Rapporto sugli usi energetici in ENEA

Anno 2018

Nino **Di Franco**

Con contributi di: Stefano **Agnoli**, Stefano **Anzola**, Mauro **De Marco**, Francesca **D'Onza**, Giambattista **La Battaglia**, Tommaso **Laviola**, Giuseppe **Nigliaccio**, Mario **Nocera**, Riccardo **Panichi**

ISBN: 978-88-8286-387-6

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

Rapporto sugli usi energetici in ENEA

Anno 2018

Nino Di Franco

con contributi di: Stefano Agnoli, Stefano Anzola, Mauro De Marco, Francesca D'Onza, Giambattista La Battaglia, Tommaso Laviola, Giuseppe Nigliaccio, Mario Nocera, Riccardo Panichi

2019 ENEA
Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

ISBN: 978-88-8286-387-6

Il testo non contiene parole di derivazione anglosassone, se non per i soli termini commerciali o per acronimi consolidati nel gergo tecnico.

Si ringraziano: Laura Palmas per il supporto fornito durante l'elaborazione del testo; Mario S.A. Jorizzo per i confronti e gli stimoli.

Rapporto sugli usi energetici in ENEA

Anno 2018

Numeri da ricordare

8.774 sono i tep consumati dall'ENEA nel 2018	• 1 tep corrisponde al calore sviluppato dalla combustione di una tonnellata di petrolio equivalente, ed è pari a circa 42 GJ. È l'unità di misura associata ai consumi energia primaria.
7,6 milioni di € è quanto l'ENEA ha speso nel 2018 per gli approvvigionamenti energetici	• La spesa è suddivisa in 6,5 milioni di € per gli usi elettrici e 1,1 milioni di € per gli usi termici.
-0,5% e +5% sono state rispettivamente la diminuzione dei consumi e l'aumento di spesa rispetto al 2017	• Negli ultimi 10 anni l'ENEA ha ridotto i propri consumi di energia primaria del 40%, e ha visto ridursi la relativa spesa del 21%.
85,0% è la percentuale di spesa per la fornitura elettrica	• I consumi di energia dell'ENEA sono sbilanciati sugli usi elettrici. La quota di energia primaria consumata come elettricità è del 76%, per combustibili è del 22,4%, per i trasporti è dello 0,2%.
3,55 sono i tep consumati annualmente da ogni dipendente	• Ogni dipendente ENEA ritira in media 70 kWh elettrici e 4,5 Sm^3 di gas naturale al giorno.
3.085 € è la spesa annua per la fornitura di energia per ogni dipendente	• …corrispondenti a 14,7 € al giorno per dipendente.

AFFILIAZIONI DEGLI AUTORI

Nino Di Franco

ENEA, Direzione Infrastrutture e Servizi (ISER),
Responsabile Uso Razionale Energia

HANNO FORNITO CONTRIBUTI

Stefano Agnoli, Stefano Anzola, Mauro De Marco, Francesca D'Onza,
Giambattista La Battaglia, Tommaso Laviola,
Giuseppe Nigliaccio, Mario Nocera, Riccardo Panichi

Responsabili Locali per la conservazione e l'Uso Razionale
dell'Energia nei Centri ENEA (ulteriori informazioni a pag. 11)

Indice

GLOSSARIO E DEFINIZIONI 7
CONVERSIONE TRA UNITÀ ENERGETICHE 8
Introduzione 9
PARTE I. GESTIONE DELL'ENERGIA IN ENEA 10
1. La prassi adottata 10
2. Centri ENEA e RRLL 11
3. Consumi energetici 13
4. Andamenti storici 23
5. Consumi di acqua 39
6. Attività del Gruppo di Lavoro Gestione Energia, 2011-2018 42
7. Proposte 49
PARTE II. GESTIONE DELL'ENERGIA NEI CENTRI ENEA 55
Area Bologna 56
CR Brasimone 60
CR Brindisi 62
CR Casaccia 64
CR Frascati 68
Laboratorio di Ispra 76
CR Portici 78
CR Saluggia 86
CRAM Santa Teresa 88
Roma, Sede legale ENEA 93
CR Trisaia 94
Bibliografia 104

Il presente documento è strutturato in due parti:

- nella **Parte I** viene descritto il sistema di gestione dell'energia in ENEA, i consumi energetici e di acqua, gli andamenti storici, le attività svolte, proposte per un uso più efficiente ed efficace dell'energia;
- nella **Parte II** sono riportati i singoli rapporti sugli usi energetici provenienti dai Centri.

