minerali, secondo quanto esposto nel paragrafo 1.7) da parte dei *Wahlen* per fare un colore azzurro è più esplicito Christian Gottlob Lehmann, che nella *Nachricht von Wahlen* (fig. 11.4), riprendendo il lavoro di suo nonno Christian Lehmann e riferendosi all'*Ausfürlicher Bericht vom Bergwerk* di Georg Engelhard von Löhneyss, afferma: "anche Lehneiss, nei suoi libri sull'arte mineraria, pensa che i *Wahlen* hanno portato via dalla Sassonia molto cobalto, con cui loro fanno il colore azzurro, che nel loro paese è pagato come l'oro, così possono diventare molto ricchi"⁷³.

L'umanista e storiografo bavarese Johannes Thurmair riferisce che: "I romani ... hanno inviato presso il re Synpol⁷⁴ sopra ricordato tanti abili *Wahlen*, esperti di oro e capaci di distinguere cose simili, che lo compravano o depredavano, quando invece i tedeschi non sapevano ancora cosa fare con queste cose"⁷⁵.

Caspar Bruschi, nella descrizione del Vichtelsberg, zona montagnosa fra l'Erzgebirge e Bayreuth chiamata oggi Fichtelgebirge⁷⁶, a proposito dei *Wahlen* afferma che "con oro, argento, ferro e insomma tanti dei migliori metalli ... si trova nelle nostre montagne ... qualcosa che tutti coloro che vengono da altri paesi o da altre regioni dei paesi tedeschi, compreso quelli che vengono da più lontano, come *Wahlen*, veneziani, spagnoli, sanno e conoscono bene ... Per esempio su questa montagna e sulle terre intorno a essa più volte la nostra gente ha incontrato zingari, *Wahlen* e spagnoli che cercavano e si informavano. In questo modo si portano via grandi tesori"⁷⁷. Bruschi, parlando dell'ignoranza della gente del Fichtelgebirge, che non persegue e punisce questi ladri (*Wahlen* ecc.), scrive inoltre che essa, quando getta pietre contro le mucche non sa che le pietre valgono più delle mucche stesse⁷⁸.

Tutte queste leggende mostrano che i veneziani e i fiamminghi si sono sicuramente approvvigionati in segreto del cobalto al nord delle Alpi (probabilmente già dal XIII secolo), il

⁷² HEILFURTH 1967, p. 770.

⁷³ "So gedenket auch Lehneiss in seinen geschriebenen Büchern von Bergsachen, dass die *Wahlen* viel Kobald aus Sachsen geschleppt, daraus die blaue Farbe gemacht, die dem Golde gleich in ihrem Lande bezahlt würde, daher sie hierdurch wohl reich werden können". LEHMANN 1764, pp. 9-10. Nonostante un'attenta ricerca nelle varie opere di Löhneyss non siamo riusciti a trovare il passo cui fa riferimento Christian Gottlob Lehmann. Quest'ultimo ritiene inoltre che anche Martin Lutero (Eisleben 1483 - 1546) abbia fatto riferimento ai *Wahlen*, nel sermone sul capitolo 3 della lettera ai Galati e nell'introduzione al profeta Daniele. Idem, p. 10.

⁷⁴ Discendente di Brenno, regnò tra il 172 e il 127 a.C. su un'area comprendente la Baviera, l'Austria e parte dell'Ungheria. La sua capitale, Noreia, era probabilmente situata a nord di Aquileia.

⁷⁵ "Die Römer ... schickten obgenanten künig Synpol etlich künstlich *Wahlen* heraus, die sich auf dem golt verstuenden und dasselbig schaiden kúnten, kauften und verfürten nachdem die Teutschen mit solchen sachen noch nit umb wisten zue gen". THURMAIR 1883, libro I, p. 481 (citato anche in GRIMM 1901, col. 548).

⁷⁶ Da non confondere col Fichtelberg, anche una montagna con miniere di cobalto situata sopra Oberwiesenthal, nell'Erzgebirge sassone.

⁷⁷ "Mit Gold, Silber, Eysen und in Summa allerley der besten Metallen ... ist diser unser Berg ... allen anderen Lendern und gegenden Teutschen Landes weit für zuziehen, welches auch den weit von uns gelegenen völkern als *Wahlen*, Venedigern, Spaniern unserer Land kundschafftern und gantz wisslich und kundig ist ... So sind auch zum offtern mal von unsern Leuten ... Zigauner, *Wahlen* und Spanier gefunden worden die dises Bergs und des gantzen harumb gelegnen landen natur, gelegenheit und reichthum aussgespehet und erkundet. Ja auch grosse schetz von dannen mit sich hin weg geführt". BRUSCHIUS 1542, pp. 14-15. Il passo è ripreso da Sebastian Münster. MÜNSTER 1544, p. 842.

⁷⁸ Idem, p. 15.

che giustifica e in un certo senso compensa l'assenza di documenti ufficiali concernenti un'importazione regolare a Venezia o da Anversa prima del XVI secolo.

A questo *corpus* di leggende si aggiungono itinerari manoscritti detti *Wahlenbücher*, che descrivono come trovare oro in pseudositi minerari⁷⁹. Queste leggende e questi itinerari, recensiti da numerosi autori, concernono essenzialmente le zone che ci interessano: Harz, Vosgi, Foresta Nera, Erzgebirge, Boemia, Tirolo e Slesia⁸⁰. Se i principali *Wahlenbücher* pervenuti sono stati scritti nel corso del XVII secolo, le leggende trasmesse oralmente che descrivono *Wahlen* o *Venedigern* sono invece antecedenti, come abbiamo visto all'inizio di questo paragrafo. Secondo esse questi cercatori conoscevano bene i siti, viaggiavano da soli, si facevano passare come venditori ambulanti o raccoglitori di erbe, evitavano di frequentare gli abitanti del luogo e portavano spesso sulle spalle sacchi di cuoio che riempivano di sassolini e di terra apparentemente senza valore. Dal canto loro, i *Wahlenbücher* sono pieni di descrizioni misteriose o soprannaturali, e talvolta fanno riferimento a segni codificati (*Wahlenzeichen*), utilizzati per contrassegnare e ritrovare posti particolari ove si riteneva vi fosse l'oro. Segni di questo genere, qui riprodotti parzialmente (fig. 11.5), sono stati studiati e pubblicati⁸¹.

Philippe Braunstein (n. Grenoble 1933), che ha dedicato un saggio ai *Wahlenbücher*, ritiene che i termini *Wahlen* e *Welschen* non possono essere applicati agli italiani, giacché ne' italiani ne', tanto meno, i veneziani compaiono nei primi *Wahlenbücher*⁸². A questo proposito, citando Bruschius, Braunstein ricorda che "anche nelle montagne di cui parliamo [il Fichtelgebirge] sono stati trovati dei piccoli libri scritti in francese, neerlandese e dialetto vallone [ovviamente, il riferimento è ai Paesi Bassi spagnoli]"⁸³. L'esistenza di *Wahlenbücher* redatti in lingua vallone conferma ulteriormente l'identificazione dei *Welschen/Wälschen* negli abitanti dei Paesi Bassi spagnoli.

Helmut Wilsdorf ritiene questi quaderni un prodotto tardivo e secondario originato da leggende, contenente itinerari difficilmente ricostruibili e, pertanto, destinato a cercatori ingenui. Per il cobalto e per il periodo che ci interessa i *Wahlenbücher* sono poco affidabili; secondo la tradizione descritta da Christian Gottlob Lehmann nella *Nachricht von Wahlen*⁸⁴, il prototipo di questi itinerari sarebbe stato redatto da un ricco veneziano⁸⁵ (Antonius Wale) e pervenuto a un ricco fiorentino (Johannes Wale)⁸⁶. Johann Christoph Pachelbel von Gehag (1675 - 1726), medico a Wunsiedel nel Fichtelgebirge, nella descrizione di questa zona, si riferisce almeno quindici volte all'autore anonimo di un *Wahlenbuch* del 1301⁸⁷, il che potrebbe attestare che i *Wahlen* erano già presenti in questa regione alla fine del XIII secolo.

⁷⁹ Per una rassegna sui *Wahlenbücher* si rimanda a WAGENBRETH 1952, p. 440. Johann Christoph Pachelbel von Gehag cita quali autori di *Wahlenbücher* Johann Schottens e i veneziani Giovanni Carnero, Gratiani Grundelli (rimasto diciotto anni nel Fichtelgebirge, il cui *Wahlenbuch* è stato redatto nel 1531) e Sebastian Verso. PACHELBEL 1716, p. 259.

⁸⁰ Citiamo i principali. GRAESSE 1874; HEILFURTH 1967; SCHRAMM 1985 (con ricca bibliografia); BRAUNSTEIN 1993.

⁸¹ GRAESSE 1874, pp. 539-542, che riprende i disegni recensiti da Christian Gottlob Lehmann, qui riprodotti.

⁸² BRAUNSTEIN 1993, p. 214 e note 18 e 19.

⁸³ "Man hat auch im gemeltem Gebyrg hin unnd wider Büchlin gefunden, Wellisch, Französisch und auff's Niderlendisch Teutsch geschrieben". BRUSCHIUS 1542, p. 15; BRAUNSTEIN 1993, p. 214 e note 18 e 19.

⁸⁴ LEHMANN 1764.

⁸⁵ Alcuni racconti concernenti i *Wahlen* sono ambientati a Venezia, dove un viaggiatore tedesco riconosce un cercatore nella persona di un ricco veneziano. WILSDORF 1985, p. 79.

⁸⁶ Secondo Philippe Braunstein, Antonio de Zane detto "der Wale", presunto autore del primo *Wahlenbuch*, è realmente esistito ed è stato cambiavalute a Breslau dal 1410 e poi a Cracovia. BRAUNSTEIN 1993, p. 228.

⁸⁷ "Der Unbenannte Venediger sub. dat. 1301". PACHELBEL 1716, pp. 279-296; EIS 1971, p. 316.

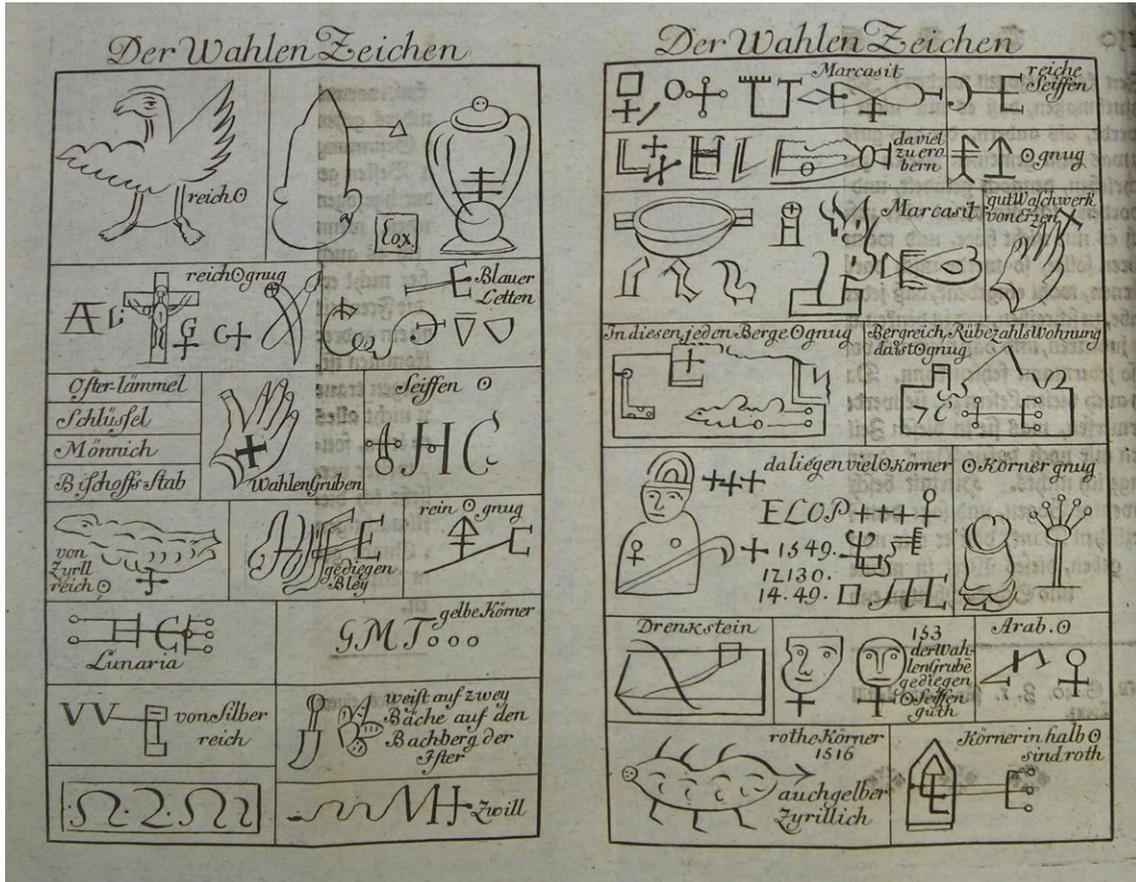


Fig. 11.5 - Tavole con i segni dei *Wahlen* riportati nella *Nachricht von Wahlen* di Christian Gottlob Lehmann. LEHMANN 1764.

11.6 Lo sviluppo del commercio del cobalto dell'Erzgebirge

Come abbiamo visto nel capitolo 8, si hanno notizie di un certo Peter Weidenhammer da Schneeberg, che si sarebbe arricchito intorno al 1520 col colore che faceva con *Wismuthgruppen* e con i numerosi *Centnern*⁸⁸ che vendeva a Venezia per venticinque talleri imperiali ciascuno; molte fonti attestano inoltre che, qualche anno dopo, il vetraio Christoph Schürer avrebbe fatto per primo il vetro azzurro colorato col cobalto⁸⁹. Questo vetro, venduto a Norimberga, attirò l'attenzione di "olandesi" (da intendersi gli abitanti dei Paesi Bassi spagnoli) che invitarono Schürer a fare degli esperimenti a Magdeburg prima di comprargli o carpirgli - a seconda della versione - il segreto della sua fabbricazione. Apprendiamo così che in Sassonia e Boemia, prima che iniziasse ufficialmente lo sfruttamento dei minerali di cobalto e la loro elaborazione, esistevano già per il cobalto estratto in questi paesi delle forme di commercio sulla piazza di Norimberga, che aveva stretti legami con Venezia, e forse su quelle più vicine di Magdeburg e Lipsia, facilmente accessibili ai fiamminghi. Wilhelm Bruchmüller, che nella sua tesi sulle *Blaufarbenwerke* sassoni ha affiancato alle notizie riportate nella *Historia schneebergensis* di Meltzer quelle desunte dalle sue ricerche negli archivi, segnala di aver trovato un documento del 1546 relativo a una lite a Norimberga concernente il valore dei *Safflorfarben* provenienti da Schneeberg⁹⁰. Otfried Wagenbreth, senza fornire alcun riferimento, scrive che nel 1561 a Schneeberg dei commercianti stranieri hanno comprato cobalto destinato a Norimberga e Ve-

⁸⁸ Cfr. capitolo 8, nota 35.

⁸⁹ Per Peter Weidenhammer si veda il paragrafo 8.2.1, per Christoph Schürer il paragrafo 8.2.2.

⁹⁰ BRUCHMÜLLER 1897, p. 3.

nezia⁹¹. Ma il mercato di questi prodotti non sembra essere stato importante e regolamentato fino al 1575 quando, come abbiamo visto nei paragrafi 5.2.2 e 8.5, due consiglieri dell'elettore e duca August I di Sassonia, Hans Harrer e Hans Jenitz, si fecero attribuire il diritto esclusivo dell'acquisto (*Auffkauf*), della lavorazione (*Aufbereitung*) del *Wismuthgraupen* e della vendita di *Safflorfarbe* a Schneeberg, il che implicava anche la fabbricazione di quest'ultimo prodotto. Malgrado la creazione di un apposito magazzino (*Lasurhof*) a Dresda per centralizzare e controllare la vendita di *Lasurfarbe* e lottare contro la concorrenza sulla piazza di Norimberga, Harrer e Jenitz non riuscirono a impedire le vendite illegali, in particolare verso Venezia e il *Welschland* [Fiandre], come risulta da una lettera indirizzata all'elettore. Anche la fabbricazione e la vendita di *Lasurfarbe* a Dresda non era soddisfacente; per esempio, intorno al 1579 fallì il progetto di esportare a Lisbona ingenti quantitativi di prodotto⁹². Quanto trascritto alla fine del paragrafo 11.3, dalla tariffa stampata a Norimberga nel 1572 e relativa al commercio di questa città con Venezia riguardo all'importazione di zaffera nella città lagunare, lascia intuire che il commercio di questa materia non era modesto⁹³.

Il primo esperimento per centralizzare e controllare il commercio del cobalto sassone terminò nel 1589, con la morte dei contraenti Harrer (1580) e Jenitz (1589). Ulteriori analoghi tentativi non ebbero esito migliore⁹⁴. Sappiamo che fra il 1601 e il 1609 due commercianti di Amburgo acquistavano regolarmente il *safflor* dalle *Kobaltgewerken* (officine per il cobalto/zaffera) di Schneeberg, ma il fatto che mercanti olandesi alla fine del 1608 avevano comprato più di 4000 *Zentnern* di *Safflorfarbe* da esportare in Olanda, Inghilterra e Spagna spinse l'elettore di Sassonia Christian II a introdurre una tassa d'esportazione destinata agli acquirenti. Una legge del 18 dicembre 1609 regolò la vendita del cobalto concentrato nella *kurfürstliche Zehntner* (Camera delle decime dell'elettore) a Schneeberg e nel 1610 vi venne creata una Camera del cobalto (*Kobaltkammer*)⁹⁵. Nel 1610 fu stipulato un *Kobalt-Contract* con gli olandesi Heinrich Kreifinger di Kulenburg⁹⁶ e Wieland Woltring di Haarlem, contratto che regolava l'acquisto, la vendita e l'esportazione del cobalto e del *Safflor* raccolti nella *Kobaltkammer*. Questo contratto fu sostituito da un altro nel 1621 con appalti a Johann Jordan e Nikolaus Panzer di Erfurt e a Hans Friese di Amburgo, che, purtroppo, fu annullato nel 1624⁹⁷. Nel 1627, dopo liti e divergenze tra i tre contraenti (*Kontrahenten*) e le *Kobaltgewerken* si concluse un nuovo accordo con Friese e Daniel de Briers (Brier, Prior, Bruers) di Francoforte (morto nel 1633)⁹⁸. Anche questa riorganizzazione non portò frutti e le *Kobaltgewerken* di Schneeberg, come peraltro le prime *Blaufarbenwerke* della zona, misero in vendita libera, senza organizzazioni o regolamentazioni, i loro prodotti. Nel 1641 un *Interimskontrakt* fu concluso tra Friese e Veit Hans Schnorr, creatore e proprietario della *Blaufarbenwerk* di Niederpfannenstiel⁹⁹. Seguirono altri contratti tra Friese (morto nel 1644), Hans Burkhardt (morto nel 1651) e Schnorr in cui, alla morte dei primi due subentrarono Sebastian Oehme ed Erasmus Schindler, rispettivamente proprietari delle *Blaufarbenwerke* di Annaberg e Albernau¹⁰⁰. Nel 1659, infine, Schnorr, Oehme e Schindler riuscirono a trovare un accordo sulla vendita dei loro prodotti che prevedeva le seguenti condizioni:

⁹¹ WAGENBRETH 1990, p. 341. Sappiamo che Peter Oehme (opp. Oheimb, Oheim, Öhaim) di Lipsia, morto nel 1615, gestì un piccolo commercio di zaffera da questa città con Norimberga, mentre l'attività commerciale gestita in seguito dal figlio, Sebastian, fu sensibilmente più consistente. PETERS 1994, p. 178.

⁹² BRUCHMÜLLER 1897, pp. 5 e 6.

⁹³ Cfr. nota 19. È probabile che Norimberga vendesse anche zaffera di provenienza boema.

⁹⁴ Idem, pp. 9 e 10.

⁹⁵ Idem, pp. 11-14. Va precisato che oltre alle decime della *Kobaltkammer* i *Kobalt-Kontrakte* prevedevano un'ingente imposta a favore dell'elettore di Sassonia.

⁹⁶ L'ortografia di questo nome è stata modernizzata da Bruchmüller. Idem, p. 16. Meltzer, invece, cita "Heinrich Greifenger von Kühlenburg aus Geldern", dove Geldern deve essere identificata nella contea di Gheldria, allora nelle Province Unite. MELTZER 1716, p. 1325.

⁹⁷ BRUCHMÜLLER 1897, p. 26.

⁹⁸ Idem, p. 31.

⁹⁹ Idem, p. 42.

¹⁰⁰ Idem, p. 77.

- a) vendere le tre categorie di smalto (*feine, gute, ordinäre*) a prezzi fissi, unicamente nei depositi principali (*Blaufarbenlager*), ossia in quello di Schneeberg e in quello di Lipsia, e non più direttamente e individualmente;
- b) non produrre più di ventiquattro *Zentnern* di colore a settimana;
- c) confezionare per la merce delle botti marcate a fuoco con un segno particolare per distinguere i prodotti sassoni da quelli boemi (fig. 8.16)¹⁰¹.

Dal 1701 la vendita di questi prodotti a Lipsia fu affidata ai fratelli Richter, proprietari della *Blaufarbenwerk* di Zschopenthal¹⁰².

Non è fortuito che nei *Prys-Courant* di Amburgo del 1696/97/98 si parli già di *Blausel*, termine che rimase in uso per più di un secolo su questa piazza¹⁰³. Peraltro, dalla fine del XVII secolo tutte le transazioni, la riscossione di tasse, pagamenti ecc. dalla Sassonia venivano effettuati, confermati, prescritti, mandati in scadenza alle fiere di Pasqua (*Osternmarkt*) e di San Michele il 29 settembre (*Michaelismarkt*) a Lipsia¹⁰⁴. I principali clienti e acquirenti dei prodotti del *Blaufarbenlager* di Lipsia rimasero per lungo tempo gli olandesi, che importavano questi prodotti via Amburgo.

Nel XVIII secolo la *Kobaltkammer* di Schneeberg fornì soprattutto, se non esclusivamente, la manifattura di porcellana di Meissen¹⁰⁵, lasciando al *Blaufarbenlager* dei fratelli Richter a Lipsia il monopolio della vendita all'ingrosso dei prodotti; alla fine del secolo, nel 1792, i Richter aprirono inoltre due succursali a Lüneburg e a Magdeburg¹⁰⁶.

A conclusione del presente paragrafo, per sottolineare l'importanza economica del commercio del cobalto per la Sassonia riportiamo quanto scritto da August Friedrich Wilhelm Crome (Sengwarden 1753 - Rödelheim 1833), un economista del secolo dei lumi: "voglio solo osservare che uno dei semimetalli, vale a dire il cobalto (che serve per il colore blu e per l'appretto [*Stärke*]), frutta al paese così tanto quanto tutto l'argento, perché lo smercio di questi prodotti è ingente"¹⁰⁷.

11.7 Il primato commerciale olandese nel XVIII secolo

A partire dal XVIII secolo le fonti sono in genere concordi nell'attribuire all'Olanda [allora Province Unite] la migliore qualità di smalto¹⁰⁸ nonché il primato mondiale nel commercio, se non addirittura una sorta di monopolio implicito, che tramite la Compagnia delle Indie Orientali (Verenigde Oostindische Compagnie, VOC) portava gli olandesi a esportarlo sin nell'Estremo Oriente. Per tali motivi abbiamo condotto una ricognizione presso l'Economisch Historische Bibliothek dell'Internationaal Instituut voor Sociale Geschiedenis (Istituto Internazionale per gli Scambi Sociali) di Amsterdam, che dispone di una collezione

¹⁰¹ Idem, pp. 57 e 58.

¹⁰² Gli eredi di Johann Zacharias Richter (Lipsia 1696 - 1764) e di suo fratello Johann Christoph (Lipsia 1689 - 1751) cedettero nel 1792 la loro parte ai fratelli Hansen della stessa città. Lo *Haupt/Blaufarbenlager* fu soppresso soltanto nel 1948. WAGENBRETH 1990, pp. 341-343.

¹⁰³ Prys-Courant, Hamburg 1696/7/8, Electronic Reproduction, Goldsmiths'-Kress no. 03234.

¹⁰⁴ "At the end of the fifteenth century all taxes, payment and duties from the administrative districts, the towns, the mines, etc. had to be accounted for at the Easter and the Michaelmas fairs in Leipzig". EIDEN 2001, p. 728.

¹⁰⁵ Schneeberg riforniva la manifattura di Meissen non solo di cobalto, ma anche di "Auer Erde" (o "Weisserde" [terra bianca]), utilizzata al posto del caolino. ARNOLD 1989, p. 118.

¹⁰⁶ NIMOTH 2005, p. 185.

¹⁰⁷ "Will ich nur bemerken, dass eins von den Halbmetallen, nemlich der Kobold, (welcher zu blauer-Farbe und Stärke dient,) dem Lande eben so viel einträgt, als das sämtliche Silber, da der Absatz desselben, ausserordentlich stark ist". CROME 1782, p. 253.

¹⁰⁸ Tra i pochi pareri discordi si segnala quello espresso da Noël Chomel nella voce *BLEU* del *Supplément au dictionnaire œconomique*: "on appelle azur de Hollande, l'émail qui se prépare à Amsterdam, & en quelqu'autres endroits des Provinces-Unies, il est plus propre pour le linge que pour la peinture". CHOMEL 1741, p. 65.

di fonti sul commercio unica al mondo. È stato così possibile consultare le tariffe dei prezzi delle merci sulla piazza di Amsterdam nelle varie epoche (fig. 11.6). Nelle ventitre tariffe consultate e datate dal 1° novembre 1683 al 21 giugno 1710 non compare alcuna merce riconducibile a prodotti contenenti cobalto (*Blausel*), il che non vuol dire che in questo periodo tali prodotti non fossero presenti sul mercato d'Amsterdam, ma potrebbe semplicemente implicare che il loro commercio sino a quel momento ad Amsterdam (e forse nell'intera Olanda) non era ancora sottoposto a un controllo centrale, al punto da non richiedere una registrazione nelle tariffe, che ne avrebbe calmierato il prezzo. Secondo il *Cours des marchandises* di Rouen del 1703 troviamo tre qualità chiaramente importate dall'Olanda: l'*Azur fin*, l'*Azur de la deuxième sorte* e l'*azur commun*¹⁰⁹. Ciononostante, come abbiamo visto nel paragrafo 8.4.2, le qualità FFC, FC, MC, OC erano già correnti ad Amsterdam nel 1716.

data	qualità		
	FFC	FC	MC
1722 (a)	45	32	23
27 marzo 1728	45,5-45	32,5-32	23,5-23,1
13 febbraio 1741	40	32	23
27 marzo 1747	40	32	23
8 agosto 1757	+	+	+
19 settembre 1757	+	+	+
10 ottobre 1757	+	+	+
17 ottobre 1757	+	+	+
30 marzo 1772	+	+	+
16 giugno 1777 (b)	40	32	25
23 dicembre 1782	40	32	25
1 settembre 1783	40	32	25
8 agosto 1803	40-45	30-37	24-28
7 gennaio 1811	40-48	36-40	25-30
+ la merce è specificata senza l'indicazione del prezzo			
(a) RICARD 1722, p. 67.			
(b) La tariffa è riprodotta in POSTHUMUS 1943-6, tav. fuori testo.			

Tab. 11.1 - Qualità e prezzi del *blauwsel* [in fiorini/*Gulden*, per 100 libbre di prodotto] sulla piazza di Amsterdam.

La più antica informazione sui prezzi del cosiddetto *Blaussel*, *Sächsisch* in vendita ad Amburgo destinato all'Olanda è riportata su un *Prys-courant* del 1696/7. Il prezzo di cento libbre oscilla da 17 *Mark* e 21 ½ *Schilling* a 19 *Mark* e 43 *Schilling*¹¹⁰. Per la piazza di Amsterdam il primo riferimento da noi rintracciato è quello pubblicato in *Le négoce d'Amsterdam* di Jean-Pierre Ricard del 1722. Tra le tariffe dei prezzi delle merci sempre sulla piazza di Amsterdam, quella più antica consultata che cita i coloranti a base di cobalto è del 27 marzo 1728, da questo momento in poi tali merci sono state sistematicamente specificate tra le materie coloranti (*verfstoffen*) (tab. 11.1). Purtroppo negli archivi dell'Internationaal Instituut voor Sociale Geschiedenis il salto cronologico definito dalle date dell'ultima tariffa in cui non è specificata tale merce e di quella in cui invece compare (dal 21 giugno 1710 al 27 marzo 1728) copre circa un ventennio, il che non consente di circoscrivere con esattezza l'ingresso ufficiale dello smalto nei prezziari di Amsterdam. Nella consultazione delle tariffe ci si è fermati all'inizio del XIX secolo, in quanto le epoche successive esulano dagli ambiti cronologici che ci siamo imposti.

¹⁰⁹ Documento consultato presso l'Internationaal Instituut voor Sociale Geschiedenis di Amsterdam. Invece nel 1757, sempre a Rouen, nei *Cours des marchandises* troviamo gli *azur des 4 feux*, *3 feux* e *2 feux*. In questo caso è probabile che i prodotti giungessero da Sainte-Marie-aux-Mines. RISLER 1873, p. 80.

¹¹⁰ *Prys-Courant*, Hamburg 1696, Electronic Reproduction, Goldsmiths'-Kress n. 03234. Il *Mark* equivaleva a circa tre quarti di *Reichsthaler*. L'equivalenza fiorino/*Gulden-Reichsthaler*, oscillava invece, a seconda degli anni, da 1,5 a 2,5.

Fig. 11.6 - Listino dei prezzi delle merci sulla piazza di Amsterdam del 13 febbraio 1741. È stato apposto un contrassegno rosso in corrispondenza della voce relativa al *Saxis Blaawsel* (FFC, FC). Documento fotografato presso l'Economisch Historische Bibliotheek dell'Internationaal Instituut voor Sociale Geschiedenis di Amsterdam.

Un dato di estremo interesse è rappresentato dall'indicazione della merce nelle tariffe, in quanto alla denominazione olandese dell'azzurro di smalto (*blauwsel*) si accompagna sistematicamente l'indicazione dell'origine: la Sassonia ("*Blaauwsel, Saxis*") nelle tariffe del XVIII secolo, "*Sax Blaauw*" nelle due tariffe dell'inizio del XIX secolo e "*Bleu, de Saxe*" in una tariffa in lingua francese del 30 marzo 1772). Dunque abbiamo il riconoscimento ufficiale che il famoso smalto di Olanda derivava soprattutto dal cobalto sassone¹¹¹ e che il valore aggiunto che lo differenziava dalla merce importata consisteva in pratica solo nel sofisticato trattamento di macinazione con i mulini a vento¹¹², una macinazione così spinta e omogenea che lo rendeva particolarmente adatto per gli usi nel settore tessile e cartiero, oltre che nelle varie tecniche pittoriche.

Le qualità citate in queste tariffe sono sempre e solo tre, tutte afferenti alla categoria *Couleur* (FFC, FC e MC)¹¹³, d'altra parte appare ovvio che se il prodotto doveva essere migliorato con la macinazione con i mulini a vento

The image shows a historical price list from Amsterdam, dated February 13, 1741. The title is "ANNO Met Content van de E. Heeren Burger- E. Groot-Achtbare meesteren." The list is organized into numbered sections (No. 1 to No. 11) and contains various goods with their prices in florins and guilder. A red square highlights the entry for "Saxis Blaawsel" under section No. 5.

Section	Item	Price	
No. 1. Pegeren & Speerpen op 't W. in Banco	Peger, witte	4 27, 227, 4	
	dito witte	56	
	Nagels	75	
	Kevel, lange ft 4526	4345	
	Sapeter, Oolindiscinbanc	38 439	
	No. 2. Auliker bp't W.	Saxer, Kandy Brooden	16, 221, 4
		Peger brooden	15, 221, 4
		Rainade van 3 B	14, 221, 4
		Gepiekte van 3 B	14, 221, 4
		M. liden van 3 B	12, 2
Gepiekte van 3 B		12	
Lompen		11, 421, 6	
Geltoeten Poerje		10 12	
Witte Kandy		13, 221, 4	
Brill. Poerje		Oolindiscin B. 8	
No. 3. Saffraan en Latubergen bp't W.	Saffraan, Galin. O. P	13	
	Montaubane	Spaalse	
	Gonlat	Maglaans	
	Gembel, geconlyte	43 432	
	Gecon-Grein	6 13	
	No. 4. Batuidenieren bp de 100 B.	Amadein, Lange	40
		Provence	30
		Ayrs, Alicante	17, 5
		Maaftenburg	13, 10
		Comrs, Alicante	14
Gembel, Witte		11	
Gembel, Duife		11	
Oesterfe		7, 10	
Limeeten, de Pyp		10	
Pralimen Franse		10	
No. 5. Boorn-Oly bp't Wat van 717	Genuale	60 44	
	Mviele	54 45	
	Majorkle	14	
	No. 6. Beerf-stoffen.	Indigo Javafche in Banco	50 a 80
		Guatimalo in Cernemon	60 a 100
		dito gelbort in Vaafjes	50 a 100
		de, Domingo	52 a 56
		Cochinille, Mexique	36, 437
		Bermilison, hoel ft. 42	43, 45, 47
		Spaaze Groen	12, 200
Adays, Roomle de 100		44 45	
Luyke		30	
Suway, Porta Fortie		16 47	
No. 7. Blaawsel, Saxis, FFC	Kygerroot, Engels	74	
	Suawei, rouwe	5	
	Blaawsel, Saxis, FFC	45	
	dito F	32	
	dito MC	23	
	Kropen, Fyne	49 a 38	
	Omberooft	24 30	
	Korte of Mullen	6 a 20	
	Terenlyn-Oly	10	
	No. 8. Metaalen en Amunite.	Yfer, Sweeds grof Yfer de 100 B	51 0 26
Gemeen		60 7	
Fyn Orgronts		8 5	
Luykle Koeden		5, 13 45, 15	
Paften		25, 52 15, 10	
Kanderaal, No. 0, half, 1		30, 29 27	
Yferdraat, No. 0, half, 1 de ring		31 0 22 3	
Saaz, Dantziger, t'waats		10 5	
dito Sweeds		10 11	
dito Siermarks, t' Bos		17 2 8	
No. 9. Bly en Wemep 't schippon van 100 B.	Viaz, Rein heilig	47 2 8	
	Koningsberger Paternolter	34 3 5	
	Rijge Paternolter	34 3 5	
	Exens of Rozeys	25 2 6	
	Memels	43	
	Hennep, Rijge Rein	35 2 4 0	
	Koningsberger Rein	35 2 4 0	
	Peterburgse Rein	35 2 4 0	
	dito Fax	35 2 4 0	
	Algeleide Rijge Hennep	35 2 4 0	
No. 10. Bly en Wemep 't schippon van 100 B.	Caracas Ollen van 26 a 22 B	6, 4	
	dito Koeljen van 18 a 22 B	5, 12	
	Braklaanle, gefneved van 36 a 38 B	5, 12	
	dito met koppen van 36 a 48 B	5, 12	
	Havana van 36 a 38 B	5, 12	
	dito van 20 a 28 B	5, 12	
	dito van 22 a 23 B	5, 12	
	dito Koeljen van 36 a 38 B	5, 12	
	St. Domingo van 36 a 38 B	5, 12	
	van 26 a 28 B	5, 12	
No. 11. Quaden en Leer bp't B.	Dantziger bank, Zomergbet	4, 8 2 12	
	dito Herfgoed	4, 8	
	Pools Zomergoet	4, 8	
	Schevinken	4, 8	
	hal, gezoute Ollen van 65 a 70 B	2, 4	
	dito Koeljen van 60 a 65 B	2, 4	
	Kockle Zom. van 70 a 75 B	15	
	dito herfgoed van 70 a 75 B	15	
	dito van 60 a 65 B	15	
	Dublinle van 70 a 75 B	15	
No. 12. Oly	dito van 60 a 65 B	15	
	Leer, Spaans 't B	38 a 40	
	Antiaids Kamees	38 a 40	
	Sool-leerincind, Luygen	38 4	
	dito Engels	38 4	
	Jugten van 7 a 9 B t paar	10, 22 1 4	
	van 10 a 12 B	10, 22 1 4	
	Kalfiter, Colchehers	16, 8 2 7	
	dito Londons	13 a 15	

¹¹¹ Secondo MARKL 2005 pp. 201-202, la *Blaufarbenwerk* di Wittichen nella Foresta Nera ha inviato nel 1724 alla ditta Lohoff & Ploost van Amstel di Amsterdam 43.660 libbre di smalto di qualità MC e FC. Inoltre, secondo Johann Christian Sinapius (Fürstenu [Slesia] 1741 - Greifenberg 1807), alla fine del XVIII secolo la maggior parte della produzione boema andava in Olanda attraverso la Sassonia e via Amburgo (SINAPIUS 1781, p. 946); vent'anni dopo, secondo Norrmann, andava soprattutto nei paesi dell'impero austriaco e in alcuni di quelli confinanti, come pure in Italia, ma anche via Lipsia e Amburgo in Olanda, Inghilterra e Francia. NORRMANN 1805, pp. 182-183.

¹¹² Non per nulla le fonti tedesche chiamavano i mulini olandesi "Blaufarben Verfeinerungs-Fabriken" (raffinerie per il colore blu). KAPFF 1792, p. 95.

¹¹³ "On distingue à Amsterdam les differentes qualitez & bontez de l'azur par de certaines lettres, le meilleur se marque par FFC; le second par FC, & le troisième par MC: il y a encore des sortes inferieurs qui ne valent qu'autant qu'elles approchent de cette dernière. Les cent livres FFC se vendent 45 fl, la sorte FC, 32 fl & la sorte MC 23 fl. L'azur se vend en baril, du poids environ de 400 livres. La tare est de 32 liv. par baril, & les déductions pour le bon poids & pour le prompt payement chacune d'un pour cent". SAVARY 1726, vol. I, col. 48; SAVARY 1742, vol. I, col. 246.

era antieconomico importare dalla Sassonia l'*Eschel* già finemente macinato. Si deve comunque sottolineare che l'assenza della zaffera nelle tariffe consultate non implica che essa non venisse importata¹¹⁴, ma comporta che essa non era esportata dall'Olanda. Altri documenti commerciali, in particolare tariffe doganali concernenti dazi e gabelle, attestano inequivocabilmente l'importazione e l'esportazione della zaffera (*safre*), mentre non riportano il *blauwsel*, a meno di non riconoscere questo prodotto nella voce *azur*, senza alcuna indicazione di origine, sotto la quale sembrerebbe più opportuno identificare l'azzurrite o il lapislazzuli. In una tariffa doganale del 1710 la zaffera è repertoriata sia in entrata che in uscita¹¹⁵, mentre in un'altra del 1723 è repertoriata solo in entrata, specificandone però l'importazione da Amburgo¹¹⁶; in quest'ultimo caso si sottolinea il differente ammontare della tassa, a seconda della stagione (ovviamente più cara in inverno). In una tariffa doganale del 1725, riportata in appendice a *Le commerce de la Hollande* di Jacques Accarias de Sérionne (Châtillon-en-Diois 1706 - Vienne 1792) stampato nel 1768, si torna invece a non fare distinzione tra estate e inverno, così come non si specifica la piazza da cui è importata la zaffera¹¹⁷.

Nella tabella 11.2 è indicato, in fiorini/*Gulden*, l'ammontare delle quantità di smalto importato dall'ammiragliato di Amsterdam dai porti tedeschi (*in primis* Amburgo, poi Brema ecc.), in cui si rileva un forte incremento tra il 1793 e il 1796.

anno	fiorini/ <i>Gulden</i>
1753	30.085
1789	26.321
1790	25.370
1791	49.553
1792	63.260
1793	59.460
1796	200.096
1797	174.684
1798	116.075

Tab. 11.2 - Ammontare delle quantità di smalto importato sulla piazza di Amsterdam dai porti tedeschi [da RÖHLK 1973, app., tab. VII].

Nelle quattro tariffe con i prezzi delle merci sulla piazza di Amsterdam nel 1757 e in quella del 1772 riportate in tab. 11.1 al *blauwsel* non è attribuito il prezzo, circostanza che, almeno in parte, potrebbe derivare da un'interruzione o da maggiori difficoltà nell'importazione determinate dalla guerra tra Prussia e Sassonia, la cosiddetta Guerra dei Sette Anni (1756-1763). I prezzi, comunque, sembrano rimanere immutati dopo l'interruzione, con un leggero incremento solo per la qualità MC.

Nella tabella 11.3 sono riportati i prezzi relativi ad alcuni prodotti contenenti cobalto desunti da due inventari del mulino per colori (*verfmolen*) De Bootsman a Wormerringsdijk, vicino Alkmaar, stilati il 12 maggio 1772 e il 6 marzo 1799¹¹⁸. Il confronto con quanto riportato in

¹¹⁴ L'utilizzo della zaffera da parte dei vasai di Delft è infatti attestato nel 1794 da Gerrit Paape (Delft 1752 - 1798), che la cita tra gli ingredienti per fare l'azzurro. PAAPE 1794, pp. 59-60.

¹¹⁵ "Saffre, de la valeur de 6. florins": 4 scellini in entrata e 6 scellini in uscita (ma se il transito avveniva "de l'Est par l'Orizont ou Belt" la tariffa aumentava di 8 denari sia in entrata che in uscita). LE MOINE DE L'ESPINE 1710, p. 381. Il fiorino si divideva in 20 scellini (*Stuiver*, o soldi, *sols de gros*); lo scellino a sua volta si divideva in 20 denari (*deniers de gros*).

¹¹⁶ "Saffre, le Baril": 1 fiorino in estate e 1 fiorino e 5 scellini in inverno. RICARD 1722, p. 139. Alla fine del secolo sappiamo che "Hambourg exporte dans les ports de France [ossia Rouen, Bordeaux e Marsiglia], annuellement (...) 2 à 3 cents barils d'azur". PEUCHET 1800, p. 569.

¹¹⁷ "Safre, safranum, de la valeur de cent florins": 3 fiorini in entrata e 6 in uscita. ACCARIAS 1768, p. 39. La situazione resta immutata nella versione stampata in tedesco nel 1770. ACCARIAS 1770, p. 646.

¹¹⁸ VIS 1945, pp. 148-151.

tabella 11.1 consente alcune riflessioni. Per prima cosa il ventaglio dei prodotti segnalati non coincide con quello delle tariffe ufficiali e comprende una maggior varietà di merci ¹¹⁹, il che rende conto del fatto che le tariffe pubblicate per i prezzi sulla piazza di Amsterdam concernevano solo le merci più rappresentative e frequenti, verosimilmente destinate all'esportazione. L'inventario meno recente contiene anche la voce *slegt blauwsel*, concernente un prodotto di qualità inferiore (*slegt* = cattivo, scarso), forse costituito da scarti della macinazione, che, ovviamente, è il più economico. Il prodotto più costoso è costituito dallo smalto con una denominazione ("smalt D. J. (S?)") che apparentemente non trova una corrispondente nelle classificazioni dei centri di produzione sassoni e boemi prese in esame nei paragrafi 8.4.1 e 8.4.2.

12 maggio 1772	quantità	valore	6 marzo 1799	quantità	valore
bruin blauwsel	5 st / lb	25 fl / 100 lb	blauwzel bruin	4 st / lb	20 fl / 100 lb
slegt dito	2 st / lb	10 fl / 100 lb	dito F.C.	4 st / lb	20 fl / 100 lb
F.C. dito	5 st / lb	25 fl / 100 lb	dito O.E.	5 st / lb	25 fl / 100 lb
smalt B: J. (S?) dito	12 st / lb	60 fl / 100 lb	dito bleekgewassen	8 st / lb	40 fl / 100 lb
M:C. dito	22 ½ fl / 100 lb (4 ½ st / lb)	22 ½ fl / 100 lb	dito EE.	5 st / lb	25 fl / 100 lb

Tab. 11.3 - Prezzi di prodotti contenenti cobalto desunti da due inventari del mulino per colori De Bootsman a Wormerringsdijk, vicino Alkmaar [da VIS 1945, tav. fuori testo]. In genere i prezzi sono riferiti a una libbra ed espressi in scellini/*Stuiver*; per facilitare il confronto con la tabella 11.1, nell'ultima colonna sono stati calcolati in fiorini/*Gulden* [1 *Gulden* = 20 *Stuiver*] e riferiti a 100 libbre di prodotto.

Nei due inventari del *verfmolen* De Bootsman è inoltre registrato, per primo tra i *blauwsel*, il *blauwsel bruins* (o *bruin blauwsel*), in cui l'attributo *bruin* dovrebbe indicare una tonalità scura del pigmento ¹²⁰; il fatto che il valore attribuito a questa merce non sia particolarmente elevato sembrerebbe indicare che la tonalità scura non è data da una maggiore concentrazione di cobalto ma, verosimilmente, da una sua granulometria non troppo fine.

Nell'inventario stilato il 6 marzo 1799 compaiono invece due voci riferibili all'*Eschel* - l'*ordinärer Eschel* (O.E.) e una qualità definita *bleekgewassen* - e una voce concernente il *Sumpfeschel* (E.E.). Di queste tre voci la più costosa è quella definita *bleekgewassen* (*bleek* = chiaro/pallido, *gewassen* = lavato), mentre le altre due hanno lo stesso valore, di poco maggiore (uno *Stuiver* la libbra), rispetto al prodotto grezzo.

Vari *Bleek Blauw* (ma non *gewassen* = lavato) compaiono nel listino prezzi delle qualità di smalto disponibili presso la ditta Ploost van Amstel & Fratelli Lohoff di Amsterdam (tab. 11.4), che raffinava lo smalto. La pubblicazione di questo listino sul *Bergmännisches Journal* nel 1791 ¹²¹ testimonia l'attenzione che in Sassonia era dedicata ai prezzi sul mercato olandese, visto che il periodico era stampato a Freiberg e Annaberg. Le qualità di smalto disponibili presso la ditta Ploost van Amstel & Fratelli Lohoff sono divise in due gruppi: qualità chiare (*bleeke sorten*) e qualità elevate (*hooge sorten*). All'interno del primo gruppo troviamo, oltre alle varietà inferiori di *Eschel* (ME e FE), quelle utilizzabili come sbiancante per il bucato, ossia un generico azzurro chiaro (*bleek blau* o, semplicemente, *bleek*), uno più chiaro (*bleekste*) e un altro ancora più chiaro (*hoogste bleek*); per tutte le qualità sono disponibili più sorti, contrassegnate da un numero (apparentemente da 1 a 6), al cui aumentare corrispondono prezzi maggiori. Le qualità elevate (*hooge sorten*), invece, sono probabilmente quelle utilizzate solo come colori; anche in questo caso, comunque, a ogni qualità possono corrispondere più sorti

¹¹⁹ Le qualità segnalate sia nelle tariffe precedentemente discusse che in questi due inventari sono solo il *feine Couleur* (F.C.) e il *mittel Couleur* (M.C.), quest'ultima indicata solo nell'inventario del 12 maggio 1772.

¹²⁰ Troviamo una denominazione analoga (*brun esmalte*, contrapposta a *clar esmalte*) in alcuni documenti spagnoli relativi all'acquisto nelle Fiandre di pigmenti per i cantieri di Filippo II. BRUQUETAS 2002, pp. 174, 484 e 486; BRUQUETAS 2008, p. 57. Cfr. paragrafo 8.1.4

¹²¹ KÖHLER 1791, p. 83, ripreso in KAPPF 1792, p. 106. Abbiamo anche visto che già nel 1724 Wittichen aveva rifornito questa ditta. Cfr. nota 111.

identificate da un numero, all'aumentare del quale sale il prezzo. Si osserva inoltre una parziale sovrapposizione nei prezzi dei due gruppi; per le qualità menzionate in entrambe le tabelle 11.1 e 11.3 (MC, FC e FFC) i prezzi risultano allineati con quelli cronologicamente più vicini, forse leggermente inferiori nella tabella 11.3, ma ciò potrebbe essere spiegabile col fatto che quelli riportati nella tabella 11.1 concernono i prodotti immessi sul mercato, mentre nella tabella 11.3 sono riportati i prezzi presso la ditta produttrice.

Bleeker Sorten und M.E. (blasse Sorten):				Hooge Sorten (hohe Sorten):			
1)	Bleek Blau	No. 1.	à Fl. 16.	11)	M.C.	No. 1.	à Fl. 21.
2)	Bleek	No. 2.	à Fl. 18.	12)	M.C.#	--	à Fl. 21.
3)	Bleek	No. 4.	à Fl. 21.	13)	M.C.	No. 2.	à Fl. 25.
4)	Bleekste	No. 5.	à Fl. 25.	14)	F.C.	No. 2#	à Fl. 30.
5)	Hoogste Bleek	No. 5.	à Fl. 25.	15)	F.C.	No. 2.	à Fl. 30.
6)	M.E.	No. 1.	à Fl. 26.	16)	F.F.C.	No. 1.	à Fl. 35.
7)	M.E.	No. 2.	à Fl. 28.	17)	F.F.C.	No. 3.	à Fl. 40.
8)	Hoogste Bleek	No. 6.	à Fl. 30.	18)	F.F.E.	No. 2.	à Fl. 43.
9)	Bleekste	No. 6.	à Fl. 30.	19)	F.F.E.	No. 3.	à Fl. 48.
10)	F.E.	No. 2.	à Fl. 38.	20)	F.F.F.E.	No. 4.	à Fl. 53.

Tab. 11.4 - Listino prezzi delle varie qualità di smalto disponibili presso la ditta Ploost van Amstel & Fratelli Lohoff di Amsterdam. I prezzi, espressi in fiorini/*Gulden* sono riferiti a 100 libbre di prodotto. [KÖHLER 1791, p. 83]

11.8 Il commercio della zaffera e dello smalto negli altri paesi europei nel XVIII secolo

Nella seconda metà del XVIII secolo le *Blaufarbenwerke* si moltiplicarono, in funzione della domanda crescente dovuta alla moda per la porcellana bianca e blu e, soprattutto, alla forte richiesta di sbiancanti per tessuti, in particolare il lino. Sebbene la Sassonia continuasse a offrire i suoi prodotti attraverso i magazzini di Schneeberg, Lipsia e Dresda e ad associarsi con altri siti minerari e *Blaufarbenwerke* europei, per esempio in Norvegia nel XIX secolo, iniziarono a svilupparsi altri concorrenti più o meno importanti. La maggioranza di queste nuove *Blaufarbenwerke*, con produzione irregolare e intermittente, copriva soprattutto fabbisogni locali, per esempio in Slesia, Assia, Turingia, Baviera, Austria, Inghilterra ecc. L'appartenenza di *Blaufarbenwerke* a piccoli stati indipendenti non favoriva comunque la diffusione commerciale dei loro prodotti, in quanto non potevano sostenere la concorrenza con paesi di gran lunga più grandi, che avevano reti commerciali organizzate.

Alla fine del XVIII secolo dominavano il mercato, ovviamente, le quattro *Blaufarbenwerke* della Sassonia, che avevano organizzazione e infrastrutture rodade da oltre un secolo; i loro prodotti erano disponibili soprattutto a Lipsia, ma anche Amburgo e in Olanda, e la loro vasta offerta di varietà e qualità copriva gran parte della domanda (cfr. paragrafo 11.6). Il primato della produzione sassone non concerneva solo la qualità, reputata la migliore, ma anche i quantitativi in gioco; a tale proposito basta confrontare la produzione annua sassone con quelle delle *Blaufarbenwerke* concorrenti riportate nella tabella 11.5. La Sassonia è infatti in prima posizione (con una produzione annuale fino a 42.000 *Centnern*), seguita dalla Boemia (10.000 *Centnern*), Modum (2.817 *Centnern*) e Wittichen (fino a 2.680 *Centnern*). Le *Blaufarbenwerke* boeme dipendevano dagli *Oesterreichische Staaten* e consegnavano la quasi totalità della loro produzione all'Olanda, via Lipsia e Amburgo. Abbiamo inoltre notizia da Kapff¹²² che la *Blaufarbenwerk* di Wittichen comprava la zaffera dalla Boemia¹²³ a un prezzo compreso tra 30 e 35 *Reichsthaler* il *Centner* (118 libbre), dalla Spagna¹²⁴ e dal

¹²² KAPFF 1792, p. 87.

¹²³ Nel decennio compreso tra il 1749 e il 1759 la *Blaufarbenwerk* di Wittichen ha lavorato 214.293 libbre di materiale importato dalla Boemia, a fronte delle 510.351 libbre di minerale estratto nelle quattro principali miniere di Wittichen e delle 774.488 libbre totali di minerale lavorato. MARKL 2005, p. 203.

¹²⁴ Tra il 1749 e il 1759 la *Blaufarbenwerk* di Wittichen ha lavorato 4.085 libbre di materiale importato dalla Spagna. Idem, p. 203.

Piemonte a un prezzo compreso tra 40 e 50 *Reichsthaler*, dall'Austria e da Siegen a un prezzo compreso tra 15 e 25 fiorini (ossia tra 30 e 55 *Reichsthaler*), dalla Slesia a un prezzo compreso tra 43 e 51 ½ *Reichsthaler*, e dal Vallese a un prezzo compreso tra 60 e 80 *Reichsthaler* prezzo più alto giustificato dal fatto che si trattava di *Glanzkobalt* (quindi con percentuali maggiori di cobalto), come era peraltro quello del Piemonte¹²⁵. In aggiunta alle informazioni di Kapff sappiamo che nel decennio compreso tra il 1749 e il 1759 a Wittichen sono stati trattati anche minerali di cobalto che giungevano dell'Inghilterra, da Salisburgo, nonché dal Siegerland e dall'Assia¹²⁶.

Come abbiamo visto nel paragrafo 8.5.2, Wittichen forniva un ottimo prodotto, aveva il vantaggio economico di trovarsi vicino a una via d'acqua navigabile (il Reno) che la collegava direttamente all'Olanda e, pertanto, il suo prodotto non doveva raggiungere e transitare per il porto di Amburgo. Nell'archivio dei principi di Fürstenberg un documento del 1724 attesta che la *Blaufarbenwerk* di Wittichen ha spedito centodiciotto botti di colore a base di cobalto alla ditta Lohoff & Ploost van Amstel di Amsterdam, via Freudenstadt e Colonia (cfr. paragrafo 11.5.2)¹²⁷. Prima che gli olandesi divenissero i principali acquirenti, Wittichen aveva punti vendita a Stoccarda, Freudenstadt, Bieberach, Memmingen, Göppingen, Villingen, Lindau, Rorschach, Zurigo, Francoforte, Vestfalia, Colonia, Brema, Londra, Venezia e Milano¹²⁸. Sainte-Marie-aux-Mines aveva punti vendita a Lione, Marsiglia, Rouen e Amsterdam¹²⁹, mentre Modum esportava ad Amburgo, Anversa e Amsterdam, dove aveva dei depositi¹³⁰. Le produzioni delle *Blaufarbenwerke* di Hasserode (Harz) e di Querbach (Slesia), entrambe sul territorio del Regno di Prussia, erano soprattutto destinate all'industria del lino della Slesia. Per esempio Karl Abraham Gerhard (Liegnitz 1738 - Berlino 1821) riferisce che intorno al 1779 la Sassonia realizzava un profitto annuale di 200.000 *écus*, mentre Querbach rendeva al suo proprietario, il conte di Schaffgotsch, soltanto 4.000 *écus*¹³¹.

Non abbiamo trovato ulteriori informazioni sulle quantità prodotte dalle *Blaufarbenwerke* minori che, ripetiamo, coprivano solo fabbisogni locali, in particolare per l'industria del lino e, in misura minore, per quella della porcellana.

Riguardo ai centri di transito o smercio dei coloranti a base di cobalto, dopo i porti di Amburgo, Amsterdam e Rotterdam, quello di Marsiglia ricopriva un ruolo importante per la diffusione all'interno del bacino mediterraneo: "Entre 1724 et 1780, il entre par le port de Marseille 617593 livres valeur d'azur, dont environ 60 % transitent par les ports de Hollande (Amsterdam et Rotterdam), un peu plus de 30 % arrivent en droiture par les ports dits du Nord, essentiellement allemands (Hambourg), le restant s'éparpillant en livraisons secondaires pour la plupart occasionnelles. A peine plus de 15 % de ces arrivages repartent à l'exportation essentiellement vers le Levant, l'Espagne et l'Italie (...) Il va de soi que la plus grande partie de ce cobalt était destiné aux grandes fabriques provençales, Moustier etc."¹³². Per avere dei valori non mediati su un periodo così lungo possiamo aggiungere che in Francia, nel 1787, "En cobalt, azur, cendres bleues importé pour 347'751 fr.; exporté 40'188 fr."¹³³.

¹²⁵ KAPFF 1792, p. 87.

¹²⁶ Rispettivamente 27.875 libbre di minerale dall'Inghilterra, 11.477 da Salisburgo e 6.427 dal Siegerland e dall'Assia, a fronte delle 510.351 libbre di minerale estratto a Wittichen e delle 774.488 libbre totali di minerale lavorato. MARKL 2005, p. 203.

¹²⁷ 45 botti (16.650 libbre) della qualità FC e 73 (27.010 libbre) della qualità MC, per un totale di 9.383 *Gulden* e 10 *Kreuzer*. Idem, p. 202.

¹²⁸ MARKL 2005, p. 201. Dal 1724 Amsterdam divenne il principale acquirente.

¹²⁹ RISLER 1873, p. 80. A partire dal 1717, i minerali e lo smalto provenienti da Sainte-Marie-aux-Mines, dietro presentazione di un certificato che ne attestasse la provenienza, erano esentati dalle gabelle sul territorio francese. LIONE 1786, p. 64.

¹³⁰ HAUSBRAND 1936, p. 525.

¹³¹ GERHARD 1779, p. 12.

¹³² AMOURIC 2002, p. 87.

¹³³ PEUCHET 1801, p. 148.

Paese	Blaufarbenwerke	Produzione annua	Riferimenti
Sassonia		fino a 10.000 Ctr ¹	WAGENBRETH 1990, p. 345
Boemia	Silberbach (circa 100 t)	fino a 2.000 Ctr	SIEBER 1969, p. 421
	Joachimsthal	fino a 1.000 Ctr	JARS 1780, p. 80
	produzione totale (stima) esportazione nel 1796	fino a 10.000 Ctr 2.951 Ctr ²	SINAPIUS 1781, p. 945 PURŠ 1965, tab. 41
Norvegia	Modum	fino a 2.817 Ctr	NORRMANN 1805, p. 186
Fürstenberg	Wittichen	fino a 2.680 Ctr	MARKL 2005, p. 207
Harz (Prussia)	Hasserode	fino a 2.500 Ctr	NORRMANN 1805, p. 183
Baviera	Schauberg (circa 100 t)	circa 1.800 Ctr	HAUSBRAND 1936, p. 538
Slesia (Prussia)	Querbach	fino a 1.200 Ctr	KÖHLER 1789, p. 815
Austria	Gloggnitz	circa 900 Ctr	HILDT 1784, p. 24
Assia	Carlshafen (circa 44 t)	circa 800 Ctr	HAUSBRAND 1936, p. 539
Francia	Saint-Mamet	circa 3.000 quint.	JOANNE 1862, p. 458
	Saint-Marie-aux-Mines	1.000-1.200 quint.	RISLER 1873, p. 80
¹ venduto 4-500 t ² il Ctr venduto a 20 <i>Gulden</i>			

Tab. 11.5 - Produzione media annua (in *Centnern*) delle principali *Blaufarbenwerke* attive nell'ultimo quarto del XVIII secolo.

11.9.1 I prezzi all'ingrosso sulle piazze europee alla fine del XVIII secolo

Oltre a elencare i prezzi delle principali *Blaufarbenwerke* e delle piazze dove erano in vendita i loro prodotti, tentando anche di confrontarli e interpretarli, cosa abbastanza difficile, abbiamo anche effettuato ricerche in merito alla vendita all'ingrosso e al dettaglio di questi prodotti presso spezierie, drogherie, farmacie e botteghe di vendicologi.

Solo verso la fine del XVIII secolo è possibile reperire informazioni circostanziate e dettagliate, ma anche in questo caso i prezzi pubblicati nella letteratura specifica (trattati di commercio, tariffe ecc.) non sono sempre affidabili, perché in alcuni casi riportano prezzi obsoleti o ripresi da vecchie fonti. Le differenti valute (*Reichsthaler*, *Gulden*, *Mark*, *livres* ecc.) e i pesi in *Centnern*, che a seconda dei contesti oscillavano da 100 a 118 libbre, rendono difficile un confronto preciso ¹³⁴. Un altro fattore che rende la lettura difficile è che spesso non è specificato se si tratta di prezzi di fabbrica, all'ingrosso o al dettaglio.

La fonte più affidabile è il *Bergmännisches Journal*, ripreso e completato nella monografia di Johann Georg Friedrich Kapff del 1792, dalla quale è possibile trarre un quadro abbastanza minuzioso dei prezzi dei prodotti derivati dal cobalto su differenti piazze alla fine del XVIII secolo. Nella tabella 11.6 sono riepilogate tali informazioni, integrate con quanto desumibile da fonti coeve.

Come visto, la piazza che offriva il maggior assortimento era quella di Schneeberg, col suo deposito a Lipsia, presso i fratelli Richter. Schneeberg e Lipsia erano pertanto le uniche piazze dov'era possibile trovare la gamma completa dei prodotti, compresa la zaffera, che si era restii a smerciare non trattata, perché riduceva i guadagni sugli altri prodotti e ne penalizzava il commercio; per tale motivo i suoi prezzi erano particolarmente elevati oppure la si vendeva solo se insieme a ingenti quantitativi di prodotti da essa derivati ¹³⁵. I *Preiscurant* (listini con i prezzi) delle merci presso i fratelli Richter per gli anni 1784, 1786 e 1803

¹³⁴ Non sempre si evince se si tratta del *Bergzentner* (pari a 112 o 114 libbre), utilizzato in Sassonia, o del *Centner di Norimberga* o di altre piazze commerciali (pari a 100 libbre), utilizzato in Austria (il *Bergzenten* di 105 libbre) e differenti parti della Germania, per esempio Amburgo e Glücksbrunn.

¹³⁵ "On n'en vend que sous la condition que l'on prenne trente fois autant de couleur d'azur; par exemple, si l'on veut un baril de saffre, il faut acheter trente barils d'azur; cela est ainsi arrangé pour que l'on ne puisse pas faire avec profit de la couleur bleue avec ce même cobolt grillé nommé *saffre*". JARS 1780, p. 524.

mostrano un leggero aumento nell'arco di vent'anni. Questi *Preiscurant* sono riportati per la prima volta, a nostra conoscenza, nella *Handlungszeitung* del 1784 di Gotha¹³⁶, poi pubblicati nel *Bergmännisches Journal* del 1788¹³⁷ con un'inesplicabile leggera flessione¹³⁸. Non abbiamo invece trovato prezzi per la Sassonia anteriori al 1784, con l'eccezione di quelli pubblicati a Parigi nel 1773 nella *Chymie expérimentale et raisonnée* di Baumé convertiti in *Livres tournois*, che corrispondono quasi a quelli di Schneeberg del 1784/86¹³⁹.

Nel confrontare i prezzi delle diverse manifatture, tenendo conto delle differenze di valuta e di unità di peso, sembrerebbe che quelli delle *Blaufarbenwerke* sassoni - vista l'elevata qualità dei loro prodotti - fossero i più vantaggiosi. I prezzi di quelle di Hasserode e di Modum sono leggermente inferiori ai prezzi di quelle sassoni. Per la Prussia, Hasserode, che riforniva i fabbricanti di lino della Slesia, allineava i suoi prezzi alla piazza di Magdeburg, che smerciava anche i prodotti sassoni¹⁴⁰, sebbene i prezzi sembrano più elevati perché indicati in *Reichsthaler* prussiani, il cui valore era inferiore a quello dei *Reichsthaler* standard. I prodotti meno costosi erano quelli di minor qualità di Querbach, che esportava poco via Stettino sul Mar Baltico, e quelli di Glücksbrunn, anch'essi di qualità inferiore alla media o a qualità contrassegnate con la lettera B¹⁴¹.

Per i prodotti delle *Blaufarbenwerke* boeme non abbiamo trovato prezzi oltre a quelli del 1803 in fiorini, che paiono molto elevati, a meno che la fonte consultata abbia indicato fiorini/*Gulden* al posto di *Reichsthaler*, il che sarebbe più reale, visto anche che sappiamo dagli autori consultati che i prodotti boemi erano meno costosi di quelli sassoni. Tutti questi prezzi debbono essere considerati come prezzi "alla produzione".

Secondo Antoine-Marie Héron de Villefosse (Parigi 1774 - Caen 1852) i prezzi più bassi sono quelli della *Blaufarbenwerke* di Carlshafen, che vendeva il *Centner* da 5 a 18 *Reichsthaler* a un negoziante di Francoforte, che lo spediva in Turchia¹⁴².

Per quello che concerne i prezzi all'ingrosso, i più elevati sono, naturalmente, quelli di Amsterdam, in fiorini per cento libbre (per la qualità FFFE 53 fiorini, equivalenti a circa 70 *Reichsthaler*), che oltre ai costi di trasporto tengono conto della raffinazione dei prodotti operata presso i mulini olandesi. Seguono i prezzi all'ingrosso di Amburgo, in *Mark* di questa città (detti anche "di Lübeck"), che tengono conto dei costi di trasporto dalle diverse *Blaufarbenwerke*. I *Prix-Courants* di Amburgo indicano solo i prezzi dei *Couleuren*, mentre non figurano quelli relativi alle altre qualità, forse perché meno richieste. Ciò non sorprende, giacché i *Couleuren* erano molto utilizzati per sbiancare il lino. Amburgo, probabilmente la più grande piazza per la vendita dello smalto nel periodo che ci interessa¹⁴³, mantenne prezzi molto stabili durante tutto il XVIII secolo; per esempio il prezzo della qualità FFC era pari a 50 *Mark* nel 1736 e a 55 nel 1796¹⁴⁴.

¹³⁶ HILDT 1784, p. 271.

¹³⁷ KÖHLER 1788, pp. 782 e 783.

¹³⁸ Krünitz nel 1788 e Kapff nel 1792 hanno ripreso le stesse cifre.

¹³⁹ BAUMÉ 1773, vol. III, p. 439.

¹⁴⁰ KAPFF 1792, p. 66.

¹⁴¹ Cfr. paragrafo 8.4.2. Come in Sassonia, quest'ultima *Blaufarbenwerk* produceva alla fine del XVIII secolo qualità particolari (i *Beutel Couleuren*, per esempio le qualità FEB, MCB ecc.), non fatti con i minerali di cobalto arrostiti ma con lo *Speise*, ossia il residuo metallico formatosi durante la lavorazione dei minerali stessi. HILDT 1784, p. 271.

¹⁴² VILLEFOSSE 1819, p. 157. Questi prezzi non sono presi in considerazione nella tabella 11.6.

¹⁴³ Nel 1797 è documentata l'esportazione da Amburgo di 2.867 botti di *Blaufarbe* (7.614,77 *Centnern*); nello stesso anno a Magdeburg sono stati importati 2.659 *Centnern* ed esportati 2.669 *Centnern* e solo 50 *Centnern* esportati da Stettino, in Pomerania (il che rende conto della scarsa incidenza del cobalto esportato dalla Slesia). A testimonianza dell'importanza dell'Elba come via fluviale per il commercio di *Blaufarbe* dalla Boemia e dalla Sassonia fino ad Amburgo si riporta la notizia che nel 1792 sono giunti sull'Elba ad Amburgo 4.153 *Tonnen* [1 *Tonne* corrispondeva a uno *Schiffspfund* (carico di un barcone), per Amburgo era pari a 280 libbre = 2,5 *Centnern*], per un totale di 10.382,5 *Centnern*. HILDT 1803, p. 59.

¹⁴⁴ GERHARD 2001, p. 365.