Il documento contiene 34 tabelle, 55 grafici e 21 figure.

GLOSSARIO E DEFINIZIONI

APE Attestato di prestazione energetica. Si tratta di un «documento, redatto nel rispetto delle norme […] e rilasciato da esperti qualificati e indipendenti che attesta la prestazione energetica di un edificio attraverso l'utilizzo di specifici descrittori e fornisce raccomandazioni per il miglioramento dell'efficienza energetica» (D.Lgs 102/14)

ARERA Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente

COP Coefficiente di prestazione (per pompe di calore)

CR Centro di ricerca

CRAM Centro ricerche ambiente marino

CRESCO Centro Computazionale di Ricerca sui Sistemi Complessi

EGE Esperto in gestione dell'energia. Figura professionale certificata, i cui requisiti sono definiti dalla norma UNI CEI 11339. Per conseguire la certificazione è necessario possedere esperienza nel campo dell'uso razionale dell'energia e superare un esame scritto e orale tenuto presso società accreditate da ACCREDIA.

EPC Contratto a garanzia di prestazione. Si tratta di «accordo contrattuale tra il beneficiario o chi per esso esercita il potere negoziale e il fornitore di una misura di miglioramento dell'efficienza energetica, verificata e monitorata durante l'intera durata del contratto, dove gli investimenti (lavori, forniture o servizi) realizzati sono pagati in funzione del livello di miglioramento dell'efficienza energetica stabilito contrattualmente o di altri criteri di prestazione energetica concordati, quali i risparmi finanziari» (D.Lgs 102/14).

ESCO Società di servizi energetici, in particolare: «persona fisica o giuridica che fornisce servizi energetici ovvero altre misure di miglioramento dell'efficienza energetica nelle installazioni o nei locali dell'utente e, ciò facendo, accetta un certo margine di rischio finanziario. Il pagamento dei servizi forniti si basa, totalmente o parzialmente, sul miglioramento dell'efficienza energetica conseguito e sul raggiungimento degli altri criteri di rendimento stabiliti» (D.Lgs 102/14). Per poter svolgere alcune attività, la ESCO deve essere certificata secondo la norma UNI CEI 11352.

FER Fonti di energia rinnovabili

GdL Gruppo di Lavoro

GG Gradi giorno. Il grado giorno è dato dalla somma delle differenze positive fra la temperatura di comfort interno (per convenzione 20 °C) rispetto a quella esterna, nel periodo di riscaldamento invernale. Il periodo di riscaldamento è fissato in funzione della zona climatica. L'Italia è divisa in 6 zone climatiche secondo la seguente tabella.

Zona	Da [GG]	a [GG]	Ore/giorno	Data inizio	Data fine
A	0	600	6	1 dicembre	15 marzo
B	601	900	8	1 dicembre	31 marzo
C	901	1400	10	15 novembre	31 marzo
D	1401	2100	12	1 novembre	15 aprile
E	2101	3000	14	15 ottobre	15 aprile
F	3001	+ ∞	nessun limite		

GN Gas naturale

GPL Gas di petrolio liquefatti

MMS Martiri di Monte Sole

PdC Pompa di calore

PPP Partenariato pubblico-privato

RED Responsabile di edificio

RL Responsabile locale per l'uso razionale dell'energia

RURE Responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia

SI Sistema internazionale di unità di misura di cui alla direttiva del Consiglio CEE 18 ottobre 1971 (71/354/CEE) e successive modifiche e integrazioni. La direttiva è stata recepita in Italia dal D.P.R. n. 802/1982.

Sm^3 standard metro cubo

tep Tonnellata equivalente di petrolio

U.M. Unità di misura

ULA Unità lavorative annue; misurano il numero di posizioni lavorative ricondotte a misure standard a tempo pieno.

UTA Unità di trattamento aria

CONVERSIONE TRA UNITÀ ENERGETICHE

Per i vettori energetici utilizzati da ENEA, denunciati nella dichiarazione annuale, valgono i coefficienti di conversione in energia primaria riportati nella seguente tabella (mutuata dalla circolare MISE 18 dicembre 2014).