	Parigi 1773 (a)	1784 (b)	Schneeberg 1788 (c)	1803 (d)	Hasserode 1787 (e)	Vienna 1787 (f)	Modum fine XVIII s. (g)
qualità / prezzo *	L / 100	R / 112			R / 112	G / 112	R / 112
<i>Escheln</i>	FFFE	158	41 ½	38	40 ½	42 ½	40
	FFE	94	26 ½	24 ½	29	28 ⅙	32
	FE	70	24	22	25 ½	25 ¼	25
	ME	50				22	20
	MEG		20 ½	19	21 ½		
	OE	42					16
	OEG		15 ½	15	18	16 ⅙	16
	OES		15	14 ½	17 ½		
<i>Couleuren / Farben</i>	FFFC	140/60	37	35	39	38 ⅙	40
	FFC	90	25 ½	24	28 ½	27 ⅔	32
	FC	62	20	19	22 ½	22	25
	MC	42	14 ½	14	17 ½	16 ½	20
	OC	34	12 ½	12	15 ½	14 ⅛	16
<i>Hohe Couleuren / Farben</i>	FFH		25 ½	24	28 ½		
	FH	62	20	19	22 ½		
	OHS						
	MH		14 ½	14	17 ½		
	OH	36	12 ½	12	15 ½		
<i>Beutelblau (Escheln, Couleuren / Farben minori)</i>	FEB		10 ⅙	10 ⅓	14 ⅙		
	MCB		8 ⅙	7 ⅙	11 ½		
	FCB		10 ⅙	9 ⅙	13 ½		
	MEB		9	8 ⅔	12 ½		
	MEBS				12 ½		
<i>Safflor</i>	FFS	124	69 ½	69 ½			
	FS	96	59 ½	59 ½			
	MS	52	25 ½	25 ½			
	OS	28	17 ½	17 ½			

* Per interpretare i prezzi bisogna tenere conto che 1 fiorino/*Gulden* (G) vale da circa 1½ fino a 2½ *Reichsthaler* (R), 1 *Mark* (M) vale circa ¾ di *Reichsthaler* e 1 *Reichsthaler* vale 4 *livres tournois* francesi (L), mentre il peso di riferimento è pari a 100 o 112 libbre.

- (a) BAUMÉ 1773, vol. III, p. 439. Baumé si riferisce a qualità di prodotti sassoni e prezzi in *Livres*.
 (b) Stessi prezzi a Lipsia maggiorati di ½ *Reichsthaler* ogni 112 libbre per il trasporto. HILDT 1784, p. 271.
 (c) Stessi prezzi a Lipsia maggiorati di ½ *Reichsthaler* ogni 112 libbre per il trasporto. KÖHLER 1788, p. 782; KRÜNITZ 1788, pp. 131-132; KAPFF 1792, pp. 80-81.
 (d) HILDT 1803, p. 62. Hildt indica i prezzi in *Gulden* ma secondo noi sono in *Reichsthaler*.
 (e) Per il cobalto di Hasserode, incluso il trasporto a Magdeburg, adattato ai prezzi della Sassonia. KRÜNITZ 1788, appendice in fine volume; KAPFF 1792, p. 66.
 (f) Per il cobalto da Pottenstein in vendita da Steiner und Schlosser a Vienna. KRÜNITZ 1788, p. 132.
 (g) Per il cobalto di Modum, venduto a Bregno e Copenaghen. NORRMANN 1805, p. 186.

Tab. 11.6a - Prezzi all'ingrosso dei vari prodotti contenenti cobalto su alcune piazze europee alla fine del XVIII secolo.

	Amsterdam 1791 (h)	Glücksbrunn 1792 (i)	Qüerbach 1789 (l)	Wittichen 1773 1789 (m) (n)	Amburgo 1786 1795 (o) (p)	Boemia 1803 (q)
qualità / prezzo *	G / 100	R / 100	R / 112	G / 100	M / 100	G / 112
<i>Escheln</i>	FFFE	53				29
	FFE	43-48	24		29	24
	FE	38	21	23	21	18 ½
	ME	26-28	10	19 ½	14 ½	
	MEG				12 ½	13 ¾
	OE					
	OEG			14 ½		10 ¼
	OES					12 ¾
<i>Couleuren / Farben</i>	FFFC					29
	FFC	35-40			33	55 55 24
	FC	30	16	19	24	45 46 18
	MC	21-25	9	13 ½	16	34 35 13
	OC			11 ½	14	29 30 9 ¾
<i>Hohe Couleuren / Farben</i>	FFH	25-30				
	FH	25-30	24			
	OHS	16-21		12 ½		
	MH					
	OH					
<i>Beutelblau (Escheln, Couleuren / Farben minori)</i>	FEB		5 qualità B 12-24			
	MCB					
	FCB					
	MEB					
	MEB S					
<i>Safflor</i>	FFS					
	FS					
	MS					
	OS					

* Per interpretare i prezzi bisogna tenere conto che 1 fiorino/*Gulden* (G) vale da circa 1½ fino a 2½ *Reichsthaler* (R), 1 *Mark* (M) vale circa ¾ di *Reichsthaler* e 1 *Reichsthaler* vale 4 *livres tournois* francesi (L), mentre il peso di riferimento è pari a 100 o 112 libbre.

(h) KÖHLER 1791, p. 83.
 (i) Vende soprattutto colori di categoria B a prezzo abbastanza elevato da cobalto importato. KAPFF 1792, p. 84.
 (l) Prezzo in fabbrica, KAPFF 1792, pp. 62-63 (KÖHLER 1789, p. 815).
 (m) MARKL 2005, p. 207.
 (n) KAPFF 1792, p. 90 (KÖHLER 1789, p. 822).
 (o) ALLGEMEINE HANDLUNGSZEITUNG 1786, pp. 231, 280, 343, 315.
 (p) *Preis-Courant der Waaren*, Amburgo 10 luglio 1795 (Instituut voor Sociale Geschiedenis di Amsterdam).
 (q) HILDT 1803, p. 62. Hildt indica i prezzi in *Gulden* ma secondo noi sono in *Reichsthaler*.

Tab. 11.6b - Prezzi all'ingrosso dei vari prodotti contenenti cobalto su alcune piazze europee alla fine del XVIII secolo.

Fig. 11.7 - *Preis Courant* sulla piazza di Amburgo del 10 luglio 1795. È stato apposto un contrassegno rosso in corrispondenza della voce relativa alle varie qualità del *Sächsisch Blaussel* (FFC, FC, MC, OC). Documento fotografato presso l'Economisch Historische Bibliothek dell'Internationaal Instituut voor Sociale Geschiedenis di Amsterdam.

PREIS-		COURANT	
der Waaren		in Partheyen.	
Hamburg, Anno 1795. d. 10 Jul. N° 304.			
Erklärung der Charakteren :			
MC, ein Reichsthaler von 3 mß oder 48 Schillinge.	9C, ein Groot Flämisch von 12 Groot Flämisch.	9C, ein Groot Flämisch von 6 Pfenningen.	Schff, ein Schöffpund von 280 Pfund.
mß, ein Mark von 16 Schillinge.	18, ein Pfund von 16 Unzen oder 32 Loth.	G. Geld.	Br. Briete.
ß, ein Schilling von 12 Pfenningen.			pC. pro Cento.
Lb., ein Pfund Flämisch von 20 Schill. Flämisch.			
1) Das 100 cont. in B°.			
Coffee, Mocha 13 1/8	Java — 1/8	Creas, 5 1/2 Viertel	32.36 1/2 mß
— Bourbon. 10 1/2 11 1/8	— 1/8	— 6 Viertel	37.46 mß
— Domin. & Martinsg. 9 1/2 13 1/8	— 1/8	Dowlas, 9 Achtel	30.35 mß
— Domingo 9 1/2 13 1/8	— 1/8	— 5 1/2 Viertel	15 1/2 18 mß
— Surin. 9 1/2 13 1/8	— 1/8	— 6 Viertel	34.44 mß
Pfeifer, Englischer 26 1/2 9C	— 9C	Platillas Rojas	5.9 1/2 mß
— Holländischer — 9C	— 9C	Schocke, rund gebunden	4 1/2 5 1/2 mß
— Danischer 26 9C	— 9C	Scholets, rohe	4 1/2 5 1/2 mß
Queckfilber 36 1/2 1/8	— 1/8	Sangal, a 18 & 24 Ell. Brab.	6.8 1/2 mß
Safran gait, neu 19 mß alt. 20 mß	— 1/8	Matrosen-Leinen	9 1/2 13 mß
Toback, Brasil. legitimo — 1/8	— 1/8	Buch-Leinen	16.20 mß
— Curacao — 1/8	— 1/8	Sack-Leinea	6.1 1/2 mß
— pr. Sorte, n. 6 1/2 7 1/2 alt. — 1/8	— 1/8	Rouan Schief, 1/2, 3/4 Ellen	8.15 1/2 mß
— secunda Sorte 5.6 1/8	— 1/8	— Lauitzer	12.14 1/2 mß
Wachs, gelb 30.30 1/2 9C	— 9C	Morlaies 7 Viertel, 84 Ell.	— mß
— weißgebleicht 38 1/2 41 9C	— 9C	Engelsb. 7 1/2 Viertel, 84 Ell.	11.13 mß
		Friedl. 6 1/2 Viertel, 72 Ellen	16.18 mß
		Sächf. Segellinnen	7.14 mß
		Heß. Schock-od. Bleyt.	11.14 1/2 mß
		Die 100 doppelte Ellen.	
		— Westphäl. Sort. Leinen	
		Osnabrug. ord.	7 1/2 13 1/2 mß
		— beite	14.23 1/2 mß
		Ravensberger	— mß
		Tecklenburg. gezeichnet. 16.23 1/2 mß	
		— ungezeichnet. 14.17 1/2 mß	
		Die doppelte Elle.	
		Lorbeeren	20.22 mß
		Liguum Sautum	7.25 mß
		Mandeln Krack, Provence	150 mß
		— Candat.	50 mß
		— bittere, Barb.	51 mß
		— Prov.	— mß
		— lauge	120 mß
		Orange-Schalen, Port.	18.20 mß
		— Italian.	18 1/2 mß
		Pimpfein	12.16 mß
		Pflaumen, Franche	19 mß
		Rosinen, Smirn.	21.22 1/2 mß
		Pottasche, Böhmische	— mß
		— Breslauer	25.26 mß
		— Königsb. & Danz.	28.29 mß
		Pfeffer, Indic.	175 mß
		Rad. Ireos Flor.	35 mß
		— Curcumæ	60.82 mß
		— Galangæ	120 mß
		Rosinen in Körb. der Korb	— mß
		Rosmarin	16 mß
		Rotfcheer, in Tonnen	12 1/2 10 mß
		— los. — mß Zartfisch	— mß
		Rundf. — mß Klipf.	22 mß
		Saffras	25 mß
		Schiesp. f. — mß ord.	— mß
		Schwefel	11.12 mß
		— mß. Mooswisch	— mß

La manifattura di Wittichen, che esportava quasi la totalità dei suoi prodotti ad Amsterdam, offriva, logicamente, le stesse qualità a prezzi che, tenuto conto della conversione, sembrano allineati a quelli di Amburgo che, come si è appena accennato, era il principale centro di approvvigionamento per l'Olanda.

11.9.2 I prezzi al dettaglio sulle piazze europee alla fine del XVIII secolo

I prezzi di Vienna nel 1787, ossia quelli al dettaglio della ditta Steiner und Schlosser che si approvvigionava dalla *Blaufarbenwerk* di Pottenstein, sono leggermente inferiori rispetto a quelli di Amsterdam. I prezzi differivano in funzione della domanda, della regione e di altri fattori economici.

Ricapitolando, a eccezione di quelli della ditta Steiner und Schlosser di Vienna, tutti i prezzi riportati nella tabella 11.6 si riferiscono al commercio dalla produzione all'ingrosso; più interessante ancora sarebbe conoscere il prezzo al dettaglio pagato da artigiani, pittori ecc. Purtroppo le informazioni sui prezzi delle merci reperibili presso i *vendicolori*¹⁴⁵ o gli speziali sono esigue per un corretto campionamento geografico o cronologico, mentre più frequenti sono le informazioni sui prezzi reperibili in contratti o in documenti per forniture registrati dai committenti. Rare sono anche le indicazioni sugli apotecari e *droguistes* che, secondo la letteratura del XVIII secolo, vendono lo smalto, l'*azur* o la *Blaue Farbe*.

Per la Francia sappiamo dalla letteratura specifica che i derivati del cobalto si trovavano presso drogherie e spezierie¹⁴⁶; per esempio la manifattura di porcellana di Vincennes in-

¹⁴⁵ KRISCHEL 2002; MATTHEW 2002 e 2010; CORRELL 2012.

¹⁴⁶ LECLERC 1701, pp. 23-24; POMET 1709, p. 5; LÉMERY 1716, p. 484. Già nel XIV secolo in Francia i colori e i materiali per pittori erano venduti dagli *épiciers*. Per esempio nei conti per i lavori fatti fra il 1391 e il 1392 nella certosa di Champmol, vicino Digione, Guiot Poissonnier "épicier à Dijon" fornisce "verniss et couleurs" (MONGET 1898, p. 237), mentre due anni dopo,

torno al 1751 comprava lo smalto “Tout préparé rue Quincampoix” a Parigi¹⁴⁷, dove si trovavano i principali negozi, in particolare le drogherie. Nei *Cours des marchandises* del 1757 a Rouen¹⁴⁸ lo smalto, che sicuramente giungeva da Sainte-Marie-aux-Mines¹⁴⁹, è menzionato come *azur des 4 feux*, *azur des 3 feux* e *azur des 2 feux* e si vendeva rispettivamente a 35, 25 e 10 *Reichsthaler*¹⁵⁰. Sempre in Francia, come vedremo pure per i paesi germanici, le farmacie e le drogherie fornivano anche i minerali di cobalto non lavorati, come la *cadmia fossilis*, *Cobaltum* e la *Cadmia nativa metallica*, indicati nel 1681 nella terza edizione della *Pharmacopée* di Brice Bauderon (Paray-le-Monial [Charolais] 1540 circa - Mâcon 1623)¹⁵¹ o nella *Collacteana pharmaceutica* di Parigi del 1695¹⁵². Nell’inventario *post mortem* del 1725 di un farmacista di Montbrison, figurano “Trois livres azur dans deux boettes estimé le tout trois livres dix sols”¹⁵³.

Una preziosa testimonianza sui luoghi dove era possibile reperire lo smalto, non solo quello azzurro, a Parigi all’inizio del XVIII secolo è fornita da Jacques-Philippe Ferrand (Joigny 1653 circa - Parigi 1732) nel suo trattato sulla pittura a smalto: “Je crois l’avoir déjà dit, que ce sont les gros Marchands de fayance qui vendent les Emaux en pain, parce qu’ils les font venir de Venise ou d’autres lieux, qui sont en réputation de ces sortes d’Ouvrages”¹⁵⁴.

Purtroppo la Francia, che per legge ha separato nel 1777 gli apotecari dagli speziali, non aveva un sistema di *Taxen* come quello dei listini ufficiali pubblicati e stampati dalle principali città germaniche per i prodotti venduti nelle *Apotheken*, che cominciarono ed essere stampati già nella seconda metà del XV secolo. In questi listini la *Cadmia metallica*, *vulgo cobaltum*, la *Cadmia fossilis metallica* (spesso indicati anche come *Fliegenpulver* o *Muckenpulver*, con cui si intendevano veleni per mosche o zanzare) figurano regolarmente, ovviamente dopo l’inizio della commercializzazione ufficiale dei prodotti sassoni. Nelle *Taxa* di Berlino del 1574 figura la *Cadmia metallica*, *vulgo Cobaltum - Hüttenrauch*, a 1 *Pfennig* il *Loth*, accanto al *Wismut* a 3 *Pfennige*¹⁵⁵; nella *Ordnung der Apotecken* di Worms troviamo la *Cadmia fossilis metallica*, *Cobaltum*, *Cobolt* a 2 *Pfennige* il *Loth*¹⁵⁶; nelle *Taxa* del 1600 di Helmstedt, allora nel ducato di Brunswick-Lüneburg, troviamo il *geringe Schmalt-blauw* a 6 *Pfennige* il *Loth* e il *Wasserblauw* a 1 *Groschen* e 4 *Pfennige*¹⁵⁷. Nel 1673 a Freiberg, nell’*Apothecken Ordnung und Taxa*, accanto al *Cobalt/Fliegenpulver* figura *Smalti-Schmeltz-Blau* a 6 *Pfennige* il *Loth*¹⁵⁸ e nel 1687 in quella di Meissen troviamo *Smalti*, *Schmeltz-blau* a 4 *Pfennige* il *Loth*¹⁵⁹. Per Liegnitz/Legnica, Bassa Slesia, abbiamo una serie di informazioni più distribuita nel tempo. Nelle *Taxa* del 1568 figura lo *Schmelch blaw* a 8 *Heller* il *Loth*; in quelle del 1583 lo *Schmaltzblaw* a 24 *Groschen* la libbra/*Pfund* (per quantitativi più piccoli è indicato il corrispettivo valore di 1 *Groschen* il *Loth*); nelle *Taxa* del 1614 si ampliano le qualità a disposizione, comprendendo *Fein Oelblaw* (a 3 *Groschen* il *Loth*), *Gemein Oelblaw* (a 1 *Groschen* e 6 *Heller* il *Loth*) e *Smaltæ/Schmaltzblaw* a 9 *Heller* il *Loth*; *Fein Oelblaw* e *Gemein Oelblaw* compaiono, in-

per l’acquisto di colori troviamo Sançonnet de Brecey, *épicier* (Idem, pp. 266-267). In questi documenti non troviamo comunque citati termini con certezza riconducibili a minerali di cobalto o a pigmenti da esso derivati, ma solo *azure* e *azur fin*.

¹⁴⁷ DURET ROBERT 1988, p. 72. Nella rue Quincampoix vi erano pure i punti di vendita delle porcellane importate da Cina e Giappone dalle Compagnie delle Indie.

¹⁴⁸ Documento consultato presso l’Internationaal Instituut voor Sociale Geschiedenis di Amsterdam.

¹⁴⁹ RISLER 1873, p. 80.

¹⁵⁰ I prezzi sono stati ricalcolati in questa valuta per agevolare i confronti.

¹⁵¹ BAUDERON 1681, p. 1020.

¹⁵² PÉNICHER 1695, p. 18.

¹⁵³ BAROU 1997, p. 4.

¹⁵⁴ FERRAND 1721, p. 121.

¹⁵⁵ FLACCO 1574, pagina non numerata.

¹⁵⁶ FRANCOFORTE 1609, pagina non numerata.

¹⁵⁷ HELMSTEDT 1600, pagina non numerata.

¹⁵⁸ FREIBERG 1673, cap. *Taxæ Pharmaceuticæ*, pp. 2 e 3.

¹⁵⁹ MEISSEN 1687, cap. *Taxæ Pharmaceuticæ*, pp. 2 e 3.

fine, anche nelle *Taxa* del 1662, senza però l'indicazione dell'ammontare della relativa imposta¹⁶⁰.

Nel XVIII secolo, sempre in *Taxa*, *Preiscourant*, *Pharmacopoeiæ* ecc.¹⁶¹ troviamo frequentemente termini quali *Cobaltum*, *Smaltæ cerulæ*, *Farben-Cobalt*, *Smalti*, *Schmalta*.

Bisogna infine segnalare una recente pubblicazione di Stefanie Correll, con un contributo di Andreas Burmester, che è riuscita a individuare i fornitori dei materiali pittorici - tra cui *Blau-Schmalta*, *Smalta fein e mittel*, *Englische Schmalden extra fein* ecc. - alla ditta Venino di Würzburg nell'ultimo quarto del XVIII secolo¹⁶², lavoro che s'inserisce tra le ricerche da tempo avviate presso il Doerner Institut di Monaco nell'ambito di *The Munich Taxae Project*¹⁶³.

¹⁶⁰ BURMESTER 2010, figg. 4 e 6 a p. 316, fig. 8 a p. 317, fig. 9 a p. 318 e p. 320.

¹⁶¹ Consultabili sul portale della Biblioteca Digitale di Braunschweig (Digitale Bibliothek Braunschweig), www.digibib.tu-bs.de.

¹⁶² CORRELL 2012.

¹⁶³ www.doernerinstitut.de.

APPENDICE

Principali minerali di cobalto citati nel testo

- Asbolano* ossido idrato di manganese contenente dal 20% al 30% di cobalto; di colore nerastro e aspetto terroso.
- Cloantite* (anche *Nichel-skutterudite*, ted. *Stängelkobalt*, *Arsennickelkies* o *Weisnickelkies*) arseniuro di nichel $[\text{NiAs}_{2-3}]$; può contenere impurezze di cobalto più o meno consistenti.
- Cobaltite* (anche *cobaltina*, ted. *Glanzkobalt* o *Kobaltglanz*), solfoarseniuro di cobalto $[\text{CoAsS}]$; ha lustro variabile dal bianco stagno al grigio acciaio con sfumature violette e nero-grigiastre [contenuto massimo in Co: 35,54%].
- Danaite* (ted. *Kobaltarsenkies*) varietà di arsenopirite contenente dal 6 al 10% di cobalto.
- Eritrite* (ingl. *Cobalt Bloom*, ted. *Kobaltblüte*), arseniato idrato di cobalto $[\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}]$; si presenta in fibre o in cristalli aciculari monoclini di colore rosso [contenuto massimo in Co: 37,47%].
- Linneite* (ted. *Kobaltkies*) solfuro di cobalto $[\text{Co}_3\text{S}_4]$ in cui si possono trovare, come vicarianti, anche nichel e arsenico; si trova in cristalli di color grigio acciaio [contenuto massimo in Co: 58%].
- Roselite* arseniato idrato di calcio, magnesio e cobalto $[\text{Ca}_2(\text{Co,Mg})(\text{AsO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$; si presenta in cristalli di colore rosa chiaro o intenso [contenuto massimo in Co: 9.95%].
- Safflorite* arseniuro di cobalto contenente impurezze di ferro (e nichel) $[(\text{Co,Fe})\text{As}_2]$; si presenta in masse a struttura fibrosa radiata di colore bianco [contenuto massimo in Co: 28.12%].
- Smaltite* (anche *smaltina* o *skutterudite*, dalla località di Skutterud in Norvegia, ted. *Speiskobalt*) $[\text{CoAs}_3$ o $(\text{Co,Ni})\text{As}_3]$, arseniuro di cobalto che può contenere nichel anche in quantitativi sostenuti, in quanto isomorfo con la cloantite (cfr.); si presenta in cristalli o in masse compatte di colore bianco-stagno o grigio-acciaio con lucentezza metallica [contenuto massimo in Co: 20.68%].

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. 1803
AA.VV.: *Nouveau dictionnaire d'histoire naturelle, appliquée aux arts, principalement à l'agriculture et à l'économie rurale et domestique*, vol. XX, Parigi, 1803.
- AA.VV. 1991
AA.VV.: *Vetrate. Arte e restauro. Dal trattato di Antonio da Pisa alle nuove tecnologie di restauro*, Milano, 1991.
- AA.VV. 1993
AA.VV.: *Geschichte der Stadt Sulzburg*, vol. I, Freiburg im Breisgau, 1993.
- ABŪ'L QĀSIM 1966
ABŪ'L QĀSIM: *'Arā'is al-jawāhir wa-nafā'is al-atā'ib*, a cura di I. Afshār, Tehrān, 1966 [in persiano].
- ACCARIAS 1768
J. ACCARIAS DE SÉRIONNE: *Le commerce de la Hollande, ou tableau du commerce des Hollandois dans les quatre parties du monde*, Amsterdam, 1768.
- ACCARIAS 1770
J. ACCARIAS DE SÉRIONNE: *Die Handlung von Holland, oder Abriss der holländischen Handlung in den vier Theilen der Welt, durch den Verfasser der Vortheile der Völker durch die Handlung*, Francoforte e Lipsia, 1770.
- ADELUNG 1788
J.C. ADELUNG: *Vollständige Anweisung zur Deutschen Orthographie*, Lipsia, 1788.
- AGARKOVA 1994
G. AGARKOVA, N. PETROVA: *250 years of Lomonosov Porcelain Manufacture St. Petersburg 1744-1994*, Disentis, 1994.
- AGOSTI 1997
G. AGOSTI, A. ANDREONI, B. FABBRI, F. KUMAR, G. LANTERNA, C. MINGAZZINI, P. MOIOLI, R. MORADEI, C. SECCARONI, M.G. VACCARI: *Una pala in terracotta invetriata di produzione robbiana: metodi integrati di indagine e restauro*, 'OPD Restauro', 9 (1997), pp. 73-90.
- AGRICOLA 1546
G. AGRICOLA: *De ortu & causis subterraneorum Lib. V. De natura eorum quae effluunt ex terra Lib. IV. De natura fossilium Lib. X. De veteribus & novis metallis Lib. II. Bermannus, sive De re metallica dialogus. Interpretatio germanica vocum rei metallicæ*, Basilea, 1546.
- AGRICOLA 1556
G. AGRICOLA: *De re metallica libri XII*, Basilea, 1556.
- AGRICOLA 1558
G. AGRICOLA: *De ortu et causis subterraneorum Lib. V. De natura eorum quae effluunt ex terra Lib. IIII. De natura fossilium Lib. X. De veteribus et novis metallis Lib. II. Bermannus, sive De re metallica dialogus Lib. I. Interpretatio germanica vocum rei metallicæ*, Basilea, 1558.
- AGRICOLA 1561
G. AGRICOLA: *De re metallica libri XII*, Basilea, 1561.
- AGRICOLA 1912
G. AGRICOLA: *De re metallica*, traduzione inglese e note a cura di H.C. Hoover e L.H. Hoover, Londra, 1912 [anast. New York, 1950].
- AKIYAMA 1999
J. AKIYAMA, M. INABA: *The effects of potassium and cobalt on discolouration of smalt in oil media. Part I*, 'Bunkazai Hozon Shufuku Gakkai shi: kobunkazai no kagaku', 43 (1999), pp. 59-69 [in giapponese].
- ALBINUS 1590
P. ALBINUS: *Meissnische Bergk-Chronica*, Dresda, 1590.
- ALDROVANDI 1648
U. ALDROVANDI: *Musaeum metallicum*, Bologna, 1648.
- AL-HASSAN 2009
A.Y. AL-HASSAN: *An eighth century Arabic treatise on the colouring of glass: Kitāb al-Durra al-Maknūna (the Book of the hidden pearl) of Jābir Ibn Ḥayyān (c. 721-c. 815)*, 'Arabic Sciences and Philosophy', 19 (2009), pp. 121-156.
- ALLAN 1973
J.W. ALLAN: *Abū'l-Qāsim's treatise on ceramics*, 'Iran', XI (1973), pp. 111-120.
- ALLGEMEINE HANDLUNGSZEITUNG 1786
'Allgemeine Handlungszeitung', Lipsia (1786).
- ALTAVILLA 2004
C. ALTAVILLA, E. CILIBERTO: *Decay characterization of glassy pigments: an XPS investigation of smalt paint layers*, 'Applied Physics A. Materials Science & Processing', 79, n. 2 (2004), pp. 309-314.

- AL-TĪFĀSHĪ 1999
 ABŪ'L-'ABBĀS AḤMAD AL-TĪFĀSHĪ:
Il libro delle pietre preziose, a cura di I. Zilio-Grandi, Venezia, 1999.
- ÁLVARO ZAMORA 1982
 I. ÁLVARO ZAMORA: *Cerámica aragonesa*, Saragozza, 1982.
- AMOURIC 2002
 H. AMOURIC, L. VALLAURI: *L'introduction du décor bleu de cobalt dans le Midi français, de la fin du Moyen Âge à l'époque moderne*, atti del XXXV convegno internazionale della ceramica "Ceramica in blu. Diffusione e utilizzazione del blu nella ceramica" (Savona, 31 maggio - 1 giugno 2002), a cura di C. Varaldo, Firenze, 2003, pp. 79-88.
- AMREIN 2007
 H. AMREIN: *Die Anfänge der Glasverarbeitung in der Schweiz. Öfen und Produktionsabfälle als Zeugen des römischen Handwerks*, 'Kunst + Architektur in der Schweiz', 58, n. 4 (2007), pp. 6-14.
- ANCEL 1988
 B. ANCEL, P. FLUCK: *Une exploitation minière du XVI^e siècle dans les Vosges*, 'Caractères et évolution, Documents d'Archéologie Française', n. 16, Parigi, 1988.
- ANDREWS 1962
 R.W. ANDREWS: *Cobalt*, Londra, 1962.
- APPERT 1896
 L. APPERT: *Note sur les verres des vitraux anciens*, Parigi, 1896.
- APPERT 1924
 L. APPERT: *Note sur les verres des vitraux anciens*, Parigi, 1924.
- ARNOLD 1989
 K.-P. ARNOLD, V. DIEFENBACH:
Meissener Blaumalerei aus drei Jahrhunderten, Monaco, 1989.
- AUBERT 1950
 M. AUBERT: *Suger*, Saint-Wandrille, 1950.
- AUBUISSON 1802
 J.-F. D'AUBUISSON DE VOISINS: *Des mines de Freiberg en Saxe et leur exploitation*, tomo II, Lipsia, 1802.
- AZIZI 2006
 M.-H. AZIZI: *Dr. Johan Louis Schlimmer (1819 - 1881): The eminent professor of modern medicine at Dar Al-Fonun school*, 'Archives of Iranian Medicine', 9, n. 1 (2006), pp. 83-84.
- BAADER 1870
 J. BAADER: *Die erste Venetianische Krystallglasfabrik in Bayern*, 'Jahrbücher für Kunstwissenschaft', III (1870), pp. 235-239.
- BAASCH 1927
 E. BAASCH: *Holländische Wirtschaftsgeschichte*, Jena, 1927.
- BABANEK 1893
 F. BABANEK, A. SEIFERT: *Zur Geschichte des Bergbau- und Hüttenbetriebes von Joachimsthal in Böhmen*, 'Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der k.k. Bergakademien zu Leoben und Pöbbram und der königlich ungarischen Bergakademie zu Schemnitz', XLI (1893), pp. 63-154.
- BACHMANN 1980
 H.G. BACHMANN, H. EVERTS,
 C.A. HOPE: *Cobalt blue pigment on 18th Dynasty Egyptian pottery*, 'Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts Abteilung Kairo', 36 (1980), pp. 33-37.
- BADDAM 1739
 B. BADDAM: *Memoirs of the Royal Society; being a new abridgement of the philosophical transactions*, vol. IV, Londra, 1739.
- BAGHERI 2007
 H. BAGHERI, F. MOORE, D.H.M.
 ALDERTON: *Cu Ni Co As (U) mineralization in the Anarak area of central Iran*, 'Journal of Asian Earth Sciences', 29, nn. 5-6 (2007), pp. 651-665.
- BALSTON 1957
 T. BALSTON: *James Whatman, father & son*, Londra, 1957.
- BANDINI 1997
 G. BANDINI, P. MOIOLI, R. SCAFÈ, C.
 SECCARONI: *Studio sulle decorazioni policrome mediante fluorescenza X di alcune maioliche rinascimentali ritrovate in Roma*, 'Faenza, Bollettino del Museo Internazionale delle Ceramiche in Faenza', LXXXIII, nn. 4-6 (1997), pp. 235-252.
- BANKS 1967
 M.S. BANKS, J.M. MERRICK: *Further analysis of Chinese Blue-and-White*, 'Archaeometry', 10 (1967), pp. 101-102.
- BARBON 2005
 F.H. BARBON: *I segni dei mercanti a Venezia nel Fondaco dei Tedeschi*, Treviso, 2005.
- BAROU 1997
 J. BAROU: *Une droguerie montbrisonnaise au début du 18^e siècle*, 'Village de Forez', n. 69-70 (1997).

- BARRANDON 1979
J.N. BARRANDON, J. IRIGOIN: *Papiers de Hollande et papiers d'Angoumois de 1650 à 1810. Leur différenciation au moyen de l'analyse par activation neutronique*, 'Archaeometry', 21 (1979), pp. 101-106.
- BARTELS 2001
C. BARTELS: *Die Zisterzienser im Montanwesen des Mittelalters. Die Bedeutung ihrer Klöster für den Bergbau und das Hüttenwesen des Harzraumes*, 'Der Anschnitt', 53, nn. 2-3 (2001), pp. 58-70.
- BARTELS 2008
C. BARTELS: *The Harz Mountains in northern Germany*, in AA.VV., *Archéologie et paysages des mines anciennes*, Parigi, 2008, pp. 205-219.
- BARTHÉLEMY 2002
P. BARTHÉLEMY: *La Sedacina ou l'Oeuvre au crible: L'alchimie de Guillaume Sedacer, carme catalan de la fin du XIV^e siècle*, vol. II (*Sedacina suivi du Liber Alterquinus*), Parigi-Milano, 2002.
- BAUDERON 1681
B. BAUDERON: *Pharmacopée de Bauderon agumentée de plusieurs compositions nécessaires; & des facultez de chaque composition*, Lionne, 1681.
- BAUMANN 2000
L. BAUMANN, E. KUSCHKA, T. SEIFERT: *Lagerstätten des Erzgebirges*, Stoccarda, 2000.
- BAUMÉ 1773
A. BAUMÉ: *Chymie expérimentale et raisonnée*, 3 voll., Parigi, 1773.
- BAZIN 1969
D. BAZIN, H. HÜBNER: *Copper deposits in Iran*, 'Geological Survey of Iran', Report n° 13 (1969).
- BEADNELL 1909
H.J.L. BEADNELL: *An Egyptian oasis. An account of the oasis of Kharga in the Libyan desert, with special reference to its history, physical geography and water supply*, Londra, 1909.
- BECKMANN 1777
J. BECKMANN: *Anleitung zur Technologie*, Gottinga, 1777.
- BECKMANN 1792
J. BECKMANN: *Beyträge zur Geschichte der Erfindungen*, vol. III, Lipsia, 1792.
- BERG 1944
G. BERG, F. FRIEDENSBURG: *Die metallischen Rohstoffe*, fasc. VI (*Nickel und Kobalt*), Stoccarda, 1944.
- BERGMAN 1787
T. BERGMAN: *Opuscula physica et chemica*, vol. IV, Lipsia, 1787.
- BERLING 1910
K. BERLING: *Meissen china. An illustred history*, Lipsia, 1910 [anast. New York, 1972].
- BERNARD 1963
J.H. BERNARD: *Parallelisation der Evolution von Mineralassoziationen an den Erzgängen in Kutná Hora und Freiberg*, 'Tschemaks Mineralogische und Petrographische Mitteilungen', terza serie, VIII (1963), pp. 403-416.
- BERRIE 2005
B.H. BERRIE, L.C. MATTHEW: *New materials on the Renaissance artists' palette*, 'Materials Issues in Art and Archaeology', 7 (2005), pp. 131-140.
- BERTHELOT 1888
M. BERTHELOT, C.E. RUELLE: *Collection des anciens alchimistes grecs (Introduction [vol. I], Texte grec [vol. II], Traduction [vol. III])*, Parigi, 1888.
- BERTHELOT 1938
M. BERTHELOT: *Introduction à l'étude de la chimie des anciens et du Moyen-Age*, Parigi, 1938 [rist. dell'edizione del 1889].
- BETTEMBOURG 1977
J.-M. BETTEMBOURG: *Problèmes de la conservation des vitraux de la façade occidentale de la cathédrale de Chartres*, 'Les Monuments historiques de la France', 23, n. 1 (1977), pp. 7-13.
- BINESH 1964
T. BINESH (a cura di): *Javāher nāme*, 'Farang-e Iran Zamin', 12 (1964), pp. 273-297 [in persiano].
- BINGER 1996
H. BINGER: *Das Blaupigment Smalte. Ein kurzer historischer Überblick und die Verwendung von Smalte als Streumittel in den Quellenschriften*, 'Restaurio', 1/96 (1996), pp. 36-39.
- BIONDO 1549
M. BIONDO: *Della nobilissima pittura, et della sua arte, del modo, et della dottrina, di conseguirla, agevolmente et presto*, Venezia, 1549 [anast. Farnborough, Gran Bretagna, 1972].
- BIRINGUCCIO 1977
V. BIRINGUCCIO: *De la pirotechnia* (Venezia, 1540), a cura di A. Carugo, Milano, 1977.

- BIRON 1996
I. BIRON, P. DANDRIDGE, M.T. WYPYSKI: *Techniques and materials in Limoges enamels*, in *The enamels of Limoges 1100-1350*, catalogo dell'esposizione (Parigi, Louvre, 23 ottobre 1995 - 22 gennaio 1996; New York, The Metropolitan Museum of Art, 5 marzo - 16 giugno 1996), New York, 1996, pp. 48-62 e 445-450.
- BIRON 2004
I. BIRON: *Study of Limoges painted enamels at the Center for Research and Restoration of the Museums of France*, in MÜSCH 2004, pp. 85-99.
- BISCHOFF 1984
B. BISCHOFF: *XXIX. Farbrezepte aus karolingischer Zeit (Ein Rezept zur Herstellung von unzerbrechlichem Glas) (Neuntes Jahrhundert)*, in *Anecdota Novissima, Texte des vierten bis sechzehnten Jahrhunderts. Quellen und Untersuchungen zur lateinischen Philologie des Mittelalters*, vol. VII, Stoccarda, 1984, pp. 219-222.
- BLIEDTNER 1986
M. BLIEDTNER, M. MARTIN: *Erz- und Mine-rallagerstätten des Mittleren Schwarzwaldes*, Freiburg im Breisgau, 1986.
- BOLTZ VON RUFACH 1913
V. BOLTZ VON RUFACH: *Jlluminierbuch. Wie man allerei Farben bereiten, mischen und auftragen soll*, a cura di C.J. Benziger, Monaco, 1913.
- BONELLI 1972
R. BONELLI, P. PORTOGHESI (a cura di): *Trattati di architettura*, vol. II, Milano, 1972.
- BOON 2001
J.J. BOON, K. KEUNE, J. VAN DER WE-ERD, M. GELDOLF, J.R.J. VAN ASPEREN DE BOER: *Imaging microspectroscopic, secondary ion mass spectrometric and electron microscopic studies on discoloured and partially discoloured smalt in cross-sections of 16th century paintings*, 'Chimia', 55 (2001), pp. 952-960.
- BORGIA 2005
I. BORGIA, C. SECCARONI: *L'azzurro di smalto nella pittura e nelle fonti italiane del XV e XVI secolo*, 'OPD Restauro', 17 (2005), pp. 152-164.
- BOUCHON 1979
C. BOUCHON, C. BRISAC, E. LANTIER, Y. ZALUSKA: *La "Belle-Verrière" de Chartres*, 'Revue de l'Art', 46 (1979), pp. 16-24.
- BOUQUILLON 2002
A. BOUQUILLON, J. CASTAING, E. VARTANIAN, A. ZINK, A. ZUCCHIATTI, J.-R. GABORIT: *Etudes des œuvres robbiesques au centre de recherche et de restauration des Musées de France*, in GABORIT 2002, pp. 139-158.
- BOUQUILLON 2004
A. BOUQUILLON: *Heaven and Earth - 'Madonne col Bambino' and 'Rustiques figulines'*, 'Applied Physics A. Materials Science & Processing', 79 (2004), pp. 161-166.
- BOWER 1990
P. BOWER: *Turner's papers. A study of the manufacture, selection and use of his drawings papers 1787-1820*, Londra, 1990.
- BOWLES 1783
W. BOWLES: *Introduzione alla storia naturale e alla geografia fisica di Spagna*, Parma, 1783.
- BRANDT 1748
G. BRANDT: *Cobalti nova species examinata et descripta*, 'Acta Societatis Regiæ Scientiarum Upsaliensis', serie I, vol. III (1742) [Stoccolma, 1748], pp. 33-41.
- BRAUN 1617-1618
G. BRAUN, F. HOGENBERG: *Civitates orbis terrarum*, Colonia, 1617-1618.
- BRAUNSTEIN 1993
P. BRAUNSTEIN: *Légendes welches et itinéraires silésiens: la prospection minière au XV^e siècle*, in HOLLISTER-SHORT 1993, pp. 207-236 [ripubblicato come cap. 13, in BRAUNSTEIN 2003].
- BRAUNSTEIN 2003
P. BRAUNSTEIN: *Travail et entreprise au Moyen-Age*, Bibliothèque du Moyen-Age, vol. XXI, Bruxelles, 2003.
- BRIANTA 2007
D. BRIANTA: *Europa mineraria*, Milano, 2007.
- BRILL 1991
R.H. BRILL, S.S.C. TONG, D. DOHRENWEND: *Chemical analyses of some early Chinese glasses*, in *Scientific research in early Chinese glasses*, a cura di R.H. Brill e J.H. Martin, Corning (New York), 1991, pp. 31-58.
- BRILL 1995
R.H. BRILL: *Chemical analyses of some glasses fragments from Nishapur in the Corning Museum of Glass*, in KRÖGER 1995, pp. 211-233.
- BRILL 1999
R.H. BRILL: *Chemical analyses of early glasses*, 2 voll., Corning (New York), 1999.

- BRILL 2001
R.H. BRILL: *Some thoughts on the chemistry and technology of Islamic glass*, in CARBONI 2001, pp. 25-45.
- BRILL 2005
R.H. BRILL: *Chemical analyses of some Sasanian glasses from Iraq*, in D. WHITEHOUSE, *Sasanian and post-Sasanian glass in the Corning Museum of Glass*, Corning (New York), 2005, pp. 65-88.
- BRITTON 1987
F. BRITTON: *London Delftware*, Londra, 1987.
- BRONK 2002
H. BRONK, S. RÖHRS: *Die Materialzusammensetzung der Glasflüsse im Limousiner Maleremails*, in MÜSCH, *Maleremail des 16. und 17. Jahrhunderts aus Limoges (Bestandskataloge des Herzog Anton Ulrich-Museum)*, Braunschweig, 2002, pp. 38-49.
- BRUCHMÜLLER 1897
W. BRUCHMÜLLER: *Der Kobaltbergbau und die Blaufarbenwerke in Sachsen bis zum Jahre 1653*, tesi di dottorato presso l'Università di Lipsia, Crossen a.O., 1897.
- BRÜCKMANN 1727
F.E. BRÜCKMANN: *Magnalia Dei in locis subterraneis*, Braunschweig, 1727.
- BRULEZ 1965
W. BRULEZ: *Marchands flamands à Venise*, vol. I, Bruxelles, 1965.
- BRUN 2003
J.-P. BRUN: *Sur les pistes caravanières, le verre*, in *Coeur de verre, production et diffusion du verre antique*, catalogo dell'esposizione (Musée gallo-romain de Lyon-Fourvière, 19 dicembre 2003 - 25 aprile 2004), Gollion, 2003, pp. 148-149.
- BRUQUETAS 2002
R. BRUQUETAS: *Técnicas y materiales de la pintura española en los Siglos de Oro*, Madrid, 2002.
- BRUQUETAS 2008
R. BRUQUETAS GALÁN: *La obtención de pigmentos azules para las obras de Felipe II: comercio europeo y americano*, in *Art technology. Sources and methods*, atti del II convegno "Art Technological Source Research" (Madrid, 5-6 ottobre 2006), a cura di S. Kroustallis, J. Towsend, E. Cenalmor Bruquetas, A. Stijnman, M. San Andrés Moya, Londra, 2008, pp. 55-63.
- BRUSCHIUS 1542
C. BRUSCHIUS: *Des Vichtelsbergs, in der alten Nariscenland gelegen, aus welchem vier schiffreiche Wasser, der Main, die Eger, die Nab und Saal entspringen*, [Norimberga], 1542.
- BUC'HOZ 1772
P.J. BUC'HOZ: *Dictionnaire minéralogique et hydrologique de la France*, vol. III, parte II, Parigi, 1772.
- BUFFON 1785
G.L. BUFFON: *Du cobalt*, in *Histoire naturelle des minéraux*, tomo VI, Parigi, 1785, pp. 1-24.
- BURMESTER 1998
A. BURMESTER, C. KREKEL: *Von Dürers Farben*, in *Albrecht Dürer. Die Gemälde der Alten Pinakothek*, catalogo dell'esposizione (Monaco, Neue Pinakothek, 3 aprile - 14 giugno 1998), Heidelberg, 1998, pp. 55-101.
- BURMESTER 2010
A. BURMESTER, U. HALLER, C. KREKEL: *Pigmenta et colores: the artist's palette in pharmacy price lists from Liegnitz (Silesia)*, in KIRBY 2010, pp. 314-324.
- BURNBY 1978
J.G.L. BURNBY, M. PARKER: *The Navigation of the River Lee (1190-1790)*, 'Edmonton Hundred Historical Society', Occasional Paper New Series No. 36 (1978).
- BUROSE 1971
H. BURROSE: *Der frühere Bergbau bei Markirch im Lebertal*, 'Der Anschnitt', 23, n. 5 (1971), pp. 3-18.
- BÜSCHING 1779
A.F. BÜSCHING: *Introduction à la connaissance géographique et politique des états de l'Europe*, Strasburgo, 1779.
- BÜSTRIN 2012
K. BÜSTRIN: *Der König sein bester Kunde*, 'Potsdamer Neuesten Nachrichten', LXII, n. 157 (07/07/2012), p. 25.
- BUSZ 1999
R. BUSZ, P. GERKE (a cura di): *Türkis und Azur. Quarzkeramik im Orient und Okzident*, catalogo dell'esposizione (Kassel, Ballhaus, Schloss Wilhelmshöhe e Schloss Wilhelmsthal, 18 luglio - 3 ottobre 1999), Kassel e Wolfratshausen, 1999.
- CAILHOL 1960
C. CAILHOL: *Sources bibliographiques pour l'étude des pigments utilisés en peinture jusqu'au XV^e siècle*, 'Revue des Sociétés Savantes de Haute-Normandie', 20 (1960), pp. 23-53.
- CAMPBELL THOMPSON 1925
R. CAMPBELL THOMPSON: *On the chemistry of the ancient Assyrians*, Londra, 1925.

- CANCRINUS 1767
F.L. CANCRIN: *Beschreibung der vorzüglichsten Bergwerke in Hessen, in dem Waldekkischen, an dem Haarz, in dem Mansfeldischen, in Chursachsen, und in dem Saalfeldischen*, Francoforte, 1767 [anast. Kassel, 1971].
- CANEPARIO 1619
P.M. CANEPARIO: *De atramentis*, Venezia, 1619.
- CANNELLA 2006
A.F. CANNELLA: *Gemmes, verre coloré, fausses pierres précieuses au Moyen Âge. Le quatrième livre du «Trésorier de Philosophie naturelle des pierres précieuses» de Jean d'Outremeuse*, Ginevra, 2006.
- CARBONI 2001
S. CARBONI, D. WHITEHOUSE (a cura di): *Glass of the sultans*, catalogo dell'esposizione (New York, The Metropolitan Museum of Art, 13 gennaio-15 maggio 2001), New York, 2001.
- CARDANO 2004
G. CARDANO: *De subtilitate*, edizione critica a cura di E. Nenci (tomo I, libri I-VII), Milano, 2004.
- CASTELNUOVO 1994
E. CASTELNUOVO: *Vetrate medievali. Officine, tecniche, maestri*, Torino, 1994.
- CATALANO 2007
I.M. CATALANO, A. GENGA, C. LAGANARA, R. LAVIANO, A. MANGONE, D. MARANO, A. TRAINI: *Lapis lazuli usage for blue decoration of polychrome painted glazed pottery: a recurrent technology during the Middle Ages in Apulia (Southern Italy)*, 'Journal of Archaeological Science', 34, n. 4 (2007), pp. 503-511.
- CENTLIVRES-DEMONT 1971
M. CENTLIVRES-DEMONT: *Une communauté de potiers en Iran. Le centre de Meybod (Yazd)*, tesi di dottorato presso l'Università di Neuchâtel, Wiesbaden, 1971.
- CESALPINO 1596
A. CESALPINO: *De metallicis libri tres*, Roma, 1596.
- CESARIANO 1521
C. CESARIANO: *Vitruvio, De architectura translato commentato et affigurato da Cesare Cesariano*, Como, 1521.
- CHAPTAL 1790
J.A. CHAPTAL: *Elémens de chymie*, vol. II, Montpellier, 1790.
- CHARLESTON 1963
R.J. CHARLESTON: *Glass "cakes" as raw material and articles of commerce*, 'Journal of Glass Studies', 5 (1963), pp. 54-67.
- CHEGINI 2000
N.N. CHEGINI, M. MOMENZADEH, H. PARZINGER, E. PERNICKA, T. STÖLLNER, R. VATANDOUST, G. WEISGERBER: *Preliminary report on archaeometallurgical investigations around the prehistoric site of Arisman near Kashan, western Central Iran*, 'Archäologische Mitteilungen aus Iran und Turan', 32 (2000), pp. 281-318.
- CHEN YAOCHENG 1978
CHEN YAOCHENG, GUO YANYI, ZHANG ZHIGANG: *An investigation on Chinese blue-and-white ware and its blue pigment*, 'Kuei-Suan-Yen Hsüeh Pao' [Journal of the Chinese Ceramic Society], 6, n. 4 (1978), pp. 225-241 [in cinese].
- CHEN YAOCHENG 1986
CHEN YAOCHENG, GUO YANYI, ZHANG ZHIGANG: *A study of Yuan blue-and-white porcelain*, in SHANGHAI 1982, pp. 122-128.
- CHEN YAOCHENG 1994
CHEN YAOCHENG, GUO YANYI, CHEN HONG: *Sources of cobalt pigment used on Yuan blue and white porcelain wares*, 'Oriental Art', XL, n. 1 (1994), pp. 14-19.
- CHEN YAOCHENG 1995a
CHEN YAOCHENG, GUO YANYI, LI HUA: *Discussion on the Wumingyi*, in *Science and Technology of Ancient Ceramics 3*, atti del convegno internazionale ISAC '95, a cura di Guo Jingkun (Shanghai, novembre 1995), Shanghai, 1995, pp. 291-294.
- CHEN YAOCHENG 1995b
CHEN YAOCHENG, ZHANG FUKANG, ZHANG XIAOWEI, JIANG ZHONGYI, LI DEJIN: *A study on Tang blue and white wares and sources of the cobalt pigments used*, in *Science and Technology of Ancient Ceramics 3*, atti del convegno internazionale ISAC '95, a cura di Guo Jingkun (Shanghai, novembre 1995), Shanghai, 1995, pp. 204-210.
- CHENG HUANSHENG 2002
CHENG HUANSHENG, ZHANG ZHENGQUAN, XIA H.N., JIANG JINCHUN, YANG FUJIA: *Non-destructive analysis and appraisal of ancient Chinese porcelain by PIXE*, 'Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B', 190 (2002), pp. 488-491.

- CHESNEAU 1933
G. CHESNEAU: *Contribution à l'étude de la technique des vitraux du Moyen Age*, 'Bulletin Monumental', 92 (1933), pp. 265-295.
- CHEVALIER 1857
J.B.A. CHEVALIER: *Dictionnaire des altérations et falsifications des substances alimentaires, médicamenteuses et commerciales, avec l'indication des moyens de les reconnaître*, vol. I, 3^a ed., Parigi, 1857.
- CHOMEL 1741
N. CHOMEL: *Supplément au dictionnaire économique, contenant divers moyens d'augmenter son bien, et de conserver sa santé*, vol. 1, Commercy, 1741.
- CHOMEL 1767
N. CHOMEL: *Dictionnaire économique, contenant divers moyens d'augmenter son bien, et de conserver sa santé*, vol. I, Parigi, 1767.
- CHOMEL 1778
N. CHOMEL, J.A. DE CHALMOT: *Algemeen huishoudelijk-, natuur-, zedekundig- en konst- woordenboek*, vol. II, Leida, 1778.
- CIANCHETTA 2012
I. CIANCHETTA, I. COLANTONI, F. TALARICO, F. D'ACAPITO, A. TRAPANANTI, C. MAURIZIO, S. FANTACCI, I. DAVOLI: *Discoloration of the smalt pigment: experimental studies and ab initio calculations*, 'Journal of Analytical Atomic Spectrometry', 27 (2012), pp. 1941-1948.
- CLARK 1997
R.J.H. CLARK, M.L. CURRI, C. LAGANARA: *Raman microscopy: the identification of lapis lazuli on Medieval pottery fragments from the south of Italy*, 'Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy', 53, n. 4 (1997), pp. 597-603.
- CLARKE 1922
F.W. CLARKE, H.S. WASHINGTON: *The average chemical composition of igneous rocks*, 'Proceedings of the National Academy of Sciences', vol. VIII (1922), pp. 108-115.
- CLAUSS 1967
H. CLAUSS: *Das Erzgebirge Land und Leute*, Francoforte, 1967.
- COENTRO 2012
S. COENTRO, J.M. MIMOSO, A.M. LIMA, A.S. SILVA, A.N. PAIS, V.S.F. MURALHA: *Multi-analytical identification of pigments and pigment mixtures used in 17th century Portuguese azulejos*, 'Journal of the European Ceramic Society', 32 (2012), pp. 37-48.
- COGHO 1967
R. COGHO, W.-E. PEUCKERT: *Volkssagen aus dem Riesen- und Iser-Gebirge*, Gottinga, 1967.
- COLOMBAN 2003
P. COLOMBAN: *Lapis lazuli as unexpected blue pigment in Iranian Lâjvardina ceramics*, 'Journal of Raman Spectroscopy', 34 (2003), pp. 420-423.
- COLOMBAN 2005
P. COLOMBAN: *Routes du lapis lazuli, lâjvardina et échanges entre arts du verre, de la céramique et du livre*, 'Taoci. Revue Annuelle de la Société Française d'Étude de la Céramique Orientale', 4 (atti del convegno "Chine-Méditerranée: routes et échanges de la céramique avant le XVI^e siècle" (2005), pp. 145-152.
- CONCHON 2004
A. CONCHON: *Les spéculations industrielles de Guyenot de Châteaubourg*, in J.-F. BELHOSTE, *Autour de l'industrie, histoire et patrimoine*, Parigi, 2004, pp. 449-471.
- COPELAND 1998
R. COPELAND: *Spode*, Shire, 1998.
- CORRELL 2012
S. CORRELL, A. BURMESTER: *Farbwarenhandel um 1800 - die Würzburger Kaufleute Venino*, Monaco, 2012.
- CORVISIERO 2002
R. CORVISIERO, A. D'ALESSANDRO, P. PRATI, C. VARALDO, A. ZUCCHIATTI, A. MIGLIORI, F. LUCARELLI: *Prime analisi sul blu nelle ceramiche del mediterraneo provenienti dagli scavi di Priamâr*, atti del XXXV convegno internazionale "Ceramica in blu. Diffusione e utilizzazione del blu nella ceramica" (Savona, 31 maggio - 1 giugno 2002), a cura di C. Varaldo, Firenze, 2003, pp. 11-18.
- COSTARAS 2010
N. COSTARAS: *Early modern blues: the smalt patent in context*, in KIRBY 2010, pp. 401-414.
- COTTEVIEILLE-GIRAUDET 1930
R. COTTEVIEILLE-GIRAUDET: *La verrerie, les graffiti*, Rapport sur les Fouilles de Médamoud, 1930, (FIFAO, VIII), Cairo, 1931, pp. 5-9.
- COWELL 2001
M. COWELL, ZHANG FUKANG: *Analyses and source of the cobalt-blue pigments employed on Chinese ceramics*, in J. HARRISON HALL, *Catalogue of the late Yuan and Ming ceramics in the British Museum*, Londra, 2001, pp. 601-605.

- CRELL 1780
L.F. VON CRELL: 'Chemisches Journal für die Freunde der Naturlehre, Arzneygelährtheit, Haushaltungskunst und Manufacturen', vol. III (1780).
- CRESCENZO 1999
R. CRESCENZO: *Blaise de Vigenère. La Renaissance du regard*, Parigi, 1999.
- CRÖKER 1764
J.M. CRÖKER: *Der wohl anführende Mahler, welcher curiöse Liebhaber lehret, wie man sich zur Mahlerey zubereiten*, Jena, 1764.
- CROME 1782
A.F.W. CROME: *Europens Produkte. Zum Gebrauch der Neuen Produkten-Karte von Europa*, Dessau, 1782.
- CRONSTEDT 1788
A.F. CRONSTEDT: *An essay towards a system of mineralogy*, vol. II, Londra, 1788.
- CROSBY 1981
S. CROSBY, J. HAYWARD, C.T. LITTLE, W.D. WIXON: *The royal abbey of Saint-Denis in the time of abbot Suger (1122-1151)*, catalogo dell'esposizione (New York, The Cloisters, The Metropolitan Museum of Art, 31 marzo-31 maggio 1981), New York, 1981.
- CSP 1603-1610
Calendar of State Papers, Domestic series, of the reign of James I. 1603-1610, Londra, 1857.
- CSP 1611-1618
Calendar of State Papers, Domestic series, of the reign of James I. 1611-1618, Londra, 1858.
- CSP 1619-1623
Calendar of State Papers, Domestic series, of the reign of James I. 1619-1623, Londra, 1858.
- CSP 1625-1649
Calendar of State Papers, Domestic series, of the reign of Charles I. Addenda: March 1625 to January 1649, Londra, 1897.
- CSP 1635-1636
Calendar of State Papers, Domestic series, of the reign of Charles I. 1635-1636, Londra, 1866.
- CSP 1637-1638
Calendar of State Papers, Domestic series, of the reign of Charles I. 1637-1638, Londra, 1869.
- CTP 1556-1696
Calendar of Treasury Papers, 1556-7/1696, Londra, 1868.
- CURATOLA 1979
G. CURATOLA: *Sui "bianchi e blu" cinesi: il problema della provenienza del cobalto*, 'Incontri tra Occidente e Oriente, Saggi', III (1979), Università di Venezia, pp. 1-13.
- CUSHION 1956
J.P. CUSHION: *Handbook of pottery and porcelain marks*, Londra, 1956.
- CZARNOTTA 1852
J. CZARNOTTA: *Erster Reisebericht aus Persien*, 'Jahrbuch der königlich-kaiserlichen geologischen Reichsanstalt', III, n. 2 (1852), pp. 105-115.
- D'AVILER 1693
A.C. D'AVILER: *Dictionnaire d'architecture*, Parigi, 1693.
- D'ARCLAIS DE MONTAMY 1765
D. D'ARCLAIS DE MONTAMY: *Traité des couleurs pour la peinture en émail et sur la porcelaine*, Parigi, 1765 [anast. Hildesheim, 1981].
- ḌARRĀBĪ 1962
MĪRZĀ 'ABD-AL-KARĪM ḌARRĀBĪ: *Tārīk-e Kāšān*, Tehrān, 1962 [in persiano].
- DAVIES 1969
I. DAVIES: *Seventeenth-century delftware potters in St Olave's parish, Southwark*, 'Surrey Archeological Collections', LXVI (1969), pp. 11-31.
- DAYTON 1971
J.E. DAYTON: *The problem of tin in the ancient world*, 'World Archaeology', 3, n. 1 [Technological innovations] (1971), pp. 49-70.
- DAYTON 1977
J.E. DAYTON, J. BOWLES: *Abu Qasim of Kashan, and the problem of Persian glazing*, 'Annali dell'Istituto Orientale', 37 (1977), pp. 143-154.
- DAYTON 1978
J.E. DAYTON: *Minerals, metals, glazing and man*, Londra, 1978.
- DAYTON 1980a
J.E. DAYTON, J. BOWLES, C. SHEPPERD: *«Egyptian blue» or «kyanos», and the problem of cobalt*, 'Annali dell'Istituto Orientale di Napoli', 40, n. 2 (1980), pp. 319-351.
- DAYTON 1980b
J.E. DAYTON: *Geological evidence for the discovery of cobalt blue glass in Mycenaean times as a by-product of silver smelting in the Schneeberg area of the Bohemian Erzgebirge*, actes du XX Symposium International d'Archéométrie (Parigi, 26-29 marzo 1980), 'Revue d'Archéométrie: Bulletin de Liaison du Groupe des Méthodes Physiques et Chimiques de l'Archéologie', 3 (1980), pp. 57-61.

- DAYTON 1981
J.E. DAYTON: *Cobalt, silver and nickel in Late Bronze Age glazes, pigments and bronzes, and the identification of silver sources for the Aegean and Near East by lead isotope and trace element analysis*, in *Scientific Studies in Ancient Ceramics*, a cura di M.J. Hughes, 'Occasional Paper', n. 19, British Museum, 1981, pp. 129-142.
- DAYTON 1993
J.E. DAYTON, C.C. LAMBERG-KARLOVSKY: *The discovery of glass. Experiments in the smelting of rich, dry silver ores, and the reproduction of Bronze Age-type cobalt blue glass as a slag*, Cambridge (Mass.), 1993.
- DE BOODT 1647
A.B. DE BOODT: *Gemmarum et lapidum historia*, Leida, 1647.
- DE LAUNAY 1908
L. DE LAUNAY: *La conquête minérale*, Parigi, 1908.
- DE LAUNAY 1913
L. DE LAUNAY: *Gîtes minéraux et métallifères*, 3 voll., Parigi e Liegi, 1913.
- DE MAYERNE 1966
M. FAIDUTTI, C. VERSINI (a cura di): *Manuscrit de Mayerne, 'Peintures, pigments, vernis'*, 42, n. 7 (1966), pp. 565-572.
- DE ROBERTIS 1968
D. DE ROBERTIS: *Una proposta per Burchiello, 'Rinascimento'*, seconda serie, VIII (1968), pp. 3-119.
- DEGGELLER 1963
S. DEGGELLER: *Wismut, und die Geschichte der Wismutmalerei, 'Maltechnik'*, 2, n. 2 (1963), pp. 33-38.
- DEGLI AGOSTI 2002
M. DEGLI AGOSTI, F. SCHWEIZER: *Technical analyses*, in Y. CROWE, *Persia and China. Safavid blue and white ceramics in the Victoria & Albert Museum 1501-1738*, Londra, 2002, pp. 293-304.
- DELAMARE 2007
F. DELAMARE: *Bleus en poudres. De l'art à l'industrie, 5000 ans d'innovations*, Parigi, 2007.
- DELAMARE 2009
F. DELAMARE: *Aux origines des bleus de cobalt: Les débuts de la fabrication du saffre et du smalt en Europe Occidentale*, 'Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres', 2009/1 (2009), pp. 297-315.
- DELAMARE 2013
F. DELAMARE: *Blue pigments. 5000 years of art and industry*, Londra, 2013.
- DELAPORTE 1927
Y. DELAPORTE: *Les vitraux de la cathédrale de Chartres*, Parigi, 1927.
- DELAVAL 1777
E.H. DELAVAL: *Cause of the changes of colours in opaque and coloured bodies, with an historical preface*, Londra, 1777.
- DELLA PORTA 1558
G.B. DELLA PORTA: *Magiae naturalis, sive de miraculis rerum naturalium libri IIII*, Napoli, 1558.
- DELLA PORTA 1560
G.B. DELLA PORTA: *De i miracoli et maravigliosi effetti dalla natura prodotti, libri IIII*, Venezia, 1560.
- DELLA PORTA 1589
G.B. DELLA PORTA: *Magiae naturalis libri XX*, Napoli, 1589.
- DELLA PORTA 1677
G.B. DELLA PORTA: *Della magia naturale*, Napoli, 1677.
- DEMEULENAERE-DOUYÈRE 2008
C. DEMEULENAERE-DOUYÈRE, D.J. STURDY: *L'enquête du Régent 1716-1718. Sciences, techniques et politique dans la France pré-industrielle*, Turnhout, 2008.
- DENNERT 1993
V. DENNERT: *Der Bergbau vom Mittelalter bis heute*, in AA.VV. 1993, pp. 119-222.
- DES ROCHES 1769
J. DES ROCHES: *Nieuw Nederduytsch en Fransch woordenboek*, Anversa, 1769.
- DI GANGI 2001
G. DI GANGI: *L'attività mineraria e metallurgica nelle alpi occidentali italiane nel Medioevo*, BAR International Series 951, Oxford, 2001.
- DIDEROT 1753
D. DIDEROT, J. LE ROND D'ALEMBERT et al.: *Encyclopédie, ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers, par une société de gens de lettres*, vol. III, Parigi, 1753.
- DIDEROT 1755
D. DIDEROT, J. LE ROND D'ALEMBERT et al.: *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers, par une société de gens de lettres*, vol. V, Parigi, 1755.
- DIDEROT 1765
D. DIDEROT, J. LE ROND D'ALEMBERT et al.: *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers, par une société de gens de lettres*, vol. XIV, Neuchâtel, 1765.

- DIEHL 1944
E. DIEHL: *Beitrag zur Kenntnis der Erzfundstellen Irans*, 'Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen/Bulletin Suisse de Minéralogie et Pétrographie', XXIV (1944), pp. 333-379.
- DIETRICH 1783
P.F. DE DIETRICH: *Lettre du Baron de Dietrich ... à M. Mongez le jeune*, 'Journal de Physique, de Chimie, d'Histoire Naturelle et des Arts', XXII, parte I (1783), pp. 313-314.
- DIETRICH 1786
P.F. DE DIETRICH: *Description des gîtes de minerais, des forges et des salines des Pyrénées, suivie d'observations sur le fer mazé et sur les mines des Sardes en Poitou*, parte I, Parigi, 1786 [anast. Ginevra, 1986].
- DIETRICH 1789
P.F. DE DIETRICH: *Description des gîtes de minerais, forges, salines, verreries, tréfileries, fabriques de fer-blanc, porcelaine, faïence, etc. de la Haute et Basse-Alsace*, parte III-IV, Parigi, 1789 [anast. Ginevra, 1986].
- DIETRICH VON FREIBERG 1985
DIETRICH VON FREIBERG: *Tractatus de coloribus*, in *Opera omnia*, tomo IV (*Schriften zur Naturwissenschaft, Briefe*), Amburgo, 1985, pp. 269-288.
- DODWELL 1961
C.R. DODWELL: *Teophilus: De diversis artibus*, Londra, 1961.
- DOMERGUE 2008
C. DOMERGUE: *Les mines antiques*, Parigi, 2008.
- DONNDORFF 1821
J.A. DONNDORFF: *Geschichte der Erfindungen in allen Theilen der Wissenschaften und Künste*, vol. 6, Quedlinburg e Lipsia, 1821.
- DOSSIE 1758
R. DOSSIE: *The handmaid to the arts*, Londra, 1758.
- DRAHOTOVÁ 1980
O. DRAHOTOVÁ: *Schürerové a Preusslerové jako výrobci kobaltového skla*, 'Acta UPM' (Uměleckoprůmyslové muzeum v Praze), XV (1980), Comentationes 2 (*Sborník prací na počest 60. výročí narození PhDr. Dagmar Hejdové*), pp. 72-96 [riassunto in tedesco alle pp. 219-232].
- DU FENG 2008
DU FENG, SU BAORU: *Further study of sources of the imported cobalt-blue pigment used on Jingdezhen porcelain from late 13 to early 15 centuries*, 'Science in China Series E: Technological Sciences', 51 (2008), pp. 249-259.
- DU HALDE 1735
J.B. DU HALDE: *Description géographique, historique, chronologique, politique et physique de l'Empire de la Chine et de la Tartarie Chinoise*, tomo II, Parigi, 1735.
- DUMORTIER 1991
C. DUMORTIER: *Description d'un atelier de majoliques à Anvers au XVI^{ème} siècle et début XVII^{ème} siècle*, in WILSON 1991, pp. 241-246.
- DUMORTIER 1997
C. DUMORTIER: *Des majoliques d'Anvers aux faïences de Delft - From Antwerp majolica to Delft faïence*, in *Salon International de la Céramique de Collection et des Arts du feu*, Parigi, 1997, pp. 31-37.
- DUMORTIER 2002
C. DUMORTIER: *Céramique de la Renaissance à Anvers. De Venise à Delft*, Bruxelles e Parigi, 2002.
- DUNNING 1986
F.W. DUNNING, A.M. EVANS: *Mineral deposits of Europe*, vol. III (*Central Europe*), Londra, 1986.
- DURET ROBERT 1988
F. DURET ROBERT: *Les oiseaux d'or de Vincennes*, 'Connaissance des Arts', n. 432 (1988), pp. 68-73.
- DUROCHER 1849
J.M.E. DUROCHER: *Observations sur les gîtes Métallifères de la Suède, de la Norvège et de la Finlande*, 'Annales des mines', IV^e série, vol. 15 (1849), pp. 319-443.
- DUSSUBIEUX 2003
L. DUSSUBIEUX, B. GRATUZE: *Origine et diffusion du verre dans le monde indien et en Asie du sud-est: l'importance du dosage des éléments-traces*, 'Revue d'Archéométrie: Bulletin de Liaison du Groupe des Méthodes Physiques et Chimiques de l'Archéologie', 27 (2003), pp. 67-73.
- DUVERGER 1984
E. DUVERGER: *Antwerpse kunstinventarissen uit de zeventiende eeuw*, Fontes historiae artis neerlandicae, vol 1.1, Bruxelles, 1984.
- DUVERGER 1992
E. DUVERGER: *Antwerpse kunstinventarissen uit de zeventiende eeuw*, Fontes historiae artis neerlandicae, vol 1.6, Bruxelles, 1992.
- EBELMEN 1852
M. EBELMEN, A. SALVETAT: *Sur la composition des matières employées dans la fabrication de la porcelaine en Chine*, 'Annales de Chimie et de Physique', terza serie (1852), pp. 312-365.

- EDGERTON 1963
M.F. EDGERTON jr.: *A Medieval "Tractatus de coloribus" together with a contribution to the study of the color-vocabulary of Latin*, 'Mediaeval Studies', XXV (1963), pp. 173-208.
- EIDEN 2001
H. EIDEN: *The fairs of Leipzig and eastern European economies (15th-18th centuries)*, in *Fiere e mercati nell'integrazione delle economie europee*, atti della XXXII settimana di studi (Prato, Istituto Internazionale di Storia Economica "F. Datini", 8-12 maggio 2000), serie II, vol. XXXII, Prato, 2001, pp. 723-739.
- EIS 1971
G. EIS: *Forschungen zur Fachprosa*, Monaco, 1971.
- ELUÈRE 2004
C. ELUÈRE: *L'Art des Celtes*, Parigi, 2004.
- EMONS 2000
M. EMONS, H.H. EMONS: *«Blaufarben-Blåfarve» ein historisches Beispiel deutsch-norwegischer Zusammenarbeit*, Trondheim (Norvegia), 2000.
- ENCELIUS 1551
C. ENCELIUS: *De re metallica libri III*, Francoforte, 1551.
- ENGELHARDT 1837
C.A. ENGELHARDT: *Johann Friedrich Böttger, Erfinder des Sächsischen Porzellans*, Lipsia, 1837 [anast. Francoforte, 1982].
- ERCKER 1574
L. ERCKER: *Beschreibung aller fürnemisten minerlischen Ertzt unnd Berckwercks arten*, Praga, 1574.
- ERDMANN 1851
A. ERDMANN: *Versuch einer geognostisch-mineralogischen Beschreibung des Kirchspiels Tunaberg in Südermannland*, Stoccarda, 1851.
- ESMARK 1798
J. ESMARK: *Kurze Beschreibung einer mineralogischen Reise durch Ungarn, Siebenbürgen und das Bannat*, Freiberg, 1798.
- ETSUZO KATO 1986
ETSUZO KATO, SHIGETO KANAOKA: *How to prepare an underglaze blue colour for porcelain by a smalt*, in SHANGHAI 1982, pp. 255-259.
- EXEL 1987
R. EXEL: *Guida mineralogica del Trentino e del Sudtirolo*, Bolzano, 1987.
- FABRI 2010
R. FABRI: *'Eenen ramenant van verf ende pinselen': some aspects of the materials used by seventeenth-century cabinet painters in Antwerp*, in KIRBY 2010, pp. 366-374.
- FAIRBANKS HARRIS 2006
T. FAIRBANKS HARRIS, S. WILCOX: *Papermaking and the art of watercolour in eighteenth-century Britain. Paul Sandby and the Whatman paper mill*, New Haven e Londra, 2006.
- FALCUCCI 2007
C. FALCUCCI, C. MASTROIANNI: *Il ritratto di Enrico VIII della Galleria Nazionale di Arte Antica di Palazzo Barberini. La tecnica esecutiva rivelata dalle indagini diagnostiche*, 'Kermes', 65 (2007), pp. 67-71.
- FARNSWORTH 1938
M. FARNSWORTH, P.D. RITCHIE: *Spectrographic studies on ancient glass. Egyptian glass mainly of the eighteenth Dynasty, with special reference to its cobalt content*, 'Technical Studies in the Field of the Fine Arts', VI, n. 3 (1938), pp. 155-173.
- FECHNER 1907
H. FECHNER: *Wirtschaftsgeschichte der preussischen Provinz Schlesien in der Zeit ihrer provinziellen Selbständigkeit, 1741-1806*, Breslau, 1907.
- FENOGLIO 1928
M. FENOGLIO: *Sui giacimenti di cobalto nell'alta valle di Lanzo*, 'Atti della Società Italiana di Scienze Naturali', LXVII (1928), pp. 182-192.
- FERBER 1773
J.J. FERBER: *Briefe aus Wälschland über natürliche Werkwürdigkeiten dieses Landes an den Herausgeber derselben Ignaz Edlen von Born*, Praga, 1773.
- FERBER 1774
J.J. FERBER: *Beyträge zu der Mineral-Geschichte von Böhmen*, Berlino, 1774.
- FERBER 1776
J.J. FERBER: *Lettres sur la mineralogie et sur divers autres objets de l'histoire naturelle de l'Italie*, Strasburgo, 1776.
- FERBER 1778
J.J. FERBER: *Neue Beyträge zur Mineralgeschichte verschiedener Länder*, vol. I, Mietau, 1778.
- FERRAND 1721
J.P. FERRAND: *L'art du feu ou de peindre en émail*, Parigi, 1721 [anast. Ginevra, 1973].

- FERRETTI 2000
M. FERRETTI, P. MOIOLI, C. SECCARONI: *The apsidal stained-glass window of Orvieto Cathedral: characterization of the materials*, atti del 2nd International Congress on "Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin" (Parigi, 5-9 luglio 1999), Parigi, 2000, vol. I, pp. 625-628.
- FESTER 1923
G. FESTER: *Die Entwicklung der chemischen Technik bis zu den Anfängen der Grossindustrie. Ein technologisch-historischer Versuch*, Berlino, 1923.
- FISCHER 1785
F.C.J. FISCHER: *Geschichte des Teutschen Handels*, parte II, Hannover, 1785.
- FISCHER 1924
K.R. FISCHER: *Die Schürer von Waldheim. Beiträge zur Geschichte eines Glassmachergeschlechtes*, Praga, 1924.
- FISCHER 1929
G. FISCHER: *Aus zwei Jahrhunderten Leipziger Handelsgeschichte 1470-1650*, Lipsia, 1929.
- FISCHER 1938
W. FISCHER: recensione di HEILFURTH 1937, in 'Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie', (1938), pp. 583-584.
- FITZHUGH 1979
E.W. FITZHUGH: *A pigment census of Japanese Ukiyo-e paintings in the Freer Gallery of Art*, 'Ars Orientalis', 11 (1979), pp. 27-38.
- FITZHUGH 1992
E.W. FITZHUGH, W.M. FLOOR: *Cobalt*, voce nell'*Encyclopaedia Iranica* (a cura di E. Yarshater), vol. V, Costa Mesa (California), 1992, pp. 873-875.
- FITZHUGH 2003a
E.W. FITZHUGH: *Pigments on Japanese ukiyo-e paintings in the Freer Gallery of Art*, in "Scientific research in the field of Asian art", atti del I Forbes Symposium at the Freer Gallery of Art, a cura di P. Jett, J.G. Douglas, B. McCarthy e J.W. Winter (Washington, settembre 2001), Londra, 2003, pp. 150-156.
- FITZHUGH 2003b
E.W. FITZHUGH: *A database of pigments on Japanese ukiyo-e paintings in the Freer Gallery of Art*, in *Studies using scientific methods: pigments in later Japanese paintings*, Freer Gallery of Art occasional papers, 1 (nuova serie), Washington, 2003, pp. 1-52.
- FLACCO 1574
M. FLACCO: *Aestimatio materiae medicae*, Berlino, 1574.
- FLACH 2005
H.-D. FLACH: *Malerei auf Ludwigsburger Porzellan, 1759 bis um 1850*, Regensburg, 2005.
- FLEMING 1985
S.J. FLEMING: *Controversy over smalt*, 'Archaeology', 38, n. 2 (1985), pp. 68-69.
- FORBES 1971
T.R. FORBES: *Chronicle from Aldgate: life and death in Shakespeare's London*, New Haven, 1971.
- FOY 1989
D. FOY: *Le décor des verreries méditerranéennes*, 'Les dossiers d'archéologie', 135 (1989), pp. 10-14.
- FOY 1998
D. FOY, M.-P. JÉZÉGOU: *Commerce et technologie du verre antique: le témoignage de l'épave «Ouest Embiez 1»*, in *Méditerranée antique*, sous la direction d'Eric Rieth, Parigi, 1998, pp. 121-134.
- FOY 2001a
D. FOY: *Le verre médiéval et son artisanat en France méditerranéenne*, Parigi, 2001.
- FOY 2001b
D. FOY, M.-D. NENNA (a cura di): *Tout feu, tout sable*, catalogo dell'esposizione (Marsiglia, Musée d'Histoire de Marseille, 9 giugno - 31 dicembre 2001), Marsiglia, 2001.
- FOY 2003
D. FOY: *L'incessant mouvement du commerce*, in *Coeur de verre, production et diffusion du verre antique*, catalogo dell'esposizione (Musée gallo-romain de Lyon-Fourvière, 19 dicembre 2003 - 25 aprile 2004), Gollion, 2003, pp. 138-147.
- FRANCHET 1906
L. FRANCHET: *Etude sur les dépôts métalliques obtenus sur les émaux et sur les verres (lustres et reflets métalliques)*, 'Annales de Chimie et de Physique', ottava serie, tomo IX (1906), pp. 37-75.
- FRANCOFORTE 1609
Reformatio und erneuerte Ordnung der Apotecken: sampt bey verwahrtem Tax. Auffgericht im Jahr 1582, Francoforte, 1609.
- FRANK 1982
S. FRANK: *Glass and archaeology*, Londra, 1982.
- FREESTONE 1990
I.C. FREESTONE: *Laboratory studies of the Portland vase*, 'Journal of Glass Studies', 32 (1990), pp. 103-107.

- FREESTONE 1991
I.C. FREESTONE: *Looking into glass*, in *Science and the past*, a cura di S. Bowman, Londra, 1991, pp. 37-56.
- FREESTONE 1998
I.C. FREESTONE, C.P. STAPLETON: *Composition and technology of Islamic enamelled glass of the thirteenth and fourteenth centuries*, in WARD 1998, pp. 122-128.
- FREIBERG 1673
Apothecken-Ordnung und Taxa, Freiberg, 1673.
- FROTHINGHAM 1951
A.W. FROTHINGHAM: *Lustreware of Spain*, New York, 1951.
- FRYER 1698
J. FRYER: *A new account of East India and Persia. In eight letters. Being nine years' travels, begun 1672 and finished 1681*, Londra, 1698.
- FUCHS 1893
E. FUCHS, L. DE LAUNAY: *Traité des gîtes minéraux et métallifères*, tomo II, Parigi, 1893.
- FUCHS 1982
R. FUCHS: *Gedanken zur Herstellung von Farben und der Überlieferung von Farb-zepten in der Antike am Beispiel der in Ägypten verwendeten Blaupigmente*, in *Diversarium artium studia. Festschrift für Heinz Roosen-Runge zum 70. Geburtstag am 5. Oktober 1982*, a cura di H. Engelhardt e G. Kempfer, Wiesbaden, 1982, pp. 195-208.
- FUMI 1891
L. FUMI: *Il duomo di Orvieto e i suoi restauri*, Roma, 1891.
- GABORIT 2002
J.-R. GABORIT, M. BORMAND (a cura di): *Les Della Robbia. Sculptures en terre cuite émaillée de la Renaissance italienne*, catalogo dell'esposizione (Nizza, Musée National du Message Biblique Marc Chagall, 29 giugno - 11 novembre 2002; Sèvres, Musée National de Céramique, 10 dicembre 2002-10 marzo 2003), Parigi, 2002.
- GAETANI 2004
M.C. GAETANI, U. SANTAMARIA, C. SECCARONI: *The use of Egyptian blue and lapis lazuli in the Middle Ages. The wall paintings of the San Saba church in Rome*, 'Studies in Conservation', 49 (2004), pp. 13-22.
- GAGE 1993
J. GAGE: *Colour and culture. Practice and meaning from Antiquity to Abstraction*, Londra, 1993.
- GANZENMÜLLER 1939
W. GANZENMÜLLER: *Über die Verwendung von Kobalt bei den Glasmachern des Mittelalters*, 'Glastechnische Berichte', 17 (1939), pp. 133-138 [ripubblicato in GANZENMÜLLER 1956, pp. 167-176].
- GANZENMÜLLER 1956
W. GANZENMÜLLER: *Beiträge zur Geschichte der Technologie und der Alchemie*, Weinheim, 1956.
- GARNER 1956a
H. GARNER: *An early piece of glass from Eridu, 'Irak'*, 18, n. 2 (1956), pp. 147-149.
- GARNER 1956b
H. GARNER: *The use of imported and native cobalt in Chinese blue and white*, 'Oriental Art', nuova serie, II, n. 2 (1956), pp. 48-50.
- GARZYA ROMANO 1996
C. GARZYA ROMANO: *Eraclio. I colori e le arti dei Romani*, Bologna, 1996.
- GAUTHIER 1972
M.-M. GAUTHIER: *Émaux du moyen âge occidental*, Friburgo, 1972.
- GEBHARD 1989
R. GEBHARD: *Der Glasschmuck aus dem Oppidum von Manching*, Stoccarda, 1989.
- GEISLER 1960
H. GEISLER: *Christoph Schwarz. ca. 1548-1592. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Philosophischen Fakultät der Albert-Ludwig-Universität zu Freiburg im Breisgau* (non pubblicata), 1960.
- GELLERT 1751
C.E. GELLERT: *Anfangsgründe zur metallurgischen Chemie*, Lipsia, 1751.
- GELLERT 1758
C.E. GELLERT: *Chimie métallurgique, dans laquelle on trouvera la théorie et la pratique de cet art. Avec des expériences sur la densité des alliages des métaux et des demi-métaux et un abrégé de docimastique*, Parigi, 1758.
- GENEALOGISCHES HANDBUCH 1967
W. VON HUECK (a cura di): *Genealogisches Handbuch der Gräflichen Häuser, A*, vol. V, Limburg an der Lahn, 1967.

- GENSANNE 1763
E. DE GENSANNE: *Sur l'Exploitation des mines d'Alsace et Comté de Bourgogne*, in *Mémoires de mathématique et de physique, présentés à l'Académie Royale des Sciences, par divers savants, et lus dans ses assemblées*, vol. IV, Parigi, 1763, pp. 142-181.
- GERBER 1864
M. GERBER: *Die sächsischen Privat-Blaufarbenwerke in der Vergangenheit und Gegenwart*, Dresda, 1864.
- GERHARD 1773
C.A. GERHARD: *Observations physiques et minéralogiques sur les montagnes de la Silésie*, 'Nouveaux Mémoires de l'Académie des Sciences et Belles-Lettres', II (ann. 1771/1773), Berlino, 1773, pp. 100-122.
- GERHARD 1779
C.A. GERHARD: *Nouvelle méthode d'extraire le Bleu royal de toutes sortes de Cobalt à l'usage des Fabriques de Porcelaine*, 'Nouveaux Mémoires de l'Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres', X (ann. 1779/1781), Berlino, 1779, pp. 12-19.
- GERHARD 2001
H.-J. GERHARD: *Preise im Vor- und Frühindustriellen Deutschland*, vol. II, Gottinga, 2001.
- GERLACH 1873
H. GERLACH: *Die Bergwerke im Kanton Wallis*, Sion, 1873.
- GESSNER 1565
C. VON GESSNER: *De omni rerum fossilium genere, gemmis, lapidibus, metallis, et huiusmodi*, Zurigo, 1565.
- GESSNER 1744
J.A. GESSNER: *Historia cadmiaie fossilis metallicaie, sive cobalti, et ex illo preparatorum zaffararum et smalti*, parte I, Berlino, 1744.
- GETTENS 1958
R.J. GETTENS, G.L. STOUT: *A monument of Byzantine wall painting - The method of construction*, 'Studies in Conservation', 3 (1958), pp. 107-119.
- GETTENS 1966
R.J. GETTENS, G.L. STOUT: *Painting materials. A short encyclopaedia*, New York, 1966.
- GILES 1974
D.L. GILES, E.P. KUIJPERS: *Stratiform copper deposit, Northern Anatolia, Turkey: evidence for Early Bronze (2800 B.C.) mining activity*, 'Science', 186 (1974), pp. 823-825.
- GIOVANOLI 1970
R. GIOVANOLI, B. MÜHLETHALER: *Investigation of discoloured smalt*, 'Studies in Conservation', 15 (1970), pp. 37-44.
- GIRARD s.i.d.
C. GIRARD: *Cobalt (II. Chimie industrielle)*, voce de *La Grande Encyclopédie. Inventaire raisonné des sciences, des lettres et des arts*, tomo XI, Parigi, s.i.d., pp. 744-746.
- GLAUBER 1658
J.R. GLAUBER: *Opera chymica*, Francoforte, 1658.
- GLICK 1979
T.F. GLICK: *Islamic and Christian Spain in the early Middle Ages*, Princeton [N.J.], 1979.
- GLINSMAN 2004
L.D. GLINSMAN: *The application of X-ray fluorescence spectrometry to the study of museum objects*, tesi di dottorato presso la facoltà di Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica dell'Università di Amsterdam, 6 novembre 2004.
- GLOVER 1995
I. GLOVER, J. HENDERSON: *Early glass in South and South East Asia and China*, in "South East Asia & China: Art, Interaction & Commerce. Colloquies on Art & Archaeology in Asia No. 17", a cura di R. Scott e J. Guy, Percival David Foundation on Chinese Art (Londra, 6-8 giugno 1994), Londra, 1995, pp. 141-170.
- GMELIN 1778
J.F. GMELIN: *Des Ritters Carl von Linné ... vollständiges Natursystem des Mineralreichs*, vol. III, Norimberga, 1778.
- GMELIN 1799
J.F. GMELIN: *Geschichte der Chemie*, vol. III, Gottinga, 1799.
- GMELIN 1961
Kobalt, in *Gmelin Handbuch der anorganischen Chemie*, System-Nummer 58, parte A, Ergänzungsband, 8^a ed., Weinheim, 1961.
- GOBET 1779
N. GOBET: *Les anciens minéralogistes du Royaume de France*, Parigi, 1779.
- GOLAS 1999
P.J. GOLAS: *Mining*, in J. NEEDHAM, *Science and civilisation in China*, vol. V (*Chemistry and chemical technology*), parte XIII, Cambridge, 1999.
- GONZÁLEZ MARTÍ 1944
M. GONZÁLEZ MARTÍ: *Cerámica del levante español, siglos medievales*, Barcellona, 1944.
- GRAESSE 1874
J.G.T. GRAESSE: *Der Sagenschatz des Königreichs Sachsen*, vol. I, Dresda, 1874.

- GRAESSE 1997
J.G.T. GRAESSE, E. JAENNICKE: *Führer für Sammler von Porzellan und Fayence*, 28^a ed., Monaco, 1997.
- GRATUZE 1992
B. GRATUZE, I. SOULIER, J.N. BARRANDON, D. FOY: *De l'origine du cobalt dans les verres*, 'Revue d'Archéométrie: Bulletin de Liaison du Groupe des Méthodes Physiques et Chimiques de l'Archéologie', 16 (1992), pp. 97-108.
- GRATUZE 1995
B. GRATUZE, I. SOULIER, J.N. BARRANDON, D. FOY: *The origin of cobalt blue pigments in French glass from the thirteenth to eighteenth centuries*, in *Trade and discovery: the scientific study of artefacts from post-Medieval Europe and beyond*, a cura di D.R. Hook e D.R.M. Gaimster, 'Occasional Paper', n. 109, British Museum, 1995, pp. 123-133.
- GRATUZE 1996
B. GRATUZE, I. SOULIER, M. BLET, L. VALLAURI: *De l'origine du cobalt: du verre à la céramique*, 'Revue d'Archéométrie: Bulletin de Liaison du Groupe des Méthodes Physiques et Chimiques de l'Archéologie', 20 (1996), pp. 77-94.
- GRATUZE 1997
B. GRATUZE: *L'apport des analyses de verres archéologiques: études de cas*, 'Techné', 6 (1997), pp. 8-18.
- GRATUZE 2003
B. GRATUZE, C. MORETTI: *Lingotti e rotami di vetro destinati alla rifusione rinvenuti nelle navi naufragate in Mediterraneo (III sec. a.C. - III sec. d.C.)*, atti del II convegno "Il vetro in Italia meridionale ed insulare" [VII Giornate Nazionali di studio AIHV] (Napoli, 5-7 dicembre 2001), Napoli, 2003, pp. 401-413.
- GRATUZE 2005
B. GRATUZE, M. PICON: *Utilisation par l'industrie verrière des sels d'aluns des oasis égyptiennes au début du premier millénaire avant notre ère*, atti del convegno internazionale "L'alun de la Méditerranée", a cura di J.P. Brun, Istituto Francese di Napoli (Napoli-Lipari, 4-8 giugno 2003), Napoli, 2005, pp. 269-276.
- GREGORY 1988
P. GREGORY: *Témoins du plus grand service royal*, 'Connaissance des Arts', 435 (1988), pp. 56-65.
- GRIMM 1873
J. GRIMM, W. GRIMM: *Deutsches Wörterbuch*, vol. V, Lipsia, 1873.
- GRIMM 1878
J. GRIMM, W. GRIMM: *Deutsches Wörterbuch*, vol. IV, parte I, Lipsia, 1878.
- GRIMM 1889
J. GRIMM, W. GRIMM: *Deutsches Wörterbuch*, vol. VII, Lipsia, 1889.
- GRIMM 1901
J. GRIMM, W. GRIMM: *Deutsches Wörterbuch*, vol. XIII/1, Lipsia, 1901.
- GRODDECK 1884
A. VON GRODDECK: *Traité des gîtes métallifères*, Parigi, 1884.
- GRODECKI 1954
L. GRODECKI: *La couleur dans le vitrail du XII^e au XVI^e siècle*, atti del convegno "Problèmes de la couleur" del Centre de Recherches de Psychologie Comparative (Parigi, 18-20 maggio 1954), Parigi, 1957, pp. 183-206.
- GRODECKI 1976
L. GRODECKI: *Les vitraux de Saint-Denis*, Corpus Vitrearum Medii Aevi-France, Etudes I, Parigi, 1976.
- GRÜBER 1958
J.-J. GRÜBER: *Technique*, in AA.VV., *Le vitrail Français*, Parigi, 1958, pp. 55-70.
- GUIBERT 1850
A. GUIBERT: *Dictionnaire géographique et statistique*, Parigi, 1850.
- GUINEAU 1993
B. GUINEAU: *Du «bleu pâle» au «blanc azuré»*. *Aux origines de l'azurage optique*, 'Bulletin de la Société Nationale des Antiquaires de France', (1993), pp. 79-94.
- GUNTHER 1930
R.T. GUNTHER: *Early science in Oxford*, vol. VII (*The life and work of Robert Hooke*), parte II, Oxford, 1930.
- GURNEY 2004
J.D. GURNEY: *Houtum-Schindler, Sir Albert*, voce nell' *Encyclopaedia Iranica* (a cura di E. Yarshater), vol. XII, New York, 2004, pp. 540-543.
- HAACK CHRISTENSEN 2011
A. HAACK CHRISTENSEN: *The painting techniques of the Rosenberg Series 1618-1624 and painting materials supplied to the Danish court painters at the time of King Christian IV*, in *Studying old master paintings. Technology and practice*, atti di "The National Gallery Technical Bulletin 30th Anniversary Conference" (Londra, 16-18 settembre 2009), a cura di M. Spring, Londra, 2011, pp. 150-156.

- HAEVERNICK 1960
T.E. HAEVERNICK: *Die Glasarmringe und Ringperlen der Mittel- und Spätlatènezeit auf dem europäischen Festland*, Bonn, 1960.
- HAEVERNICK 1973
T.E. HAEVERNICK: *Zu einigen antiken Gläsern in Kirchenschätzen*, 'Trierer Zeitschrift für Geschichte und Kunst des Trierer Landes und seiner Nachbargebiete', 36 (1973), pp. 103-117.
- HAHN-WEINHEIMER 1956
P. HAHN-WEINHEIMER: *Spektrochemische und physikalische Untersuchungen an latènezeitlichen Glasfunden aus dem Oppidum von Manching (1955)*, all. a 'Sammelblatt des Historischen Vereins Ingolstadt', 65 (1956).
- HALLER 2005
U. HALLER: *Das Einnahmen- und Ausgabenbuch des Wolfgang Pronner*, Monaco, 2005.
- HALLER 2010
U. HALLER: 'Administrator of painting': the purchase and distribution book of Wolf Pronner (1586-1590) as a source for the history of painting materials, in KIRBY 2010, pp. 325-335.
- HALLETT 1999
J. HALLETT: *Trade and innovation: the rise of a pottery industry in Abbasid Basra*, tesi PhD non pubblicata, Oxford University, 1999.
- HALSE 1924
E. HALSE: *Cobalt ores*, Londra, 1924.
- HAMMER 2004
P. HAMMER: *Das Sächsische Blaufarbenwesen und der Handel mit Kobaltfarben - nach Unterlagen der Bücherei der Bergakademie Freiberg. (Source material in the University Library of Freiberg, Saxony)*, atti del VII convegno internazionale "Cultural Heritage in Geosciences, Mining and Metallurgy: Libraries-Archives-Museums" ("Museums and their collections", Leida, 19-23 maggio 2003), 'Scripta Geologica', Special Issue 4 (2004), pp. 108-117.
- HANDLUNGSZEITUNG 1784
'Handlungszeitung', vol. I, Gotha (1784).
- HANNEBERG 1994
A. HANNEBERG, H[ARR] SCHUSTER, H[EINRICH] SCHUSTER: *Geschichte des Bergbaus in Schwaz und Brixlegg*, 'Lapis', 19, nn. 7-8 (1994), pp. 13-21.
- HANNOVERISCHES MAGAZIN 1772
'Hannoverisches Magazin', 10, nn. 88 e 89 (1772).
- HARLEY 1970
R.D. HARLEY: *Artists' pigments c. 1600-1835. A study in English documentary sources*, Londra, 1970.
- HARRISON 1968
J.V. HARRISON: *Minerals*, in *The Cambridge history of Iran*, vol. I (*The Land of Iran*), a cura di W.B. Fisher, Cambridge, 1968, pp. 489-515.
- HARTMANN 1996
P.W. HARTMANN: *Kunstlexikon*, Vienna, 1996.
- HARTWIG 2001
J. HARTWIG: *De la fabrication et de l'utilisation du safre ou zaffera (cobalt) et du smalte, par les verriers du 16^e au 18^e siècle*, 'Verre', 7, n. 4 (2001), pp. 40-48.
- HAUSBRAND 1936
O. HAUSBRAND: *Beitrag zur Geschichte der Blaufarbenwerke*, 'Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Deutschen Reich', 84, n. 12 (1936), pp. 517-545.
- HAUSMANN 1807
J.F.L. HAUSMANN: *Norddeutsche Beiträge zur Berg- und Hüttenkunde*, vol. III, Braunschweig, 1807.
- HAUSMANN 1814
J.F.L. HAUSMANN: *Reise durch Skandinavien in den Jahren 1806 und 1807*, parte III, Gottinga, 1814.
- HAUSMANN 1818
J.F.L. HAUSMANN: *Reise durch Skandinavien in den Jahren 1806 und 1807*, parte V, Gottinga, 1818.
- HAWTHORNE 1974
J.G. HAWTHORNE, C.S. SMITH: *Mappae clavicula: a little key to the world of Medieval techniques*, 'Transactions of the American Philosophical Society', 64, n. 4 (1974).
- HEDFORD 1932
H. HEDFORD: *Compositiones ad tingenda Musiva*, Upsala, 1932.
- HEILFURTH 1937
G. HEILFURTH: *Neustädtel. Bilder von Werden und Wesen einer erzgebirgischen Bergstadt*, Schwarzenberg, 1937.
- HEILFURTH 1967
G. HEILFURTH: *Bergbau und Bergmann in der deutschsprachigen Sagenüberlieferung Mitteleuropas*, vol. I (Quellen), Marburg, 1967.
- HEILFURTH 1989
G. HEILFURTH: *Einzelzüge im geschichtlich-kulturellen Antlitz des Erzgebirges mit Ausblicken auf sein Umfeld*, Marburg, 1989.

- HEINSIUS 1741
J.S. HEINSIUS (editore): *Allgemeine Schatz-Kammer der Kauffmannschaft oder vollständiges Lexikon aller Handlungen und Gewerbe*, parte I, Lipsia, 1741.
- HEJDOVÁ 1981
D. HEJDOVÁ: *The glasshouse at Rejdice in northeastern Bohemia late sixteenth-early seventeenth centuries*, 'Journal of Glass Studies', 23 (1981), pp. 18-33.
- HELLOT 1740
J. HELLOT: *Sur l'encre sympathique, ou teinture extraite des mines de bismuth, d'azur & d'arsenic*, in *Mémoires de mathématique et de physique présentés à l'Académie Royale des Sciences, par divers sçavants, et lûs dans ses assemblées [Mémoires de mathématique et physique, tirés des registres de l'Académie Royale des Sciences, de l'année 1737]*, Parigi, 1740, pp. 228-247.
- HELMSTEDT 1600
Reformation unnd Ordnung ... Apoteken Taxa, Helmstedt, 1600.
- HENCKEL 1756
J.F. HENCKEL: *Introduction à la minéralogie*, Parigi, 1756.
- HENDERSON 1985
J. HENDERSON: *The raw materials of early glass production*, 'Oxford Journal of Archaeology', 4, n. 3 (1985), pp. 267-291.
- HENDERSON 1998
J. HENDERSON: *Blue and other coloured translucent glass decorated with enamels: possible evidence for trade in cobalt-blue colourants*, in WARD 1998, pp. 116-121.
- HENDERSON 2000
J. HENDERSON: *The science and archaeology of materials*, Londra, 2000.
- HENDERSON 2003
J. HENDERSON: *Localized production or trade? Advances in the study of cobalt blue in Islamic glasses in the Levant and Europe, in Patterns and process. A Festschrift in honor of Dr. Edward V. Sayre*, a cura di L. van Zelst, Suitland, 2003, pp. 227-245.
- HENDERSON 2004
J. HENDERSON, S.D. McLOUGHLIN, D.S. McPHAIL: *Radical changes in Islamic glass technology: evidence for conservatism and experimentation with new glass recipes from early and middle Islamic Raqqa, Syria*, 'Archaeometry', 46 (2004), pp. 439-468.
- HENDERSON 2006
J. HENDERSON, M. ROE: *II. Technologies in transition: Torcello glass tesserae, primary glass production and glass trade in the Medieval Mediterranean*, 'Arte Medievale', 2006/2 (2006), pp. 120-139.
- HENDERSON 2013
J. HENDERSON: *Ancient glass. An interdisciplinary exploration*, Cambridge, 2013.
- HENDRIE 1847
R. HENDRIE: *An essay upon various arts, in three books, by Theophilus, called also Rugerus, priest and monk, forming an encyclopaedia of christian art of the eleventh century*, Londra, 1847.
- HERMENS 1995
E. HERMENS: *A Seventeenth-Century Treatise on Miniature Painting and Its Author(s)*, preprints del convegno "Historical Painting Techniques, Materials, and Studio Practise", Leida 26-29 settembre 1995, pp. 48-57.
- HETTEŠ 1958
K. HETTEŠ: *La verrerie en Tchécoslovaquie*, Praga, 1958.
- HETTEŠ 1963
K. HETTEŠ: *Venetian trends in Bohemian glassmaking in the sixteenth and seventeenth centuries*, 'Journal of Glass Studies', 5 (1963), pp. 39-53.
- HEYDENREICH 2007
G. HEYDENREICH: *Lucas Cranach the elder. Painting materials, techniques and workshop practice*, Amsterdam, 2007.
- HILDT 1784
J.A. HILDT: *Handlungszeitung, oder Wöchentliche Nachrichten von Handel, Manufakturwesen und Oekonomie*, 1, n. 34 (28 agosto 1784), Gotha, 1784.
- HILDT 1803
J.A. HILDT: *Magazin der Handels- und Gewerbskunde*, 1, n. 1, Weimar, 1803.
- HILDYARD 1990
R. HILDYARD: *A group of dated Southwark delftware*, 'The Burlington Magazine', 132, n. 1046 (1990), pp. 354-355.
- HILLEBRAND 1967
W. HILLEBRAND: *Von den Anfängen des Erzbergbaues am Rammelsberg bei Goslar*, 'Niedersächsisches Jahrbuch für Landesgeschichte', XXXIX (1967), pp. 103-114.
- HINGENAU 1855
O. VON HINGENAU: *Alter Bergbau zu Abertham*, 'Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen', 3, n. 7 (1855), pp. 53-54.

HIRTH 1887

F. HIRTH: *Ancient Chinese porcelain: a study in Chinese Mediaeval industry and trade*, 'Journal of the China Branch of the Royal Asiatic Society', n.s., XXII, nn. 3-4 (1887), pp. 129-202.

HIRTH 1890

F. HIRTH: *Chinesische Studien*, Monaco, 1890.

HOFENK DE GRAAFF 2004

J.H. HOFENK DE GRAAFF: *The colourful past*, Riggisberg e Londra, 2004.

HOFFMANN 1834

V. HOFFMANN: *Deutschland und seine Bewohner*, vol. I, Stoccarda, 1834.

HOLBACH 1752

P.H. THIRY D'HOLBACH: *Art de la verrerie, de Neri, Merret et Kunckel, auquel on a ajouté Le Sol Sine Veste D'Orschall; l'Helioscopium, videndi sine veste solem Chymicum; Le Sol Non Sine Veste; Le Chapitre XI. du Flora Saturnizans de Henckel, Sur la Vittrification des Végétaux; Un Mémoire sur la maniere de faire le Saffre; le Secret des vraies Porcelaines de la Chine & de Saxe*, Parigi, 1752.

HOMMEL 1912

W. HOMMEL: *Zur Geschichte des Zinks, Ursprung des Namens Zink. Erkennung des Zinks als Metall*, 'Chemiker-Zeitung', XXXVI, n. 95 (1912), pp. 905-906 e XXXVI, n. 97 (1912), pp. 918-920.

HONNORAT 1847

S.J. HONNORAT: *Dictionnaire provençal-français ou dictionnaire de la langue d'oc ancienne et moderne, suivi d'un vocabulaire français-provençal*, vol. III, Digne, 1847.

HORSCHIK 1978

J. HORSCHIK: *Steinzeug 15. bis 19. Jahrhundert. Von Bürgel bis Muskau*, Dresda, 1978.

HORSCHIK 1979

J. HORSCHIK: *Beiträge zur Geschichte der Kobaltfarbe und ihrer Verwendung in der Keramik*, 'Keramos', 85 (1979), pp. 119-142.

HOUTUM-SCHINDLER 1896

A. HOUTUM-SCHINDLER: *Eastern Persian Irak*, Royal Geographical Society, Londra, 1896.

HOYLE 2011

R. HOYLE: *The Masters of Requests and the small change of Jacobean patronage*, 'English Historical Review', CXXVI, n. 520 (2011), pp. 544-581.

HRABÁNEK 2007

J. HRABÁNEK: *Die Geschichte des Bergbaus im böhmischen Erzgebirge*, 'Rundbrief Agricola-Forschungszentrum Chemnitz', (2007), pp. 5-42.

HUET 1717

P.D. HUET: *Mémoires sur le commerce des Hollandois, dans tous les états et empires du monde. Où l'on montre quelle est leur manière de le faire, son origine, leur grand progrès, leurs possessions & gouvernement dans les Indes*, Amsterdam, 1717.

HUGHES 1954

G.B. HUGHES: *The development of cobalt blue*, 'Country Life', CXV, June 3, 1954, pp. 1824-1828.

HUNTER 1947

D. HUNTER: *Papermaking. The history and technique of an ancient craft*, 2^a ed., New York, 1947 [anast. New York, 1978].

IGME 1964

Instituto Geológico y Minero de España: *El cobalto en España*, Madrid, 1964 (dattiloscritto).

IMPERATO 1599

F. IMPERATO: *Dell'istoria naturale di Ferrante Imperato napolitano. Libri XXVIII, Nella quale ordinatamente si tratta della diversa condition di miniere, e pietre. Con alcune historie di piante, et animali sin'hora non date in luce*, Napoli, 1599.

IMPEY 2004

O. IMPEY: *The origins of blue and white in Japan*, 'Transactions of the Oriental Ceramic Society', 2002-2003, 67 (2004), pp. 79-84.

ISIDORO 2004

ISIDORO DI SIVIGLIA: *Etimologie o origini*, a cura di A. Valastro Canale, 2 voll., Torino, 2004.

JAENNICKE 1879

F. JAENNICKE: *Grundriss der Keramik*, Stoccarda, 1879.

JAKOB 1968

S. JAKOB: *Chemische Vor-und Frühindustrie in Franken*, 'Technikgeschichte in Einzeldarstellungen', 9, Düsseldorf, 1968.

JANTZEN 1951

H.F. JANTZEN: *Twee honderd vijftig jaren blauwsel*, Westzaan, 1951.

JARS 1780

G. JARS: *Voyages métallurgiques*, vol. II, Parigi, 1780.

JASSIM 2006

S.Z. JASSIM, J.C. GOFF: *Geology of Iraq*, Praga e Brno, 2006.

- JAUBERT 1801
P. JAUBERT: *Dictionnaire raisonné universel des arts et métiers, contenant l'histoire, la description, la police des fabriques et manufactures de France & des Pays étrangers. Ouvrage utile à tous les citoyens*, tomo I, Lione, 1801.
- JENYNS 1965
R.S. JENYNS: *Japanese porcelain*, Londra, 1965.
- JERVIS 1873
G. JERVIS: *I tesori sotterranei dell'Italia*, parte I, *Regione delle Alpi*, Roma, Torino e Firenze, 1873.
- JOANNE 1862
A.L. JOANNE: *Itinéraire général de la France*, vol. III, *Les Pyrénées et le réseau des chemins de fer du Midi et des Pyrénées*, Parigi, 1862.
- JOHANNSEN 1941
O. JOHANNSEN: *Peder Månssons Schriften über technische Chemie und Hüttenwesen. Eine Quelle zur Geschichte der Technik des Mittelalters*, Berlino, 1941.
- JOHNSON 1938
R.P. JOHNSON: *The manuscripts of the Schedula of Theophilus Presbyter*, 'Speculum', XIII (1938), pp. 86-103.
- JOKÉLY 1856
J. JOKÉLY: *Zur Kenntnis der geologischen Beschaffenheit des Egerer Kreises in Böhmen*, 'Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt', VII, n. 3 (1856), pp. 479-534.
- JOPE 1956
E.M. JOPE: *Ceramics: Medieval*, in *A history of technology*, a cura di C. Singer, E.J. Holmyard, A.R. Hall e T.I. Williams, vol. II (*The Mediterranean civilizations and the Middle Ages c. 700 B.C. to c. A.D. 1500*), Oxford, 1956, pp. 284-310.
- JORDAN 1803
J.L. JORDAN: *Mineralogische berg- und hüttenmännische Reisebemerkungen vorzüglich in Hessen, Thüringen, am Rheine...*, Gottinga, 1803.
- JOURNAL DES MINES 1794
Apperçu de l'extraction et du commerce des substances minérales en France avant la Révolution, 'Journal des mines', 1, n. 1 (1794), pp. 55-92.
- JOURNAL DES MINES 1798-99
Extrait d'un Mémoire de M. Robilant sur la minéralogie du Piémont, considérée principalement sous le point de vue économique; où l'on trouve l'indication des mines et carrières de ce pays, 'Journal des mines', 9, n. 50 (1798-99), pp. 81-164.
- JOURNAL DES MINES 1801-02
Vues économiques sur la culture des produits du règne minéral en Piémont, 'Journal des mines', 11, n. 61 (1801-02), pp. 3-34.
- JULIEN 1856
S. JULIEN, A. SALVETAT, J.J. HOFFMANN: *Histoire et fabrication de la porcelaine chinoise*, Parigi, 1856.
- JUSTI 1760
J.H.G. VON JUSTI: *Gesammlete chymische Schriften, worinnen das Wesen der Metalle und die wichtigsten chymischen Arbeiten von dem Nahrungsstand und das Bergwesen, ausführlich abbehandelt werden*, vol. I, Berlino e Lipsia, 1760.
- KACZMARCZYK 1983
A. KACZMARCZYK, R.E.M. HEDGES: *Ancient Egyptian faience*, Warmister, 1983.
- KACZMARCZYK 1986
A. KACZMARCZYK: *The sources of cobalt in ancient Egyptian pigments*, atti del 24th International Archaeometry Symposium (Washington, 14-18 maggio 1984), Washington, 1986, pp. 369-376.
- KAHLE-BONN 1936
P. KAHLE-BONN: *Bergkristall, Glas und Glasflüsse nach dem Steinbuch von el-Bérūnī*, 'Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft', 90 (1936), pp. 322-356.
- KALENDER 1829
Kalender für den Sächsischen Berg- und Hüttenmann auf das Jahr 1829, Freiberg, 1829.
- KALTWASSER 1993
S. KALTWASSER: *Ur- und Frühgeschichte des Sulzburger Raumes*, in AA.VV. 1993, pp. 73-117.
- KAPFF 1792
J.G.F. KAPFF: *Beyträge zur Geschichte des Kobolts, Koboltbergbaues und der Blaufarbenwerke*, Breslau, 1792.
- KATZER 1892
F. KATZER: *Geologie von Böhmen*, Praga, 1892.
- KAZUYA YAMAUCHI 2006
KAZUYA YAMAUCHI, YOKO TANIGUCHI, TOMOKO UNO (a cura di): *Mural paintings of the Silk Road. Cultural exchanges between East and West*, atti del "29th Annual International Symposium on the Conservation and Restoration of Cultural Property" (Tokio, 24-26 gennaio 2006), Londra, 2007.

- KEBLOW BERNSTED 2003
A.-M. KEBLOW BERNSTED: *Early Islamic pottery. Materials and techniques*, Londra, 2003.
- KEESS 1824
S. von KEESS: *Darstellung des Fabriks- und Gewerbewesen*, parte II, vol. I, Vienna, 1824.
- KELLENBENZ 1974
H. KELLENBENZ: *Das Meder'sche Handelsbuch und die Welser'schen Nachträge*, Wiesbaden, 1974.
- KELLER 1858
A. VON KELLER: *Der Trojanische Krieg von Konrad von Würzburg nach den Vorarbeiten K. Frommanns und F. Roths*, Stoccarda, 1858.
- KERN 2015
U. KERN: *The Art of Conservation I: Theodore de Mayerne, the King's black paintings and seventeenth-century methods of restoring and conserving paintings*, 'The Burlington Magazine', 157, n. 1351 (2015), pp. 700-708.
- KERR 1986
R. KERR: *Chinese ceramics. Porcelain of the Qing Dynasty 1644-1911*, Londra, 1986.
- KERR 2004
R. KERR, N. WOOD (con contributi di Ts'ai Mei-Fen e Zhang Fukang): *Ceramic technology* [parte XII del vol. V (*Chemistry and chemical technology*) di J. Needham: *Science and civilisation in China*], Cambridge, 2004.
- KINGERY 1990
W.D. KINGERY, M. ARONSON: *The glazes of Luca della Robbia*, 'Faenza. Bollettino del Museo Internazionale delle Ceramiche di Faenza', LXXVI, n. 5 (1990), pp. 221-224.
- KIRBY 1999
J. KIRBY: *The painter's trade in seventeenth century: theory and practice*, 'National Gallery Technical Bulletin', 20 (1999), pp. 5-49.
- KIRBY 2010
J. KIRBY, S. NASH, J. CANNON (a cura di): *Trade in artists' materials. Markets and commerce in Europe to 1700*, atti del convegno (Londra, 11-12 febbraio 2005), Londra, 2010.
- KIRBY 2010a
J. KIRBY: *Trade in painter's materials in sixteenth-century London*, in KIRBY 2010, pp. 339-365.
- KIRCHER 1645
A. KIRCHER: *Ars magna lucis et umbrae*, Roma, 1645.
- KIRSCHKE 2005
A. KIRSCHKE: *Zisterzienser, Glasmacher und Drechsler. Glashütten in Erzgebirge und Vogtland und ihr Einfluss auf die Seiffener Holzkunst*, 'Cottbuser Studien', vol. XXVII, Münster, 2005.
- KLAPPAUF 1990
L. KLAPPAUF, F.A. LINKE, W. BROCKNER, G. HEIMBRUCH, S. KOERFER: *Early mining and smelting in the Harz region*, atti del convegno "Archaeometry 90", a cura di E. Pernicka e G.A. Wagner (Heidelberg, 2-6 aprile 1990), Basilea, 1991, pp. 77-86.
- KLEINMANN 1990
B. KLEINMANN: *Cobalt pigments in the early Islamic blue glazes and the reconstruction of the way of their manufacture*, atti del convegno "Archaeometry 90" (Heidelberg, 2-6 aprile 1990), a cura di E. Pernicka e G.A. Wagner, Basilea, 1991, pp. 327-336.
- KLOTZSCH 1764
J.F. KLOTZSCH: *Ursprung der Bergwercke in Sachsen aus der Geschichte mittlerer Zeiten untersucht*, vol. IV, Chemnitz, 1764.
- KLOTZSCH 1770
J.F. KLOTZSCH: *Sammlung vermischter Nachrichten zur Sächsischen Geschichte*, vol. IV, Chemnitz, 1770.
- KOEZUKA 2003
T. KOEZUKA, K. YAMASAKI: *Scientific study on the glass beads found in the Yayoi period of Japan*, in *Scientific research in the field of Asian art*, atti del "I Forbes Symposium at the Freer Gallery of Art", a cura di P. Jett, J.G. Douglas, B. McCarthy e J.W. Winter (Washington, settembre 2001), Londra, 2003, pp. 183-191.
- KÖHLER 1788
A.W. KÖHLER: *Preis-Courante von aufrichtigen sächsischen blauen Farbe*, 'Bergmännisches Journal', ann. I, vol. II, n. 8 (novembre 1788), Freiberg, pp. 782-783.
- KÖHLER 1789
A.W. KÖHLER: *Nachricht von dem Kobeltbergbau und dem Blaufarbenwercke zu Querbach in Schlesien*, 'Bergmännisches Journal', ann. II, vol. II, n. 9 (settembre 1789), Freiberg, pp. 783-824.
- KÖHLER 1791
A.W. KÖHLER: *Blaufarbe*, 'Bergmännisches Journal', ann. IV, vol. II, n. 8 (agosto 1791), Freiberg e Annaberg, pp. 80-83.

- KÖRNER 1760
G. KÖRNER: *Alte und neue Nachrichten von dem Bergflecken Bockau bey Schneeberg, im meissnischen Obererzgebirge*, Schneeberg, 1760.
- KRAMARCZYK 2005
A. KRAMARCZYK (a cura di): *Das Feuer der Renaissance*, catalogo dell'esposizione (Chemnitz, Schlossbergmuseum, 19 novembre 2005 - 26 marzo 2006), Chemnitz, 2005.
- KRIEG 1726
D. KRIEG: *Part of a letter from Dr David Krieg, F.R.S. to the publisher, concerning cobalt, and the preparations of smalt and arsenic*, 'Philosophical transactions', vol. XXIV, n. 293 (1726 [ann. 1704-5]), pp. 1754-1756.
- KRISCHEL 2002
R. KRISCHEL: *Zur Geschichte des venezianischen Pigmenthandel. Das Sortiment des Jacobus de Benedictis à coloribus*, 'Wallraf-Richartz-Jahrbuch', LXIII (2002), pp. 93-158.
- KRISTOL 1978
A.M. KRISTOL: *Color. Les langues romanes devant le phénomène de la couleur*, Berna, 1978, pp. 219-269.
- KRÖGER 1995
J. KRÖGER: *Nishapur. Glass of the Early Islamic Period*, New York, 1995.
- KRÜNITZ 1775
J.G. KRÜNITZ: *Ökonomische Encyclopädie, oder allgemeines System der Land- Haus- und Staats-Wirtschaft, in alphabetischer Ordnung*, vol. V, Berlino, 1775.
- KRÜNITZ 1788
J.G. KRÜNITZ: *Ökonomisch-technologische Encyclopädie, oder Allgemeines System der Land- Haus- und Staats-Wirtschaft, in alphabetischer Ordnung*, vol. XLII, Berlino, 1788.
- KRÜNITZ 1799
J.G. KRÜNITZ: *Ökonomisch-technologische Encyclopädie, oder Allgemeines System der Land- Haus- und Staats-Wirtschaft, in alphabetischer Ordnung*, vol. LXXVI, Berlino, 1799.
- KRÜNITZ 1807
J.G. KRÜNITZ: *Ökonomisch-technologische Encyclopädie, oder Allgemeines System der Land- Haus- und Staats-Wirtschaft, in alphabetischer Ordnung*, vol. CVI, Berlino, 1807.
- KRÜNITZ 1826
J.G. KRÜNITZ: *Ökonomisch-technologische Encyclopädie, oder Allgemeines System der Staats-, Stadt-, Haus- und Landwirthschaft in der Kunstgeschichte, in alphabetischer Ordnung*, vol. CXLII, Berlino, 1826.
- KUHN 1955
W. KUHN: *Geschichte der Deutschen Ostsiedlung in der Neuzeit*, vol. I (*Das 15. bis 19. Jahrhundert*; Allgemeiner Teil/ parte generale), Colonia e Graz, 1955.
- KÜHNERT 1932
H. KÜHNERT: *Alte Glashüttengeschlechter im Sächsischen Erzgebirge*, 'Die Glashütte - Das Emailierwerk', 62, n. 12 (1932), pp. 198-199.
- KÜHNERT 1938a
H. KÜHNERT: *Neue Forschungen aus der reichs- grenzdeutschen Glashüttengeschichte. I*, 'Glastechnische Berichte', 16, n. 2 (1938), pp. 61-66.
- KÜHNERT 1938b
H. KÜHNERT: *Neuere Forschungen aus der reichs- grenzdeutschen Glashüttengeschichte. II*, 'Glastechnische Berichte', 16, n. 3 (1938), pp. 91-100.
- KUNCKEL 1679
J. KUNCKEL: *Ars vitraria experimentalis*, Francoforte e Lipsia, 1679.
- KUNCKEL 1707
J. K[UNCKEL]: *Wieder neu aufgerichtete und vergrösserte in Zwey Theilen angewiesene Curieuse Kunst- und Werck-Schul*, Norimberga, 1707.
- LA LANDE 1761
J.J. DE LA LANDE: *L'art de faire le papier*, in *Descriptions des arts et métiers* (Académie Royale des Sciences), vol. IV, Parigi, 1761.
- LABORDE 1877
L. DE LABORDE: *Les comptes des bâtimens du roi (1528-1571)*, vol. I, Parigi, 1877.
- LACHMANN 1891
K. LACHMANN: *Wolfram von Eschenbach*, 5^a ed., Berlino, 1891.
- LADAME 1945
G. LADAME: *Les ressources métallifères de l'Iran*, 'Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen/Bulletin Suisse de Minéralogie et Pétrographie', XXV (1945), pp. 167-303.
- LAMAZE 2007
L. LAMAZE: *La restauration des estampes rehaussées de Giovanni Volpato du musée de Tours*, in *Giovanni Volpato, les loges de Raphael et la Galerie du Palais Farnèse*, catalogo dell'esposizione (Tours, Musée des Beaux-Arts, 27 gennaio - 30 aprile 2007), Cinisello Balsamo, 2007, pp. 107-111.

- LANE 1957
A. LANE: *Later Islamic pottery. Persia, Syria, Egypt, Turkey*, Londra, 1957.
- LARSON 1988
J.H. LARSON: *The treatment and examination of polychrome Chinese sculpture at the Victoria and Albert Museum*, preprints, IIC Congress "The conservation of Far Eastern art" (Kyoto, 19-23 settembre 1988), a cura di J.S. Mills, P. Smith e K. Yamasaki, Londra, 1988, pp. 120-125.
- LAVIN 1970
M.A. LAVIN: *A seventeenth-century painter's supplies: document of payment to Andrea Camassei*, 'The Art Bulletin', 52, n. 2 (1970), pp. 192-194.
- LAZZARINI 1982
L. LAZZARINI: *The discovery of Egyptian blue in a Roman fresco of the Medieval period (ninth century A.D.)*, 'Studies in Conservation', 27 (1982), pp. 84-86.
- LE CLERC 1701
N. LE CLERC: *Catalogue particulier des drogues*, Parigi, 1701.
- LE MOINE DE L'ESPINE 1710
J. LE MOINE DE L'ESPINE: *Le négoce d'Amsterdam, ou traité de sa banque, de ses changes, des Compagnies Orientales & Occidentales, des marchandises qu'on tire de cette ville, & qu'on y porte de toutes les parties du monde, des poids, des mesures, des aunages, & du tarif*, Amsterdam, 1710.
- LE VIEIL 1774
P. LE VIEIL: *L'art de la peinture sur verre et de la vitrerie*, Parigi, 1774.
- LEE 1999
N. LEE, S. QUIRKE: *Painting materials, in Ancient Egyptian materials and technology*, a cura di P.T. Nicholson e I. Shaw, Cambridge e New York, 1999, pp. 104-120.
- LEHMANN 1759
J.G. LEHMANN: *Essai d'une histoire naturelle des couches de la terre*, vol. III, Parigi, 1759.
- LEHMANN 1761
J.G. LEHMANN: *Cadmiologia, oder Geschichte des Farben-Kobolds*, parte I, Königsberg, 1761.
- LEHMANN 1764
C.G. LEHMANN: *Nachricht von Wahlen, wer sie gewesen, wo sie Gold-Erz aufgesucht, und gefunden, wie sie solches geschmelzt und zu gut gemacht, auch wie sie aus Erzen und Kräutern Gold gebracht, aus alten Schriften und Nachrichten gezogen, und denen Liebhabern des Bergwerks und Schmelz-Wesens, auch Chymicis eröffnet, von C.G.L. C.F.*, Francoforte e Lipsia, 1764.
- LEHMANN 1766
J.G. LEHMANN: *Cadmiologia, oder Geschichte des Farben-Kobolds*, parte II, Königsberg e Lipsia, 1766.
- LÉMERY 1716
N. LÉMERY: *Dictionnaire ou traité universel des drogues simples*, Amsterdam, 1716.
- LEMPE 1791
J.F. LEMPE: *Ein Beytrag zur deutschen Bergwerksgeschichte und Bergbaukunst*, 'Magazin für die Bergbaukunde', 8 (1791), pp. 153-194.
- LENOIR 1856
A. LENOIR: *Traité historique de la peinture sur verre*, vol. I, Parigi, 1856.
- LEONHARD 1816
K.C. VON LEONHARD: *Taschenbuch für die gesammte Mineralogie*, 10, Francoforte, 1816.
- LEONHARDI 1804
F.G. LEONHARDI: *Erdbeschreibung der churfürstlich- und herzoglich-sächsischen Landen*, Lipsia, 1804.
- LI BAOPING 2008
LI BAOPING: *The origins of blue and white: research progress, latest finds and their significance*, 'The Oriental Ceramic Society Newsletter', maggio 2008, n. 16 (2008), pp. 9-12.
- LI GUOZHEN 1986
LI GUOZHEN, CHEN NAIHONG, QIU FENGJUAN, ZHANG FENQIN: *A study of Tang sancai*, in SHANGHAI 1982, pp. 77-81.
- LI HE 1996
LI HE: *Chinese ceramics: the new standard guide*, Londra, 1996.
- LI ZHIYAN 1986
LI ZHIYAN, ZHANG FUKANG: *On the technical aspects of Tang sancai*, in SHANGHAI 1982, pp. 69-76.
- LIBAVIUS 1606
A. LIBAVIUS: *Commentariorum alchymiae*, Francoforte, 1606.
- LIBAVIUS 1611
A. LIBAVIUS: *Syntagma selectorum undiquae et perspicue traditorum alchymiae arcanorum*, Francoforte, 1611.
- LIECHTENSTERN 1817
J.M. von LIECHTENSTERN: *Handbuch der neuesten Geographie des Oesterreichischen Kaiserstaates*, parte II, Vienna, 1817.
- LISSMANN 1992
W. LISSMANN: *Historischer Bergbau im Harz*, Colonia, 1992.

- LISSMANN 1994
W. LISSMANN: *Vom Kobalterz zum Königsblau. Zur Geschichte des Skuteruder Kobaltbergbaus und des Modumer Blaufarbenwerkes in Südnorwegen*, 'Emser Hefte', 15, n. 4 (1994), pp. 2-64.
- LIGHTBOWN 1969
R. LIGHTBOWN: *Les origines de la peinture en émail sur or: un traité inconnu et des faits nouveaux*, 'Revue de l'Art', 5 (1969), pp. 46-53.
- LILYQUIST 1993
C. LILYQUIST, R.H. BRILL: *Studies in ancient Egyptian glass*, Metropolitan Museum of Art, New York, 1993.
- LIMMER 1836
K.A. LIMMER: *Bibliothek der Sächsischen Geschichte*, Ronneburg, 1836.
- LINK 1728
J.H. LINK: *Brevis commentatio de cobalto*, 'Philosophical Transactions', vol. XXXIV, n. 396 (1728 [ann. 1726]), pp. 192-203.
- LIONE 1786
Recueil alphabétique des droits de traites uniformes, de ceux d'entrée et de sortie des cinq grosses fermes, vol. I, Lione, 1786.
- LIPPMANN 1930
E.O. VON LIPPMANN: *Die Geschichte des Wismuts zwischen 1400 und 1800. Ein Beitrag zur Geschichte der Technologie und der Kultur*, Berlino, 1930.
- LIPSIA 1755
Verzeichniss eines Naturalien Cabinets, Lipsia, 1755.
- LIU XINYUAN 1989
LIU XINYUAN: *Imperial porcelain of the Yongle and Xuande periods excavated from the site of the Ming imperial factory at Jingdezhen, Hong Kong Museum of Art, Hong Kong, 1989 [in cinese]*.
- LLUSAR 2001
M. LLUSAR, A. FORÉS, J.A. BADENES, J. CALBO, M.A. TENA, G. MONRÓS: *Colour analysis of some cobalt-based blue pigments*, 'Journal of the European Ceramic Society', 21 (2001), pp. 1121-1130.
- LMA 1991
AA.VV.: *Lexikon des Mittelalters*, vol. V, Monaco e Zurigo, 1991.
- LÖHNEYSS 1617
G.E. VON LÖHNEYSS: *Ausführlicher Bericht vom Bergwerk*, Clausthal, 1617.
- LÖHNEYSS 1690
G.E. VON LÖHNEYSS: *Gründlicher und Ausführlicher Bericht von Bergwerken*, Stoccolma e Amburgo, 1690.
- LOMAZZO 1584
G.P. LOMAZZO: *Trattato dell'arte de la pittura*, Milano, 1584.
- LOMONOSOW 1961
M.V. LOMONOSOW: *Ausgewählte Schriften, Naturwissenschaften*, vol. I, Berlino, 1961.
- LONDON MAGAZINE 1755
'The London Magazine or Gentleman's Monthly Intelligencer', vol. XXIV (1755).
- LÓPEZ ELUM 1984
P.J. LÓPEZ ELUM: *Los orígenes de la cerámica de Manises y de Paterna (1285-1335)*, Valencia, 1984.
- LUCAS 1948
A. LUCAS: *Ancient Egyptian materials and industries*, 3ª ed., Timperley, 1948.
- LUDOVICI 1752
C.G. LUDOVICI: *Eröffnete Akademie der Kaufleute, oder vollständiges Kaufmanns-Lexicon*, vol. I, Lipsia, 1752.
- LUDOVICI 1797
C.G. LUDOVICI: *Neu eröffnete Academie der Kaufleute*, vol. I, Lipsia, 1797.
- LUO ZONGZHEN 1986
LUO ZONGZHEN, ZHANG ZHIGANG, GUO YANYI, CHEN YAOCHEG: *Significance of the Tang blue-and-white porcelain unearthed from the ruins of an ancient city in Yangzhou*, in SHANGHAI 1982, pp. 117-121.
- MACZEK 1952
M. MACZEK, E. PREUSCHEN, R. PITTIONI: *Beiträge zum Problem des Ursprunges der Kupfererzverwertung in der Alten Welt*, 'Archaeologia Austriaca', 10 (1952), pp. 61-70 e 12 (1952), pp. 67-82.
- MAGURN 1942
B.W. MAGURN: *Daiitoku Myō-ō, a Japanese Buddhist deity*, 'Bulletin of the Fogg Museum of Art', 10 (1942), pp. 14-23.
- MALACARNE 1851
I. MALACARNE: *Manuale dell'arte di scavare le miniere e di metallurgia, ad uso degli studenti tecnici*, Milano, 1851.
- MALLET 1881
F.R. MALLET: *On cobaltite and danaite from the Khetri mines, Rájputána, with some remarks on jaipurite (syepoorite)*, 'Records of the Geological Survey of India', 14 (1881), pp. 190-196.
- MALLET 1973
J.V.G. MALLET: *Nicholas Crisp founding member of the Society of Arts (part II)*, 'Journal of the Royal Society of Arts', 121, n. 5198 (1973), pp. 92-96.
- MALVASIA 1678
C.C. MALVASIA: *Felsina pittrice*, vol. I, Bologna, 1678.

- MANCINI 1996
M. MANCINI: *I colori della bottega. Sui commerci di Tiziano e Orazio Vecellio con la corte di Spagna, 'Venezia Cinquecento'*, 11 (1996), pp. 163-179.
- MARKL 2005
G. MARKL: *Bergbau und Mineralien-handel im fürstenbergischen Kinzigtal*, Filderstadt, 2005.
- MARMI 2003
D. MARMI: *Segreti di Fornace*, a cura di F. Berti, Montelupo Fiorentino, 2003.
- MARTINEK 1994
K.-P. MARTINEK: *Der Schatz im Silberberg, 'Lapis'*, 19, nn. 7-8 (1974), pp. 70-73.
- MARX 1687
J.J. MARX: *Teutsche Material-Kammer*, Norimberga, 1687.
- MATHESIUS 1562
J. MATHESIUS: *Sarepta, oder Bergpostill*, Norimberga, 1562.
- MATOÏAN 2000
V. MATOÏAN: *Données nouvelles sur le verre en Syrie au II^e millénaire av. J.-C.: le cas de Ras Shamra-Ougarit*, in *La route du verre. Ateliers primaires et secondaires du second millénaire av. J.-C. au Moyen Âge*, atti della tavola rotonda (Lione, 24 ottobre 1997), Travaux de la Maison de l'Orient Méditerranéen, n. 33, Lione, 2000, pp. 23-47.
- MATTHEW 2002
L.C. MATTHEW: *'Vendecolori a Venezia': the reconstruction of a profession*, 'The Burlington Magazine', 94, n. 1196 (2002), pp. 680-686.
- MATTHEW 2010
L.C. MATTHEW: *'Memoria de colori che bisognino torre a vinetia': Venice as a centre for the purchase of painters' colours*, in KIRBY 2010, pp. 245-252.
- MAYER 1820
R.L. MAYER: *Die Schmalte-Fabrikazion und das Safflormachen aus Kobold*, Francoforte, 1820.
- MAYR 1984
K. MAYR: *Wismutmalerei, 'Restauratorenblätter' (Akademie der bildenden Künste in Wien)*, 7 (1984), pp. 153-172.
- MAZZUCATO 2001
O. MAZZUCATO: *Le tessere musive in ceramica*, in *La cattedrale di Ravello*, a cura di R. Martines, Viterbo, 2001, pp. 67-76.
- MCCANN 1979
M. MCCANN: *Artist beware. The hazards and precautions in working with art and craft materials*, New York, 1979.
- MEDER 1558
L. MEDER: *Handel Buch. Darin angezeigt wird, welcher gestalt inn den fürnembsten Hendelstetten Europe allerley wahren anfencklich kaufft, dieselbig wider mit nutz verkaufft, wie die Wechsel gemacht, Pfund, Ellen unnd Müntz uberal verglichen, und zu welcher zeit die Merckten gewönlich gehalten warden*, Norimberga, 1558.
- MEDLEY 1974
M. MEDLEY: *Yüan porcelain and stoneware*, Londra, 1974.
- MEDLEY 1980
M. MEDLEY: *The Chinese potter*, 2^a ed., Oxford, 1980.
- MEISSEN 1687
Apotheker-Ordnung und Taxa, Meissen, 1687.
- MELLOR 1937
J.W. MELLOR: *Cobalt and nickel colours*, 'Transactions of the British Ceramic Society', 36 (1937), pp. 1-9 e 264-265.
- MELLOR 1952
J.W. MELLOR: *Mellor's modern inorganic chemistry* (ed. rivista a cura di G.D. Parkes), Londra, New York e Toronto, 1952.
- MELTZER 1680
C. MELTZER: *Glück Auff! De Hermundurorum metallurgia argentaria/Vom Ertzgebürgischen Silber-Bergwerk*, Lipsia, 1680.
- MELTZER 1684
C. MELTZER: *Bergkläufftige Beschreibung der Bergck-Stadt Schneeberg*, Schneeberg, 1684.
- MELTZER 1716
C. MELTZER: *Historia schneebergensis renovata*, Schneeberg, 1716.
- MENSHUTKIN 1952
B.N. MENSHTUKIN: *Russia's Lomonosov*, Princeton, 1952.
- MERRETT 1662
C. MERRETT: *The art of glass, wherein are shown the wayes to make and colour glass, pastes, enamels, lakes, and other curiosities*, Londra, 1662.
- MERRETT 1668-9
C. MERRETT: *Antoni Neri florentini, De arte vitraria libri septem, et in eosdem Christoph. Merretti Med. D. et Societ. Regiae Socii observationes et notae*, Amsterdam, 1668 e 1669.

- MERRIFIELD 1849
M. MERRIFIELD: *Original treatises dating from XIIth to XVIIIth centuries on the arts of painting*, Londra, 1849 [anast. New York, 1967 e 1999].
- METZ 1955
R. METZ: *Der Silber-Kobaltbergbau im Wittichener Revier und die Kinzigtäler Blaufarbenwerke*, 'Alemannisches Jahrbuch', (1955), pp. 224-262.
- MEYER 1595
G. MEYER: *Bergwercks Geschöpf, und wunderbare Eigenschafft der Metalsfrüchte*, Lipsia, 1595.
- MILANESI 1864
G. MILANESI: *Dell'arte del vetro per mosaico. Tre trattatelli dei secoli XIV e XV*, Bologna, 1864 [anast. Bologna, 1968].
- MOHR 1978
K. MOHR: *Geologie und Minerallagerstätten des Harzes*, Stoccarda, 1978.
- MOIOLI 1995
P. MOIOLI, R. SCAFÈ, C. SECCARONI, A. TOGNACCI: *Studio delle paste vitree utilizzate nei mosaici della cappella del Sancta Sanctorum*, Milano, 1995, pp. 280-290.
- MOIOLI 2001
P. MOIOLI, C. SECCARONI: *Pigmenti, vetri e ceramiche nell'ambone e nel pulpito della cattedrale di Ravello*, in *La cattedrale di Ravello*, a cura di R. Martines, Viterbo, 2001, pp. 51-66.
- MOIOLI 2004
P. MOIOLI, C. SECCARONI: *Studio mediante analisi XRF delle paste vitree e delle tracce di policromia sul Monumento de Bray e confronti con altre decorazioni cosmatesche coeve*, atti del convegno internazionale di studio *Il Monumento del Cardinal Guillaume De Braye di Arnolfo di Cambio dopo il restauro* (Roma-Orvieto, 9-11 dicembre 2004), 'Bollettino d'Arte', vol. spec. (2009), pp. 215-225.
- MOIOLI 2006
P. MOIOLI, C. SECCARONI: *Le tarsie vitree del tabernacolo di Orsanmichele. Analisi di fluorescenza x*, in *Il tabernacolo dell'Orcagna in Orsanmichele*, a cura di F. Nannelli, Pistoia, 2006, pp. 45-49.
- MOIOLI 2009
P. MOIOLI, C. SECCARONI: *Clipeo con Angelo. Frammento di mosaico dalla Navicella di Giotto. Studio delle tessere musive mediante analisi di fluorescenza x*, in *Frammenti di memoria. Giotto, Roma e Bonifacio VIII*, a cura di M. Andaloro, S. Maddalo, M. Miglio, Roma, 2009, pp. 85-89.
- MOIOLI 2010
P. MOIOLI, C. SECCARONI: *Analisi di fluorescenza x della policromia e dei vetri nella Croce di Ognissanti*, in *L'officina di Giotto. Il restauro della Croce di Ognissanti*, a cura di M. Ciatti, Firenze, 2010, pp. 219-223.
- MONGET 1898
C. MONGET: *La Chartreuse de Dijon, d'après les documents des archives de Bourgogne*, tomo 1, Montreuil sur Mer, 1898.
- MOOREY 1994
P.R.S. MOOREY: *Ancient Mesopotamia materials and industries: the archaeological evidence*, Oxford, 1994.
- MORER 1854
J. MORER: *Recherches historiques sur l'ancienne exploitation des mines du Roussillon*, 'Société Agricole, Scientifique et Littéraire des Pyrénées Orientales', 9 (1854), Perpignan, pp. 290-308.
- MORETTI 2001
C. MORETTI, T. TONINATO: *Ricette vetrarie del Rinascimento. Trascrizione da un manoscritto anonimo veneziano*, Venezia, 2001.
- MORETTI 2004
C. MORETTI, C.S. SALERNO, S. TOMMASI FERRONI: *Ricette vetrarie muranesi. Gasparo Brunoro e il manoscritto di Danzica*, Firenze, 2004.
- MOROSINI 1530
A. MOROSINI [o Moresini]: *Tariffa del pagamento di tutti i daciai di Venetia, con molte altre cose che sono al proposito a tutti i mercadanti, Con l'autorità dell'Illustrissimo Consiglio de Pregati, Composta per Alessandro Moresini scrivano dell'ufficio della Tavola della Uscita di Venetia*, Venezia, 1530.
- MORRAL 1957
F.R. MORRAL: *Chronology of cobalt*, 'Wire and wire products', 32 (1957), pp. 300-303, 334-335.
- MÜLLER 1851
J. MÜLLER: *Geographie von Böhmen*, Praga, 1851.
- MÜLLER 1894
G. MÜLLER: *Hans Harrer, Kammermeister des Kurfürsten August*, 'Neues Archiv für Sächsische Geschichte und Altertumskunde', Dresda, 1894, pp. 63-118.
- MÜNSTER 1544
S. MÜNSTER: *Cosmographia: Beschreibung aller Lender durch Sebastianum Munsterum ...*, Basilea, 1544.

- MÜNSTER 1550
S. MÜNSTER: *Cosmographie, oder Beschreibung aller Länder Herrschafften, fürnemsten Stetten ...*, Basilea, 1550.
- MÜNSTER 1588
S. MÜNSTER: *Cosmographie, oder beschreibung Aller Länder herrschafftenn und fürnemsten Stetten ...*, Basilea, 1588.
- MURATORI 1739
L.A. MURATORI: *Antiquitates Italicae Medii Aevi*, vol. II, Milano, 1739, coll. 364-392.
- MÜSCH 2004
I. MÜSCH, H. STEGE (a cura di): *Neue Forschungen zum Maleremail aus Limoges/New research on Limoges painted enamels*, atti del convegno organizzato dallo Herzog Anton Ulrich Museum di Braunschweig e dal Kunstmuseum des Landes Niedersachsen (Braunschweig, 10-20 aprile 2002), Braunschweig, 2004.
- MUZIO 2012
F. MUZIO: *Un trattato universale dei colori. II MS. 2861 della Biblioteca Universitaria di Bologna*, Firenze, 2012.
- NENNA 2000
M.-D. NENNA, M. PICON, M. VICHY: *Ateliers primaires et secondaires en Egypte à l'époque gréco-romaine*, in *La route du verre. Ateliers primaires et secondaires du second millénaire av. J.-C. au Moyen Âge*, atti della tavola rotonda (Lione, 24 ottobre 1997), Lione, 2000, Travaux de la Maison de l'Orient Méditerranée, n. 33, pp. 97-111.
- NENNA 2008
M.-D. NENNA: *Nouveaux acquis sur la production et le commerce du verre antique entre Orient et Occident*, 'Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte', 65 (2008), pp. 61-65.
- NERI 1612
A. NERI: *L'arte vetraria distinta in libri sette*, Firenze, 1612.
- NEUMANN 1773
C. NEUMANN: *The chemical works*, vol. I, 2ª ed., Londra, 1773.
- NEUMANN 1932
B. NEUMANN: *Zur Erfindung des blauen Kobaltglases*, 'Glastechnische Berichte', 10, n. 9 (1932), pp. 477-480.
- NEWBY 1998
M.S. NEWBY: *The Cavour vase and gilt and enamelled Mamluk coloured glass*, in WARD 1998, pp. 35-39.
- NICHOLSON 1997
P.T. NICHOLSON, C.M. JACKSON, K.M. TROTT: *The Ulu Burun Glass Ingots, Cylindrical Vessels and Egyptian Glass*, 'The Journal of Egyptian Archaeology', 83 (1997), pp. 143-153.
- NICHOLSON 2007
P.T. NICHOLSON: *Brilliant things for Akhenaten. The production of glass, vitreous materials and pottery at Amarna site O45. 1*, 'Excavation Memoir', 80 (2007), [Egypt Exploration Society].
- NIETO ALCAIDE 1967
V. NIETO ALCAIDE: *El «Tratado de la fabrica del vidrio», de Juan Danis, y el «Modo» de hacer vidrieras de Francisco Herranz*, 'Archivo Español de Arte', 40/159 (1967), pp. 273-303.
- NIMOTH 2005
T. NIMOTH: *Smalte - ein historisches Blaupigment. Produktion und Anwendung in Sachsen*, 'Ästhetik und Wissenschaft. Beiträge zur Restaurierung und Denkmalpflege', Arbeitsheft 8 (2005), Landesamt für Denkmalpflege Sachsen, pp. 182-191.
- NOLL 1991
W. NOLL: *Alte Keramiken und ihre Pigmente. Studien zu Material und Technologie*, Stoccarda, 1991.
- NORIMBERGA 1572
Tariffa Oder Uncostbüchlein, von allen Wahren in Venedig, So auss und ein geführt mögen werden, durch Teutsche, und andere Nationen. Auch was breuch und Zoll in Venedig darinn gebraucht werden, Alles fein feissig und ordentlich in ein gute ordnung gebracht wurden, Norimberga, 1572.
- NORIMBERGA 1673
Neu-ingerichtete Material-Kammer, Norimberga, 1673.
- NORRMANN 1805
G.P.H. NORRMANN: *Gottfried Christian Bohns Vollständigeres Wörterbuch der Produkten- und Waarenkunde*, vol. I, Amburgo, 1805.
- NOWOTHNIG 1965
W. NOWOTHNIG: *Neue Ergebnisse der Bergbauforschung im Oberharz, in Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen*, Hildesheim, 1965.
- OEYNHAUSEN 1837
K.A.L. OEYNHAUSEN, E.H.K VON DECHEN, H. VON LA ROCHE: *Esquisse géognostique du système du Rhin entre Bâle et Mayence*, 'Annales de la Société d'Emulation du Département des Vosges', III (1837), pp. 153-253.
- OIDTMANN 1907
H. OIDTMANN: *Die Glasmalerei im alten Frankenlande*, Lipsia, 1907.

- OPPENHEIM 1970
A.L. OPPENHEIM, R.H. BRILL, D. BARAG, A. VON SALTERN: *Glass and glassmaking in ancient Mesopotamia, an edition of the Cuneiform texts which contain instructions for glassmakers with a catalogue of surviving objects*, Corning (New York), 1970.
- OTRUBA 1965
G. OTRUBA: *Anfänge und Verbreitung der böhmischen Manufakturen bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts*, 'Bohemia', 6 (1965), pp. 230-331.
- PAAPE 1794
G. PAAPE: *De Plateelbakker of Delftsch Aardewerkmaaker*, Dordrecht, 1794.
- PACHELBEL 1716
J.C. PACHELBEL VON GEHAG: *Ausführliche Beschreibung des Fichtel-Berges. In Norgau liegend*, Lipsia, 1716.
- PAGE 2004
J.-A. PAGE, I. DOMÉNECH, *Beyond Venice: glass in Venetian style, 1500-1570*, Corning, 2004.
- PALISSY 1580
B. PALISSY: *Discours admirables, de la nature des eaux et fontaines, tant naturelles qu'artificielles, des métaux, des sels & salines, des pierres, des terres, du feu et des émaux. Avec plusieurs autres excellens secrets des choses naturelles. Plus, un traité de la marne, fort utile & nécessaire, pour ceux qui se mêlent de l'agriculture. Le tout dressé, par dialogues, esquels sont introduits la theorie & la pratique*, Parigi, 1580.
- PANOFISKY 1946
E. PANOFISKY: *Abbot Suger. On the abbey church of St.-Denis and its art treasures*, Princeton, 1946.
- PANSIER 1926
P. PANSIER: *Les gabelles d'Avignon de 1310 et 1397*, 'Annales d'Avignon et du Comtat Venaissin', XII (1926), pp. 37-63.
- PAPPALARDO 2004
G. PAPPALARDO, E. COSTA, G. MARCHETTA, L. PAPPALARDO, F.P. ROMANO, A. ZUCCHIATTI, P. PRATI, P.A. MANDÒ, A. MIGLIORI, L. PALOMBO, M.G. VACCARI: *Non-destructive characterization of della Robbia sculptures at the Bargello museum in Florence by the combined use of PIXE and XRF portable systems*, 'Journal of Cultural Heritage', 5 (2004), pp. 183-188.
- PARACELSO 1582
T. BOMBAST VON HOHENHEIM (Paracelso): *Etliche tractat*, Strasburgo, 1582.
- PARIGI 1664
Du tarif général, des droits des sorties et entrées du Royaume ... attesté au Conseil Royal le 18. Sept. 1664, Parigi, 1664.
- PARIGI 1809
'Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale', Parigi (1809), p. 129.
- PARIGI 1986
AA.VV.: *La France et la Russie au Siècle des Lumières. Relations culturelles et artistiques de la France et de la Russie au XVIII^e siècle*, catalogo dell'esposizione (Parigi, Grand Palais, 20 novembre 1986 -9 febbraio 1987), Parigi, 1986.
- PARKER 1992
A.J. PARKER: *Ancient shipwrecks of the Mediterranean & the Roman provinces*, BAR International Series 580, vol. II, Oxford, 1992.
- PARTINGTON 1961
J.R. PARTINGTON: *A history of chemistry*, vol. II, Londra, 1961.
- PASCAL 1961
P. PASCAL, A. CHRÉTIEN, Y. TRAMBOUZE, J.-C. HUTTER, W. FREUND-LICH: *Nouveau traité de chimie minérale*, Tome VI (Bore, aluminium, gallium, indium, thallium), Parigi, 1961.
- PASI 1503
B. DE PASI: *Tariffa de pexi e mesure*, Venezia, 1503.
- PASI 1521
B. DE PASI: *Tariffa de pesi e mesure corrispondenti dal Levante al Ponente, da una terra a l'altra, e a tutte le parte del mondo, con la noticia delle robbe che se trazeno da uno Paese per l'altro. Nuovamente con diligentia ristampata*, Venezia, 1521.
- PASSERI 1758
G.B. PASSERI: *Istoria delle pitture in majolica fatte in Pesaro, e ne' luoghi circonvicini, in Nuova raccolta d'opuscoli scientifici e filologici*, tomo IV, Venezia, 1758.
- PASSERI 1775
G.B. PASSERI: *Discorso sesto. Che contiene la storia delle pitture in majolica, in Della storia de' fossili dell'agro pesarese, e d'altro luogi vicini discorsi sei ... edizione seconda di molto accresciuta, e corretta*, Bologna, 1775.
- PASSERI 1838
G.B. PASSERI: *Istoria delle pitture in majolica fatte in Pesaro e ne' luoghi convicini*, Pesaro, 1838.

- PASTOUREAU 1995
M. PASTOUREAU: *La promotion de la couleur bleue au XIII^e siècle: le témoignage de l'héraldique et de l'emblématique*, atti delle giornate di studi "Il colore nel Medioevo. Arte, simbolo tecnica", Istituto storico lucchese e Scuola Normale Superiore di Pisa (Lucca, 5-6 maggio 1995), Lucca (1996), pp. 7-16.
- PASTOUREAU 1997
M. PASTOUREAU: *Jésus chez le teinturier. Couleurs et teinture dans l'Occident médiéval*, Parigi, 1997.
- PASTOUREAU 2000
M. PASTOUREAU: *Bleu. Histoire d'une couleur*, Parigi, 2000.
- PÉCLET 1829
E. PÉCLET, J.C. LEUCHS: *Traité complet des propriétés, de la préparation et de l'emploi des matières tinctoriales et des couleurs, ... revu pour la partie chimique par M.E. Péclet*, parte II, Parigi, 1829.
- PEITHNER 1780
J.T.A. PEITHNER: *Versuch über die natürliche und politische Geschichte der Böhmischen und Mährischen Bergwerke*, parte I, Vienna, 1780.
- PÉNICHER 1695
L. PÉNICHER: *Collecteana pharmaceutica, seu apparatus ad novam pharmacopoeam*, Parigi, 1695.
- PÉREZ-ARANTEGUI 2008
J. PÉREZ-ARANTEGUI, M. RESANO, E. GARCÍA-RUIZ, F. VANHAECKE, C. ROLDÁN, J. FERREO, J. COLL: *Characterization of cobalt pigments found in traditional Valencian ceramics by means of laser ablation-inductively coupled plasma mass spectrometry and portable X-ray fluorescence spectrometry*, 'Talanta', 74 (2008), pp. 1271-1280.
- PÉREZ-ARANTEGUI 2009
J. PÉREZ-ARANTEGUI, B. MONTULL, M. RESANO, J.M. ORTEGA: *Materials and technological evolution of ancient cobalt-blue-decorated ceramics: Pigments and work patterns in tin-glazed objects from Aragon (Spain) from the 15th to the 18th century AD*, 'Journal of European Ceramic Society', 29 (2009), pp. 2499-2509.
- PERNÉTY 1757
A.-J. PERNÉTY: *Dictionnaire portatif de peinture, sculpture et gravure; avec un traité pratique des différentes manières de peindre*, Parigi, 1757.
- PERNICKA 2004
E. PERNICKA: *Mittelalterliche islamische Keramik und ein Rezeptbuch aus Kāshān*, in STÖLLNER 2004, vol. II, pp. 510-517.
- PERRAULT 1946
R. PERRAULT: *Le cobalt*, Parigi, 1946.
- PERRIN 1982
C.E. PERRIN: *A lost identity: Philippe Frederic, Baron de Dietrich (1748-1793)*, 'Isis', 73, n. 4 (1982), pp. 545-551.
- PERROT 1996
F. PERROT: *La couleur et le vitrail*, 'Cahiers de Civilisation Médiévale', 39 (1996), pp. 211-215.
- PETERS 1994
L.F. PETERS: *Der Handel Nürnbergs am Anfang des Dreissigjährigen Krieges*, Stoccarda, 1994.
- PEUCHET 1800
J. PEUCHET: *Dictionnaire universel de la géographie commerçante*, vol. IV, Parigi, 1800.
- PEUCHET 1801
J. PEUCHET: *Vocabulaire des termes de commerce, banque, manufactures, navigation marchande*, Parigi, 1801.
- PHILLIPPS 1847
T. PHILLIPPS: *Mappae clavicula. A treatise on the preparation of pigments during the Middle Ages*, 'Archaeologia', XXXII (1847), pp. 183-244.
- PICCOLPASSO 1976
C. PICCOLPASSO: *I tre libri dell'arte del vasaio*, a cura di G. Conti, Firenze, 1976.
- PIEPOLI 1934
P. PIEPOLI: *Studio micrografico di minerali complessi delle vecchie miniere di cobalto di Usseglio (Valle di Viù)*, 'Periodico di Mineralogia', V, n. 2 (1934), pp. 141-153.
- PIGOTT 1999
V.C. PIGOTT: *The archaeometallurgy of the Asian old world*, Philadelphia, 1999.
- PLAHTER 2010
U. PLAHTER: *The trade in painters' materials in Norway in the Middle Ages. Part 2: Materials, techniques and trades from the twelfth century to the mid-fourteenth century*, in KIRBY 2010, pp. 64-73.
- PLESTERS 1969
J. PLESTERS: *A preliminary note on the incidence of discolouration of smalt in oil media*, 'Studies in Conservation', 14 (1969), pp. 62-74.
- PLINIO 1988
G. PLINIO SECONDO: *Storia naturale*, edizione diretta da G.B. Conte con la collaborazione di G. Ranucci, vol. V, Torino, 1988.
- PLOSS 1967
E. PLOSS: *Ein Buch von alten Farben*, Monaco, 1967.

- POHL 1965
E. POHL: *Bergstadt Platten. Wirtschaftlich-kulturelle Beziehungen und Binnenwanderung im böhmisch-sächsischen Erzgebirge 1532-1938*, 'Bohemia', 6 (1965), pp. 173-229.
- POLAK 1865
J.E. POLAK: *Persien, das Land und seine Bewohner*, 2 voll., Lipsia, 1865.
- POMARO 1991
G. POMARO: *I ricettari del Fondo Palatino della Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze*, Firenze e Milano, 1991.
- POMET 1694
P. POMET: *Histoire générale des drogues*, Parigi, 1694.
- POMET 1709
P. POMET: *Catalogue des drogues simples et composées*, Parigi, 1709.
- POPPE 1811
J.H.M. POPPE: *Geschichte der Technologie*, vol. III, Gottinga, 1811.
- PORTER 1992
Y. PORTER: *Peinture et arts du livre. Essai sur la littérature technique indo-persane*, Parigi e Tehrân, 1992.
- PORTER 1993
Y. PORTER: *Shangarf et lâzhvard dans le monde iranien*, in *Res orientales*, vol. V (*Circulation des monnaies, des marchandises et des biens*), Bures sur Yvette, 1993, pp. 147-156.
- PORTER 1995
Y. PORTER: *Textes persans sur la céramique*, atti del convegno "La Science dans le monde iranien à l'époque islamique", a cura di Ž. Vesel, H. Beikbaghban e B. Thierry de Crussol des Epesse (Strasburgo, 6-8 giugno 1995), Tehrân, 2004, pp. 165-189.
- PORTER 1997
Y. PORTER: *Origines et diffusion du cobalt utilisé en céramique à l'époque médiévale. Etude préliminaire*, atti del VI congresso dell'AIECM2, "La céramique médiévale en Méditerranée" (Aix-en-Provence, 13-18 novembre 1995), Aix-en-Provence, 1997, pp. 505-512.
- PORTER 1998
Y. PORTER: *Le quatrième chapitre du Javâher-nâme-ye nezâmî*, atti del convegno "Sciences, techniques et instruments dans le monde iranien (X^e-XIX^e siècle)", a cura di N. Pourjavady e Ž. Vesel (Tehrân, 7-9 giugno 1998), Tehrân, 2004, pp. 341-359.
- PORTER 1999
Y. PORTER: *Les sources écrites sur les techniques de la céramique dans le monde musulman*, in J. MOULIERAC: *Céramiques du monde musulman. Collections de l'Institut du monde arabe et de J.P. et F. Croisier*, Parigi, 1999, pp. 56-57.
- PORTER 2000
Y. PORTER: *Le cobalt dans le monde iranien (IX^e-XVI^e siècles). Notes sur son utilisation en céramique et son commerce*, 'Taoci. Revue Annuelle de la Société Française d'Étude de la Céramique Orientale', 1 (2000), pp. 5-14.
- POSTHUMUS 1943-6
N.W. POSTHUMUS: *Nederlandsche prijsgeschiedenis*, vol. I, Leida, 1943 (edizione inglese *Inquiry into the history of prices in Holland*, Leida, 1946).
- POTT 1739
J.H. POTT: *Observationum et animadversionum chymicarum praecipue circa sal commune, acidum salis vinosum et wismuthum*, Berlino, 1739.
- PRASHKOV 1970
L. PRASHKOV, Z.M. JELNINSKAYA: *Nature of pigments used in some Bulgarian murals from the Middle Ages*, 'Soobtschenia', 26 (1970), pp. 141-154 [in russo].
- PRESCHER 1994
H. PRESCHER, O. WAGENBRETH: *Georgius Agricola - seine Zeit und ihre Spuren*, Lipsia, 1994.
- PULAK 2001
C. PULAK: *The cargo of the Uluburun ship and evidence for trade with the Aegean and beyond*, atti del convegno internazionale "Italy and Cyprus in Antiquity, 1500-450 B.C." (New York, 16-18 novembre 2000), a cura di L. Bonfante e V. Karageorghis, Nicosia, 2001, pp. 13-60.
- PURŠ 1965
J. PURŠ: *Stuktur und Dynamik der Industriellen Entwicklung in Böhmen*, 'Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte', 1965/1 (1965), pp. 160-196 e 1965/2 (1965), pp. 103-124.
- QUARRÉ 1955
P. QUARRÉ: *Les carreaux de pavement de l'oratoire ducal à la Chartreuse de Champmol*, 'Mémoires de la Commission des Antiquités du Département de la Côte d'Or', 23 (1947-1953) [1955], pp. 234-240.
- QUERFURT 1797
T. QUERFURT: *Handbuch für Mahler, oder Auszüge aus Gerards de Lairesse grossem Mahlerbuche*, Praga, 1797.
- RAY 1968
A. RAY: *English Delftware pottery in the Robert Hall Warren Collection*, Boston, 1968.

- RAY 2000
A. RAY: *Spanish pottery 1248-1898*, Londra, 2000.
- READE 2005
W. READE, I.C. FREESTONE, ST.J. SIMPSON: *Innovation or continuity? Early first millennium BCE glass in the Near East: The cobalt blue glasses from Assyrian Nimrud*, in "Annales du 16^e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre" (Londra, 7-13 settem-bre 2003), Nottingham, 2005, pp. 23-27.
- REILLY 1989
R. REILLY: *Wedgwood*, vol. I, New York, 1989.
- REIN 1886
J.J. REIN: *Japan*, vol. II, Lipsia, 1886.
- REUSS 1805
F.A. REUSS: *Lehrbuch der Mineralogie*, vol. II, parte III, Lipsia, 1805.
- RICARD 1722
J.-P. RICARD: *Le négoce d'Amsterdam, contenant tout ce que doivent savoir les marchands & banquiers, tant ceux qui sont établis à Amsterdam, que ceux des pays étrangers. Tout ce qui se pratique dans l'achats & ventes de toutes sortes de marchandises, tant en public qu'en particulier, quelles sont les tares, les bons poids, les déductions & les rabais, qui se donnent sur chacune en particulier, & tous les frais que doivent payer tant les acheteurs que les vendeurs*, Amsterdam, 1722.
- RICHTER 2004
M. RICHTER: *Smalt in polychromy and painting of German-speaking countries*, in *Historical polychromy. Polychrome sculpture in Germany and Japan*, Monaco, 2004, pp. 175-203.
- RIEDERER 1968
J. RIEDERER: *Die Smalte*, 'Deutsche Farben-Zeitschrift', 22, n. 9 (1968), pp. 386-395.
- RIEDERER 1974
J. RIEDERER: *Recently identified Egyptian pigments*, 'Archaeometry', 16 (1974), pp. 102-109.
- RIEDERER 1987
J. RIEDERER: *Archäologie und Chemie. Einblicke in die Vergangenheit*, Berlino, 1987.
- RIEDERER 1997
J. RIEDERER: *Aegyptian blue*, in *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics*, vol. III, a cura di E.W. FitzHugh, Washington e Oxford, 1997, pp. 23-45.
- RISLER 1873
D. RISLER: *Histoire de la vallée de Sainte-Marie-aux-Mines et ses environs*, Sainte-Marie-aux-Mines, 1873 [anast. Parigi, 1991].
- RITTER 1935
H. RITTER, J. RUSKA, R. WINDERLICH: *Eine persische Beschreibung der Fayencetechnik von Kaschan aus dem Jahre 700h/1301d.*, 'Istanbuler Mitteilungen', Heft 3 [*Orientalische Steinbücher und Persische Fayencetechnik*], (1935), pp. 16-56.
- ROBERTSHAW 2010
P. ROBERTSHAW, N. BENCO, M. WOOD, L. DUSSUBIEUX, E. MELCHIORRE, A. ETTAHIRI: *Chemical analysis of glass beads from Medieval Al-Basra (Morocco)*, 'Archaeometry', 52 (2010), pp. 355-379.
- RÖHLK 1973
F. RÖHLK: *Schiffahrt und Handel zwischen Hamburg und den Niederlanden in der zweiten Hälfte des 18. und zu Beginn des 19. Jahrhunderts*, parte I, Wiesbaden, 1973.
- RÖHRING 1998
M. RÖHRING: *Bergbau im Richelsdorfer Gebirge im 20. Jahrhundert*, Kassel, 1998.
- RÖHRS 2004
S. RÖHRS, H. STEGE: *Dating indicators for authenticity problems of Limoges painted enamels basing on material characterization*, in MÜSCH 2004, pp. 100-107.
- ROLDÁN 2006
C. ROLDÁN, J. COLL, J. FERRERO: *EDXRF analysis of blue pigments used in Valencian ceramics from the 14th century to modern time*, 'Journal of Cultural Heritage', 7 (2006), pp. 134-138.
- ROMÉ DE L'ISLE 1767
J.-B.L. ROMÉ DE L'ISLE: *Catalogue systématique et raisonné des curiosités de la nature et de l'art, qui composent le cabinet de M. Dávila*, tomo II, Parigi, 1767.
- RÖMER 1803
C.H. VON RÖMER, C.G. RÖSSIG: *Staatsrecht und Statistik des Churfürstenthums Sachsen und der dabey befindlichen Lande*, vol. IV, parte I, Lipsia, 1803.
- RÖSSLER 1700
B. RÖSSLER: *Speculum metallurgiæ politissimum*, Dresda, 1700.
- ROSUMEK 1996
P. ROSUMEK, D. NAJOCK: *Concordantia in C. Plini Secundi Naturalem Historiam*, Hildesheim, 1996.
- ROY 1993
A. ROY (a cura di): *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics*, vol. II, Washington e Oxford, 1993.

- RUBIO NAVAS 2003
J. RUBIO NAVAS: *Monografía sobre recursos minerales de cobalto en España*, Instituto Geológico y Minero de España, Recursos minerales 4, Madrid, 2003.
- RUDHART 1523
H. RUDHART: *Vonn dem weytberuffenem Berckweg Sanct Joachimsthall Etc.*, Lipsia, 1523.
- RUFFINI 2007
A. RUFFINI, S. GUALTIERI, B. FABBRI, G. BENAZZI, M.G. VACCARI: *Le terrecotte invetriate di Andrea della Robbia: studio archeometrico dei rivestimenti e degli impasti ceramici*, atti del IV congresso nazionale di Archeometria (Pisa, 1-3 febbraio 2006), Bologna, 2007, pp. 489-498.
- RULANDUS 1612
M. RULANDUS: *Lexicon alchimiaë*, Francoforte, 1612.
- RUSKA 1935
J. RUSKA: *Das Buch der Alaune und Salze*, Berlino, 1935.
- SAGE 1772
B.G. SAGE: *Éléments de minéralogie docimastique*, vol. I, Parigi, 1772.
- SAGE 1791
B.G. SAGE: *Analyse d'une mine de cobalt sulfureuse & arsenicale recouverte d'une efflorescence rougeâtre de vitriol de cobalt, de la vallée de Giston dans les Pyrénées Espagnoles*, 'Journal de Physique', XXXIX (1791), pp. 53-58.
- SANTOPADRE 2006
P. SANTOPADRE, M. VERITÀ: *A study of smalt and its conservation problems in two sixteenth-century wall paintings in Rome*, 'Studies in Conservation', 51 (2006), pp. 29-40.
- SANYOVA 2006
J. SANYOVA, S. SAVERWYNS: *Quelle technique picturale dans l'atelier de Lambert Lombard*, 'Scientia Artis', 3 (2006), pp. 259-295.
- SARGENT 1996
W.R. SARGENT: *Blue-and-white ceramic*, voce nel *Grove dictionary of art* (a cura di J. Turner), vol. IV, New York e Londra, 1996, pp. 172-177.
- SAUR 1750
J.-D. SAUR: *Mémoire sur un minéral nommé Cobalt ou Mine Arsenicale, que l'on trouve en France*, in *Mémoires de mathématique et de physique présentés à l'Académie Royale des Sciences, par divers sçavants, et lus dans ses assemblées*, tomo I, Parigi, 1750, pp. 329-344.
- SAVARY 1723
P.-L. SAVARY: *Dictionnaire universel de commerce*, Parigi, 1723.
- SAVARY 1726
P.-L. SAVARY: *Dictionnaire universel de commerce*, Amsterdam, 1726.
- SAVARY 1742
P.-L. SAVARY: *Dictionnaire universel de commerce*, Ginevra, 1742.
- SAYRE 1964
E.V. SAYRE: *Some ancient glass specimens with compositions of particular archaeological significance*, *Brookhaven National Laboratory*, New York, 1964.
- SCALIGERO 1557
G.C. SCALIGERO: *Exotericarum exercitiorum liber quintus decimus, De subtilitate, ad Hieronymum Cardanum*, Parigi, 1557.
- SCHEBEK 1878
E. SCHEBEK: *Böhmens Glasindustrie und Glashandel. Quellen zu ihrer Geschichte*, Praga, 1878.
- SCHEFER 1890
R. DU MANS (J. DUTERTRE): *Estat de la Perse en 1660, publié avec notes et appendice par Ch. Schefer*, Parigi, 1890.
- SCHEFFER 1669
J. SCHEFFER: *Graphice, id est, de arte pingendi liber singularis*, Norimberga, 1669.
- SCHIFFNER 1960
C. SCHIFFNER: *Alte Hütten und Hämmer in Sachsen*, Freiburger Forschungshefte D14, Berlino, 1960.
- SCHIFFNER 1994
W. SCHIFFNER: *Agricola und die Wismut*, Lipsia, 1994.
- SCHLIMMER 1874
J.L. SCHLIMMER: *Terminologie médico-pharmaceutique et anthropologique française-persane*, Tehrân, 1874.
- SCHLOSSER 1896
J. VON SCHLOSSER: *Suger's Bericht über seine Bauten in St. Denis*, in *Quellenbuch zur Kunstgeschichte des abendländischen Mittelalters*, Vienna, 1896 [anast. Firenze, 1992], pp. 268-290.
- SCHMIDL 1839
A. SCHMIDL: *Wien's Umgebungen auf zwanzig Stunden im Umkreise. Nach eigenen Wanderungen geschildert*, vol. III, Vienna, 1839.
- SCHMIDT 1873
J.F. SCHMIDT VON BERGENHOLD: *Uebersichtliche Geschichte des Bergbau- und Hüttenwesens im Königreiche Böhmen*, Praga, 1873.

- SCHMIDT 1912
R. SCHMIDT, *Das Glas*, Handbücher der Königlichen Museen zu Berlin, Berlino, 1912.
- SCHNORRER 1994
G. SCHNORRER: *Die sekundärminerale des Bergbaugebietes Schwaz-Brixlegg in Tirol*, 'Lapis', 19, nn. 7-8 (1994), pp. 41-78.
- SCHRAMM 1985
R. SCHRAMM: *Venezianersagen: von geheimnisvollen Schatzsuchern*, Lipsia, 1985.
- SCHREIBER 1784
J.G. SCHREIBER: *Observations, sur la montagne des Chalanches, près d'Allemont en Dauphiné, & sur les Gîtes de minerai d'argent qui s'y trouvent*, 'Journal de Physique, de Chimie, d'Histoire Naturelle et des Arts', XXIV (1784), pp. 380-387.
- SCHRÖDER 1943
A. SCHRÖDER: *Glashütten im Erzgebirge und im Vogtland*, 'Volkswerk-Jahrbuch des Staatlichen Museums für deutsche Volkskunde', (1943), pp. 151-186.
- SCHUBARTH 1839
E.L. SCHUBARTH: *Handbuch der technischen Chemie*, vol. I, 3^a ed., Berlino, 1839.
- SCHULTE 1900
A. SCHULTE: *Geschichte des mittelalterlichen Handels und Verkehrs zwischen Westdeutschland und Italien mit Ausschluss von Venedig*, Lipsia, 1900.
- SCHUMACHER 2002
A.C. SCHUMACHER: *Une garniture royale en porcelaine de Sèvres* (brochure del Musée Ariana di Ginevra), Ginevra, 2002.
- SCHÜRENBERG 1963
H. SCHÜRENBERG: *Über iranische Kupfererzvorkommen mit komplexen Kobalt-Nickelerzen*, 'Neues Jahrbuch für Mineralogie', 99 (1963), pp. 200-230.
- SCHURTZ 1673
G.N. SCHURTZ: *Neu-eingerichtete Material-Kammer*, Norimberga, 1673.
- SCHURTZ 1890
H. SCHURTZ: *Der Seiffenbergbau im Erzgebirge und die Walensagen*, in 'Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde', V, n. 3, [Stoccarda] (1890), pp. 91-166.
- SCHWABENITZKY 2002
W. SCHWABENITZKY: *Der hochmittelalterliche Bergbau bei Gersdorf*, in *Altzelle*, 'Schriften zur Sächsischen Landesgeschichte', III [Lipsia], (2002), pp. 161-180.
- SCHWARZ-SCHAMPERA 2002
U. SCHWARZ-SCHAMPERA, P.M. HERZIG: *Indium. Geology, mineralogy and economics*, Heidelberg, 2002.
- SCHWEIGHOFER 1785
J.M. SCHWEIGHOFER: *Abhandlung von dem Kommerz der österreichischen Staaten*, Vienna, 1785.
- SECCARONI 2005
C. SECCARONI: *Giallorino. Storia dei pigmenti gialli di natura sintetica*, Roma, 2005.
- SENDOVA 2007
M. SENDOVA, V. ZHELYASKOV, M. SCALERA, C. GULLIFORD: *Micro-Raman spectroscopy characterization of Della Robbia glazes*, 'Archaeometry', 49 (2007), pp. 655-664.
- SENFFFT 1863
F.C.L. SENFFT: *Mémoires du comte de Senfft, ancien ministre de Saxe. Empire. Organisation politique de la Suisse. 1806-1813*, Lipsia, 1863.
- SERRES 1814
P.-M.-T. DE SERRES: *Voyage en Autriche*, tomo III, Parigi, 1814.
- SHANGHAI 1982
Scientific and technological insights on ancient Chinese pottery and porcelain, proceedings of the "International Conference on Ancient Chinese Pottery and Porcelain" (Shanghai, 1-5 novembre 1982), Pechino, 1986.
- SHAW 1829
S. SHAW: *History of the Staffordshire potteries and the rise and progress of the manufacture of pottery and porcelain*, Hanley, 1829.
- SHI MEIGUANG 1987
SHI MEIGUANG, HE OULI, ZHOU FUZHENG: *Investigation on some Chinese potash glasses excavated in Han dynasty tombs*, in "Archaeometry of Glass", atti dell'Archaeometry Session of the XIV International Congress on Glass (New Delhi, 2-7 marzo 1986), a cura di H.C. Bhardwaj, Calcutta, 1987, pp. 15-20.
- SHORTLAND 2006a
A.J. SHORTLAND, M.S. TITE, I. EWART: *Ancient exploitation and use of cobalt alums from the western oases of Egypt*, 'Archaeometry', 48 (2006), pp. 153-168.
- SHORTLAND 2006b
A.J. SHORTLAND, C.A. HOPE, M.S. TITE: *Cobalt blue painted pottery from 18th Dynasty Egypt*, in *Geomaterial in Cultural Heritage*, a cura di M. Maggetti e B. Messiga, 'Geological Society Special Publication', 257 (2006), pp. 91-99.

- SHORTLAND 2009
A.J. SHORTLAND, H. SCHROEDER:
Analysis of first millennium BC glass vessels and beads from Pichvnari necropolis, Georgia, 'Archaeometry', 51 (2009), pp. 947-965.
- SIEBENSCHINA 1968
H. SIEBENSCHINA: *Česko-německý Slovník*, Praga, 1968.
- SIEBER 1954
S. SIEBER: *Zur Geschichte des erzgebirgischen Bergbaues*, Halle, 1954.
- SIEBER 1960
S. SIEBER: *Erzgebirgische "Bergfabriken"*, 'Forschungen und Fortschritte', 34, n. 10 (1960), pp. 292-297.
- SIEBER 1969
S. SIEBER: *Von böhmischen Blaufarbenwerken*, 'Bohemia', 10 (1969), pp. 415-423.
- SIMONSFELD 1887
H. SIMONSFELD: *Der Fondaco dei Tedeschi in Venedig und die Deutsch-Venetianischen Handelsbeziehungen*, Stoccarda, 1887.
- SINAPIUS 1781
J.C. SINAPIUS: *Fragmente aus dem Gebiete des Handlungswesens, oder Kaufmännische Hefte*, vol. VIII, Altona [Amburgo], 1781.
- SLOTTA 1990
R. SLOTTA, C. BARTELS (a cura di): *Meisterwerke bergbaulicher Kunst vom 13 - 19 Jahrhundert*, catalogo dell'esposizione (Bochum, Deutsches Bergbau-Museum, 6 settembre - 4 novembre 1990), Bochum, 1990.
- SOLON 1907
M.L. SOLON: *The lusted tile pavement of the Palais de Justice of Poitiers*, 'The Burlington Magazine', 12, n. 56 (1907), pp. 83-86.
- SONNINI 1817
C.S. SONNINI, J.E. de SÈVE (a cura di): *Nouveau dictionnaire d'histoire naturelle, appliquée aux arts, à l'agriculture, à l'économie rurale et domestique, à la médecine, etc.*, vol. VII, Parigi, 1817.
- SONNINI 1818
C.S. SONNINI, J.E. de SÈVE (a cura di): *Nouveau dictionnaire d'histoire naturelle, appliquée aux arts, à l'agriculture, à l'économie rurale et domestique, à la médecine, etc.*, vol. XXI, Parigi, 1818.
- SOULIER 1994
I. SOULIER, B. GRATUZE, J.N. BARRANDON: *The origin of cobalt blue pigments in French glass from the bronze age to the eighteenth century*, atti del 29th International Symposium on Archaeometry, "Archaeometry 94" (Ankara, 9-14 maggio 1994), Ankara, 1994.
- SPEAR 2010
R.E. SPEAR: *A century of pigment prices: Seventeenth-century Italy*, in KIRBY 2010, pp. 275-293.
- SPRING 2005
M. SPRING, C. HIGGITT, D. SAUNDERS: *Investigation of pigment-medium interaction processes in oil paint containing degraded smalt*, 'National Gallery Technical Bulletin', 26 (2005), pp. 56-70.
- SPUFFORD 1988
P. SPUFFORD: *Money and its use in Medieval Europe*, Cambridge, 1988.
- SRBIK 1929
R. VON SRBIK: *Überblick des Bergbaues von Tirol und Vorarlberg in Vergangenheit und Gegenwart*, 'Berichte des Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereines in Innsbruck', XLI (Jahrgang 1924-25 bis 1928-29), pp. 115-278.
- STAHL 1911
A.F. STAHL: *Handbuch der regionalen Geologie*, V, Band 6 (Abteilung Persien), Heidelberg, 1911.
- STAHL 1988
A.M. STAHL: *The mint of Venice in the thirteenth century*, in "Later Medieval mints: organisation, administration and techniques", 8th Oxford Symposium on Coinage and Monetary History, a cura di N.J. Mayhew e P. Spufford, BAR International Series 389, Oxford, 1988, pp. 97-104.
- STAMMLER 1926
R. STAMMLER: *Über Kobalt- und Wismuthbergwerke im Hasseröder Gebiet*, 'Zeitschrift des Harz-Vereines für Geschichte und Altertumskunde', 59 (1926), pp. 110-136.
- STEELE 1714
R. STEELE: *The Englishman: being the sequel of the Guardian*, Londra, 1714.
- STEGE 2004
H. STEGE: *Out of the blue? Considerations on the early use of smalt as blue pigment in European easel painting*, 'Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung', 18, n. 1 (2004), pp. 121-142.
- STERNBERG 1836
K. VON STERNBERG: *Umriss einer Geschichte der böhmischen Bergwerke*, vol. I, parte I, Praga, 1836.

- STOCKBAUER 1874
J. STOCKBAUER: *Die Kunstbestrebungen am bayerischen Hofe unter Herzog Albert V. und seinem Nachfolger Wilhelm V.*, Vienna, 1874.
- STÖLLNER 2004
T. STÖLLNER, R. SLOTTA,
A. VATANDOUST (a cura di): *Persiens antike Pracht. Bergbau, Handwerk, Archäologie*, catalogo dell'esposizione (Bochum, Deutsches Bergbau-Museum, 28 novembre 2004 - 29 maggio 2005), 2 voll., Bochum, 2004.
- STÖLLNER 2004a
T. STÖLLNER: *Prähistorischer und antiker Erzbergbau in Iran*, in STÖLLNER 2004, vol. I, pp. 44-63.
- STÖLLNER 2004b
T. STÖLLNER: *Anmerkungen zu den montanarchäologischen Strukturen der Kobaltgrube von Qamsar*, in STÖLLNER 2004, vol. II, pp. 515-516.
- STOLZ 1939
O. STOLZ: *Zur Geschichte des Bergbaues im Elsass, im 15. und 16. Jahrhundert*, 'Elsass-Lothringisches Jahrbuch', XVII (1939), pp. 116-171.
- STOR 1555
O. STOR: *Historia de gentibus septentrionalibus*, Roma, 1555.
- SUTTER 1963
J. SUTTER: *Wismutmalerei und ihre Technik*, 'Maltechnik', 2, n. 2 (1963), pp. 39-42.
- TAIT 1960
H. TAIT: *Southwark (alias Lambeth) Delftware and the potter Christian Wilhelm: 1*, 'The Connoisseur', CXLVI, n. 587 (1960), pp. 36-42.
- TAIT 1961
H. TAIT: *Southwark (alias Lambeth) Delftware and the potter Christian Wilhelm: 2*, 'The Connoisseur', CXLVII, n. 591 (1961), pp. 22-29.
- TAMARI 1995
V. TAMARI: *Abbasid blue on white ware, in Islamic art in the Ashmolean Museum*, a cura di J.W. Allan, Oxford Studies in Islamic Art, vol. X, parte II, Oxford, 1995, pp. 117-145.
- TARGIONI TOZZETTI 1752
G. TARGIONI TOZZETTI: *Relazioni d'alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana per osservare le produzioni naturali, e gli antichi monumenti di essa*, tomo IV, Firenze, 1752.
- TARKIAN 1983
M. TARKIAN, W.D. BOCK, M. NEUMANN: *Geology and mineralogy of the Cu-Ni-Co-U ore deposits at Talmessi and Meeskani, central Iran*, 'TMPM. Tschermaks mineralogische und petrographische Mitteilungen', 32, nn. 2-3 (1983), pp. 111-133.
- TAYLOR 1977
J.R. TAYLOR: *The origin and use of cobalt compounds as blue pigments*, 'Science and Archaeology', 19 (1977), pp. 3-15.
- TCI 2005
Touring Club Italiano: *Trentino Alto Adige*, Milano, 2005.
- TEOFRASTO 1956
E.R. CALEY, J.F.C. RICHARDS: *De lapidibus. On stones*, Columbus [Ohio], 1956.
- TEROL 2002
M. TEROL: *Ajulejos à Lisbonne. Lumière d'une ville*, Parigi, 2002.
- THIEL 2007
C. THIEL: *Silberräuber und Zwiebelmuster*, 'Sächsisches Archivblatt', Heft 2 (2007), pp. 14-16.
- THOMPSON 1935-36
D.V. THOMPSON jr.: *More Medieval color-making: Tractatus de coloribus from Munich, Staatsbibliothek, MS. latin 444*, 'Isis', 24, n. 2 (1935-36), pp. 382-396.
- THORPE 1949
W.A. THORPE: *English glass*, Londra, 1949.
- THURMAIR 1883
J. THURMAIR: *Bayerische Chronik*, vol. I, libro I, Monaco, 1883.
- TOCH 1918
M. TOCH: *The pigments from the tomb of Perneb*, 'Journal of Industrial and Engineering Chemistry', 10, n. 2 (1918), pp. 118-119.
- TOOKE 1801
W. TOOKE: *View of the Russian Empire during the reign of Catharine the second*, vol. III, Dublino, 1801.
- TORRESI 1992
PSEUDO-SAVONAROLA: *A far littere de oro. Alchimia e tecnica della miniatura in un ricettario rinascimentale*, a cura di A.P. Torresi, Ferrara, 1992.
- TOSATTI 1991
B.S. TOSATTI: *Il manoscritto veneziano. Un manuale di pittura e altre arti - miniatura, incisione, vetri, vetrate e ceramiche - di medicina, farmacopea e alchimia del Quattrocento*, Milano, 1991.
- TOTTILL 1573
R. TOTTILL: *A very proper treatise, wherein is briefly sett forth the arte of Limming*, Londra, 1573.

- TRAUTMANN 1869
F. TRAUTMANN: *Kunst und Kunstgewerbe vom frühesten Mittelalter bis Ende des achtzehnten Jahrhunderts*, Nördlingen, 1869.
- TSCHELNITZ 1857
S. TSCHELNITZ: *Farben-Chemie insbesondere der Oel- und Wasserfarben nach ihrem chemischen und physikalischen Verhalten, ihrer Darstellung und Verwendung, so wie ihren gewöhnlichen Verfälschungen, für Fabrikanten, Maler, Techniker*, Vienna, 1857.
- TSCHEUSCHNER 1885
E. TSCHEUSCHNER: *Handbuch der Glasfabrikation*, Weimar, 1885.
- TURNBULL 1997
J. TURNBULL: *Scottish Cobalt and Nicholas Crisp*, 'English Ceramic Circle Transactions', vol. XVI, parte II (1997), pp. 144-151.
- ṬŪSĪ 1969
NAṢĪR AL-DĪN AL-ṬŪSĪ: *Tansūkh-nāme-ye ilkhānī*, Tehrān, 1969 [in persiano].
- VALMONT DE BOMARE 1762
J.C. VALMONT DE BOMARE: *Minéralogie, ou nouvelle exposition du règne minéral*, tomo 2, Parigi, 1762.
- VAN DALE 1999
Van Dale groot woordenboek der Nederlandse taal, vol. III, Utrecht e Anversa, 1999.
- VAN DILLEN 1933
J.G. VAN DILLEN: *Bronnen tot de geschiedenis van het bedrijfsleven en het gildewezen van Amsterdam*, vol. II, l'Aja, 1933.
- VAN HEMELDONCK 1988
G.VAN HEMELDONCK, *Jacob Stuer, zilversmid en "crystallijne gelaesbacker"*, 'Bulletin van de Antwerpse Vereniging voor Bodem- en Grotonderzoek', 3 (1988), pp. 27-32.
- VASARI 1568
G. VASARI: *Le vite de' più eccellenti pittori, scultori, et architettori*, Firenze, 1568.
- VASSAS 1971a
C.D. VASSAS: *Etude chimique, thermographique et physique de verres de vitraux du Moyen-Age*, atti del IX Congrès International du Verre, Communications artistiques et historiques (Versailles, 27 settembre - 2 ottobre 1971), Parigi, 1972, pp. 241-266.
- VASSAS 1971b
C.D. VASSAS: *Etude colorimétrique de verres de vitraux du Moyen Age*, atti del IX Congrès International du Verre, Communica-
tions artistiques et historiques (Versailles, 27 settembre - 2 ottobre 1971), Parigi, 1972, pp. 267-294.
- VELDE 2004
B. VELDE: *Les vitraux «bleus» de Chartres, compositions et origines*, 'Bulletin de l' AFAV, Association Internationale pour l'Histoire du Verre', (2004), pp. 25-27.
- VÉLIZ 2010
Z. VÉLIZ: *In quest of a useful blue in early modern Spain*, in KIRBY 2010, pp. 389-400.
- VENCLOVÁ 1983
N. VENCLOVÁ: *Prehistoric eye beads in Central Europe*, 'Journal of Glass Studies', 25 (1983), pp. 11-17.
- VERITÀ 1995
M. VERITÀ: *Analisi delle tessere musive vitree del battistero della basilica di San Marco in Venezia*, atti del convegno internazionale "Scienza e tecnica del restauro della basilica di San Marco" (Venezia, 16-19 maggio 1995), Venezia, 1999, pp. 567-585.
- VERITÀ 2007
M. VERITÀ: *L'influsso della tradizione islamica sulla chimica e sulla tecnologia del vetro veneziano*, in *Venezia e l'Islam. 828-1797*, catalogo dell'esposizione (Venezia, Palazzo Ducale, 28 luglio - 25 novembre 2007), Venezia, 2007, pp. 295-299.
- VERITÀ 2008
M. VERITÀ, S. RAPISARDA: *Studio analitico dei materiali musivi vitrei del XII-XIII secolo della Basilica di Monreale a Palermo*, 'Rivista della Stazione Sperimentale del Vetro', 38, n. 2 (2008), pp. 15-29.
- VERITÀ 2010
M. VERITÀ, P. SANTOPADRE, A. CONVENTI: *Studio dei materiali costitutivi di vetrate medievali dal complesso basilicale di San Francesco in Assisi*, 'Bollettino ICR', 20-21 (2011), pp. 17-45.
- VERMEYLEN 2010
F. VERMEYLEN: *The colour of money: dealing in pigments in sixteenth-century Antwerp*, in KIRBY 2010, pp. 356-365.
- VESELOVSKÝ 1997
F. VESELOVSKÝ, P. ONDRUŠ, J. KOMÍNEK: *History of the Jáchymov (Jochimsthal) ore district*, 'Journal of the Czech Geological Society', 42, n. 4 (1997), pp. 127-132.
- VIGENÈRE 1995
PHILOSTRATE: *Les images ou tableaux de platte-peinture. Traduction et commentaire de Blaise de Vigenère (1578)*, presentato e annotato da F. Graziani, tomo I, Parigi, 1995.

- VILLEFOSSE 1819
A.-M. VILLEFOSSE: *De la richesse minérale*, tomo I, Parigi, 1819.
- VIS 1945
D. VIS: *Drie eeuwen verf*, s.i.l., [1945].
- VIS 1978
E.M. VIS, C. DE GEUS: *Altholländische Fliesen*, 2 voll., Schiedam, 1978.
- VITRUVIO 1990
M. VITRUVIO POLLIONE: *De architectura libri X*, Pordenone, 1990.
- VIVIEN DE SAINT-MARTIN 1895
L. VIVIEN DE SAINT-MARTIN: *Nouveau dictionnaire de géographie universelle*, vol. VII, Parigi, 1895.
- VOLKER 1954
T. VOLKER: *Porcelain and the Dutch East India Company*, Leida, 1954.
- VOLKER 1959
T. VOLKER: *Japanese porcelain trade of the Dutch East India Company after 1683*, Leida, 1959.
- VON PALZT 1502
J. VON PALZT: *Celifodina*, Erfurt, 1502.
- VOORN 1960
H. VOORN: *De papiermolens in de provincie Noord-Holland*, Haarlem, 1960.
- WAGENBRETH 1952
O. WAGENBRETH: *Der Venediger-Stein am Brocken, ein bergbaugeschichtliches Kulturdenkmal ersten Ranges*, 'Bergakademie', 11 (1952), pp. 433-440.
- WAGENBRETH 1973
O. WAGENBRETH: *Von den Anfängen des Freiburger Bergbaus*, in 'Schriftenreihe', 1 [Stadt- und Bergbaumuseum Freiberg], (1973), pp. 5-17.
- WAGENBRETH 1985
O. WAGENBRETH, E. WÄCHTLER (a cura di): *Der Freiburger Bergbau. Technische, Denkmale und Geschichte*, Lipsia, 1985.
- WAGENBRETH 1990
O. WAGENBRETH (a cura di): *Bergbau im Erzgebirge, technische Denkmale und Geschichte*, Lipsia, 1990.
- WALFRIED 1883
J. WALFRIED: *Gewerbliches Leben am Breitenbache*, 'Mittheilungen des Vereins für Geschichte der Deutschen in Böhmen', XXI (1883), pp. 100-102.
- WALLACE 1959
W.A. WALLACE: *Magister Theodoricus de Vriburgho: De coloribus*, in *The scientific methodology of Theodor of Freiberg. A case study of the relationship between science and philosophy*, Fribourg, 1959, pp. 364-376.
- WALTON 2012
M. WALTON, K. EREMIN, A. SHORTLAND, P. DEGRYSE, S. KIRK: *Analysis of late Bronze Age glass axes from Nippur - A new cobalt colourant*, 'Archaeometry', 54 (2012), pp. 835-852.
- WARD 1998
R. WARD (a cura di): *Gilded and enamelled glass from the Middle East*, atti della conferenza organizzata da Association for the History of Glass e dal Department of Oriental Antiquities del British Museum (Londra, British Museum, 6-8 aprile 1995), Londra, 1998.
- WATNEY 1963
B. WATNEY: *English blue and white porcelain of the Eighteenth century*, Londra, 1963.
- WATT 1979
J.C.Y. WATT: *Notes on the use of cobalt in later Chinese ceramics*, 'Ars Orientalis', 11 (1979), pp. 63-85.
- WAY 1846
A. WAY: *Decorative processes connected with the arts during the Middle Ages. Enamel*, 'The Archaeological Journal', 2 (1846), pp. 155-172.
- WECZERKA 1977
H. WECZERKA: *Schlesien*, Stoccarda, 1977.
- WEINREICH 1932
H. WEINREICH: *Wort und Werkzeug in den Predigten des Johann Mathesius*, 'Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte', 4, n. 2 (1932), pp. 31-52.
- WEISGERBER 1948
L. WEISGERBER: *Walhisk. Die geschichtliche Leistung des Wortes welsch*, 'Rheinische Vierteljahrsblätter', 13 (1948), pp. 87-146.
- WEISGERBER 1959
L. WEISGERBER: *Die geschichtliche Kraft der deutschen Sprache*, Düsseldorf, 1959.
- WEN 2007
R. WEN, C.S. WANG, Z.W. MAO, Y.Y. HUANG, A.M. POLLARD: *The chemical composition of blue pigment on Chinese Blue-and-White porcelain of the Yuan and Ming dynasties (AD 1271-1644)*, 'Archaeometry', 49 (2007), pp. 101-115.
- WEN 2009
R. WEN, A.M. POLLARD: *Comparative study of cobalt blue pigment on Chinese Blue-and-White porcelain and Islamic glazed pottery*, in *Art technology. Sources and methods*, atti del "IV Forbes Symposium at the Freer Gallery of Art", a cura di B. McCarthy, E. Salzman Chase, L. Allison Cort, J.G. Douglas e P. Jett (Washington, 27-29 settembre 2007), Londra, 2009, pp. 24-32.

- WEN-CHEE MAO 1977
P. WEN-CHEE MAO: *Early blue and white*, 'Oriental Art', nuova serie, XXIII, n. 3 (1977), pp. 333-336.
- WERNER 1790
A.G. WERNER: *Traité des caractères extérieurs des fossiles*, Parigi, 1790.
- WERNER 1964
A.E. WERNER: *A new de Mayerne Manuscript*, 'Studies in Conservation', 9 (1964), pp. 130-134.
- WERNER 2004
W. WERNER, V. DENNERT: *Lagerstätten und Bergbau im Schwarzwald*, Freiburg im Breisgau, 2004.
- WHARTON 2010
S. WHARTON: *The materials of production in Italian Renaissance pottery: the inventory of Francesco di Luca, Orciolaio*, in KIRBY 2010, pp. 267-274.
- WHITEHOUSE 1999
D. WHITEHOUSE: *Introduction*, atti della conferenza internazionale *Majolica and glass from Italy to Antwerp and beyond. The transfer of technology in the 16th-early 17th century*, (Anversa, 3-5 giugno 1999), a cura di J. Veeckman, Anversa, 2002, pp. 13-22.
- WHITEHOUSE 2001
D. WHITEHOUSE: *Imitations of Islamic glass*, in CARBONI 2001, pp. 297-311.
- WIESSNER 1950
H. WIESSNER: *Geschichte des Kärntner Bergbaues*, parte I (*Geschichte des Kärntner Edelmetallbergbaues*), Archiv für Vaterländische Geschichte und Topographie, vol. XXXII, Klagenfurt, 1950.
- WIESSNER 1951
H. WIESSNER: *Geschichte des Kärntner Bergbaues*, parte II (*Geschichte des Kärntner Buntmetallbergbaues, mit besonderer Berücksichtigung des Blei- und Zinkbergbaues*), Archiv für Vaterländische Geschichte und Topographie, vol. XXXVI, Klagenfurt, 1951.
- WILKINSON 1947
C.K. WILKINSON: *Fashion and technique in Persian pottery*, 'Bulletin of the Metropolitan Museum of Art', VI, n. 3 (1947), pp. 99-104.
- WILSDORF 1954
H. WILSDORF: *Präludien zu Agricola*, Berlino, 1954.
- WILSDORF 1971
H. WILSDORF, W. QUELLMALZ: *Bergwerke und Hüttenanlagen der Agricola-Zeit*, Berlino, 1971.
- WILSDORF 1985
H. WILSDORF: *Einführung in die Bergmannssagen von den "Venedigern"*, in SCHRAMM 1985, pp. 219-259.
- WILSON 1936
W.J. WILSON: *An alchemical manuscript by Arnaldus de Bruxella*, 'Osiris', 2 (1936), pp. 220-405.
- WILSON 1991
T. WILSON (a cura di): *Italian Renaissance pottery. Papers written in association with a colloquium at the British Museum*, (Londra, British Museum, settembre 1987), Londra, 1991.
- WINKELMANN 1962
H. WINKELMANN: *Bergbau des Lebertals*, Lünen, 1962.
- WOOD 2007
N. WOOD, M.S. TITE, C. DOHERTY, B. GILMORE: *A technological examination of ninth-tenth century AD Abbasid blue-and-white ware from Iraq, and its comparison with eighth century AD Chinese blue-and-white Sancai ware*, 'Archaeometry', 49 (2007), pp. 665-684.
- WOOD 2009
N. WOOD, M.S. TITE: *Blue and white - the early years. Tang China and Abbasid Iraq compared*, in S. Person (a cura di), *Transfer: The Influence of China on World Ceramics Colloquies on Art and Archaeology in Asia n. 24*, Percival David Foundation of Chinese Art, School of Oriental and African Studies, London University, pp. 21-45.
- WOOD 2016
N. WOOD, S. PRIESTMAN: *New light on Chinese Tang Dynasty and Iraqi blue and white in the ninth century: the material from Siraf, Iran*, 'Bulletin of Chinese Ceramic Art and Archaeology', 7 (2016), pp. 47-60.
- WORMS 1904
S. WORMS: *Schwazer Bergbau im Fünfzehnten Jahrhundert*, Vienna, 1904.
- WRANÝ 1902
A. WRANÝ: *Geschichte der Chemie und der auf chemischer Grundlage beruhenden Betriebe in Böhmen bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts*, Praga, 1902.
- WU JUAN 2007
WU JUAN, PAU L. LEUNG, LI JIAZHI: *A study of the composition of Chinese blue and white porcelain*, 'Studies in Conservation', 52 (2007), pp. 188-198.
- WULFF 1966
H.E. WULFF: *The traditional crafts of Persia. Their development, technology, and influence on Eastern and Western civilisations*, Cambridge [Massachusetts] e Londra, 1966.

- WYCKOFF 1967
D. WYCKOFF: *Albertus Magnus. Book of minerals*, tradotto da D. Wyckoff, Oxford, 1967.
- WYPYSKI 1997
M.T. WYPYSKI, R.W. RICHTER: *Preliminary compositional study of 14th and 15th C. European enamels*, 'Techné', 6 (1997), pp. 48-57.
- WYPYSKI 2004
M.T. WYPYSKI: *Identification of 19th c. Limoges painted enamels at the Metropolitan Museum of Art - Characterization of enamel compositions*, in MÜSCH 2004, pp. 123-131.
- WYTTEBACH 1775
J.S. WYTTEBACH: *Reise durch die Alpen und das Wallisland*, 'Bernisches Magazin der Natur, Kunst und Wissenschaften', vol. I, parte II (1775), pp. 67-134.
- YAMASAKI 1959
K. YAMASAKI: *Introductory notes on the ancient glass of Japan*, 'Journal of Glass Studies', 1 (1959), pp. 87-88.
- YANG 1958
L.-S. YANG: *Chinese porcelains from the Ardabil Shrine, by John Alexander Pope. A review*, 'Harvard Journal of Asiatic Studies', 21 (1958), pp. 214-220.
- YAP 1982
C.T. YAP, S.M. TANG: *On Mn/Co ratio of recent Chinese blue-and-white porcelains*, atti del "2nd International Symposium on Radiation Physics" (Penang [Malaysia], 25-30 maggio 1982), pp. 573-579.
- YAP 1984a
C.T. YAP, S.M. TANG: *X-ray fluorescence analysis of Chinese porcelains from K'ang Hsi to modern times using Cd-109 source*, 'Applied Spectrometry', 38, n. 4 (1984), pp. 527-529.
- YAP 1984b
C.T. YAP, S.M. TANG: *X-ray fluorescence analysis of modern and recent Chinese porcelains*, 'Archaeometry', 26 (1984), pp. 78-81.
- YENER 1991
K.A. YENER, E.V. SAYRE, E.C. JOEL, H. ÖZBAL, I.L. BARNES, R.H. BRILL: *Stable lead isotope studies of Central Taurus ore sources and related artefacts from Eastern Mediterranean Chalcolithic and Bronze Age sites*, 'Journal of Archaeological Science', 18 (1991), pp. 541-577.
- YOUNG 1949
W.J. YOUNG: *Discussion of some analyses of Chinese underglaze blue and underglaze red*, 'Far Eastern Ceramic Bulletin', fasc. 8 (1949), pp. 19-26.
- YOUNG 1956
S. YOUNG: *An analysis of Chinese blue-and-white*, 'Oriental Art', nuova serie, II, n. 2, (1956), pp. 43-47.
- YU 1996a
K.N. YU, J.M. MIAO: *Non-destructive analysis of Jingdezhen blue and white porcelains of the Ming dynasty using EDXRF*, 'X-ray Spectrometry', 25 (1996), pp. 281-285.
- YU 1996b
K.N. YU, J.M. MIAO: *Non-destructive analysis of Jingdezhen blue and white porcelains*, 'Archaeometry', 38 (1996), pp. 257-262.
- ZÁMORA 2008
P. ZÁMORA, J. VOZÁR, T. TURČAN (a cura di): *History of mining in Slovakia*, Košice, 2008.
- ZECCHIN 1961
L. ZECCHIN: *Il vetro per gli antichi mosaici del duomo di Orvieto*, 'Giornale Economico della Camera di Commercio', XV (1961), pp. 1263-1270 [ripubblicato in ZECCHIN 1990, pp. 351-356].
- ZECCHIN 1986
L. ZECCHIN: *Il ricettario Darduin, Un codice vetrario del Seicento trascritto e commentato*, Venezia, 1986.
- ZECCHIN 1987
L. ZECCHIN: *Vetro e vetrai di Murano. Studi di storia del vetro*, vol. I, Venezia, 1987.
- ZECCHIN 1990
L. ZECCHIN: *Vetro e vetrai di Murano. Studi di storia del vetro*, vol. III, Venezia, 1990.
- ZEDLER 1733a
J.H. ZEDLER: *Grosses vollständiges Universal-Lexikon*, vol. IV, Lipsia, 1733.
- ZEDLER 1733b
J.H. ZEDLER: *Grosses vollständiges Universal-Lexikon*, vol. VI, Lipsia, 1733.
- ZEDLER 1749
J.H. ZEDLER: *Grosses vollständiges Universal-Lexikon*, vol. LX, Lipsia, 1749.
- ZEISIG 1743
J.C. ZEISIG: *Neues und wohleingerichtetes Mineral- und Bergwercks-Lexicon*, Chemnitz, 1743.
- ZHANG FUKANG 1986
ZHANG FUKANG, CHENG ZHUHAI, ZHANG ZHIGANG: *An investigation of ancient Chinese "Liuli"*, in SHANGHAI 1982, pp. 91-99.
- ZHANG FUKANG 1989
ZHANG FUKANG, M. COWELL: *The sources of cobalt blue pigment in ancient China*, 'Sciences of Conservation and Archaeology', 1 (1989), pp. 23-27 [in cinese].

- ZHANG ZHIGANG 1985
ZHANG ZHIGANG, GUO YANYI, CHEN YAOCHENG: *Blue-and-white porcelain of Jingdezhen folk kilns in Ming [abstract]*, atti del "The 2nd International Conference on Ancient Chinese Pottery and Porcelain", Pechino, 1985, p. 40.
- ZILCHER 1832
F.P. ZILCHER: *Die Herrschaft Schmalkalden*, Schmalkalden, 1832.
- ZIMMERMANN 1746
C.F. ZIMMERMANN: *Bericht von denen Blau-Farben-Wercken und Zugutmachung der Kobolde und Wissmuth-Graupen, in Ober-Sächsische Berg-Academie, in welcher die Bergwerks-Wissenschaften nach ihren Grund-Wahrheiten unter-suchet, und nach ihrem Zusammenhange entworfen werden*, parte III, Dresda e Lipsia, 1746, pp. 249-266.
- ZIMMERMANN 1752
C.F. ZIMMERMANN: *Mémoire sur la manière dont le Saffre ou la Couleur Bleue tirée du cobalt se fait en Saxe*, in HOLBACH 1752, pp. 589-600.
- ZIPPE 1857
F.X.M. ZIPPE: *Geschichte der Metalle*, Vienna, 1857.
- ZUCCHIATTI 2000
A. ZUCCHIATTI, A. BOUQUILLON, B. MOIGNARD, J. SALOMON, J.-R. GABORIT: *Study of Italian Renaissance sculptures using an external beam nuclear microprobe*, 'Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B', 161-163 (2000), pp. 699-703.
- ZUCCHIATTI 2002
A. ZUCCHIATTI, A. BOUQUILLON, G. LANTERNA, F. LUCARELLI, P.A. MANDÒ, P. PRATI, J. SALOMON, M.V. VACCARI: *PIXE and μ -PIXE analysis of glazes from terracotta sculptures of the della Robbia workshop*, 'Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B', 189 (2002), pp. 358-363.
- ZUCCHIATTI 2003
A. ZUCCHIATTI, A. BOUQUILLON, J. CASTAING, J.-R. GABORIT: *Elemental analysis of a group of glazed terracotta angels from the Italian Renaissance, as a tool for the reconstruction of a complex conservation history*, 'Archaeometry', 45 (2003), pp. 391-404.
- ZUCCHIATTI 2006
A. ZUCCHIATTI, A. BOUQUILLON, I. KATONA, A. D'ALESSANDRO: *The 'Della Robbia blue': a case study for the use of cobalt pigments in ceramics during the Italian Renaissance*, 'Archaeometry', 48 (2006), pp. 131-152.
- ZUMBULYADIS 2006
N. ZUMBULYADIS: *Meissen's blue and white porcelain*, Atglen (PA-USA), 2006.

ENEA
Servizio Promozione e Comunicazione
www.enea.it

Novembre 2016