Combustibile	Unità	Fattore di conversione in tep
Gasolio[1]	t	1,02
	1.000 litri	0,860
Gas di petrolio liquefatti (GPL)[6] – stato liquido	t	1,10
Gas di petrolio liquefatti (GPL)[2][6] – stato liquido	1.000 litri	0,616
Gas di petrolio liquefatti (GPL)[3][5][6] – stato gassoso	1.000 Sm^3	2,53
Gas di petrolio liquefatti (GPL)[6] – stato liquido	1.000 Nm^3	2,67
Benzine autotrazione[4]	t	1,02
	1.000 litri	0,765
Gas naturale[5]	1.000 Sm^3	0,836
	1.000 Nm^3	0,882
Elettricità approvvigionata dalla rete elettrica	MWh	0,187

[1] È stata adottata una densità di 0,84 kg/dm^3
[2] È stata adottata una densità di 0,56 kg/l
[3] È stata adottata una densità di 2,3 kg/m^3 a T=15,5 °C e pressione atmosferica
[4] È stata adottata una densità di 0,74 kg/dm^3
[5] È stato adottato un fattore di conversione da Nm^3 a Sm^3 pari a: 1000 Nm^3=1055 Sm^3
[6] È stata considerata una proporzione tra Butano e Propano rispettivamente pari al 70% e 30%

Introduzione

L'art. 19 della legge 10/91 (*Norme per l'attuazione del PEN in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia*), prevede l'obbligo, da parte di soggetti industriali con un consumo annuale superiore a 10.000 tep, e di 1000 tep per soggetti non industriali, della nomina annuale di un Responsabile per la conservazione e l'Uso Razionale dell'Energia (RURE). La comunicazione della nomina del RURE deve essere associata alla dichiarazione dei consumi energetici annui, riferiti all'anno precedente, da inviare al Ministero preposto. Nel corso degli anni sono state emanate tre circolari ministeriali applicative dell'art. 19, l'ultima delle quali risalente al 18 dicembre 2014[1].

L'ENEA, in conseguenza dei propri consumi energetici annui, ottempera all'obbligo ed ha istituito un archivio dei consumi energetici dei singoli centri di ricerca e laboratori situati sul territorio nazionale.

Nel presente rapporto sono riportati i dati di consumo di dettaglio per l'anno d'obbligo 2018, oltre ai dati storici.

Le tabelle riassuntive sono state strutturate estrapolando i dati dalle schede predisposte dal RURE ENEA per raccogliere i dati di consumo e di spesa per ogni Centro ENEA (v. Allegato 1). Il consumo totale di energia annuale dell'ENEA è indicato nell'invio della comunicazione a FIRE tramite il nuovo applicativo informatico NEMO [3], di cui si riporta l'estratto in Allegato 3.

Nel corso del tempo, il RURE ha ritenuto opportuno istituire una banca dati anche per i consumi di acqua, chiedendo ai RRLL i relativi dati (v. Allegato 2). L'uso dell'acqua, pur non essendo questa una risorsa strettamente energetica, richiama l'attenzione anche su contenuti di carattere ambientale, esplicitando la considerazione che l'Ente manifesta per tali aspetti (oltre ai noti contenuti energetico/economici, dovuti alle necessità di pompaggio, presenti con diverse intensità nei vari Centri).

[1] L'art. 19 della legge 10/91 riporta:

1) *Entro il 30 aprile di ogni anno i soggetti operanti nei settori industriale, civile, terziario e dei trasporti che nell'anno precedente hanno avuto un consumo di energia rispettivamente superiore a 10.000 tonnellate equivalenti di petrolio per il settore industriale ovvero a 1.000 tonnellate equivalenti di petrolio per tutti gli altri settori, debbono comunicare al Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato il nominativo del tecnico responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia.*

3) *I responsabili per la conservazione e l'uso razionale dell'energia individuano le azioni, gli interventi, le procedure e quanto altro necessario per promuovere l'uso razionale dell'energia, assicurano la predisposizione di bilanci energetici in funzione anche dei parametri economici e degli usi energetici finali [...].*

A seguito della legge 10/91 sono state emesse tre circolari ministeriali applicative, con lo scopo di sollecitare l'applicazione dell'art. 19 e definire in modo più preciso le funzioni del Responsabile Uso Razionale dell'Energia:

I. **Circolare 219/F del 2 marzo 1992**, del Ministero dell'Industria, Commercio e Artigianato (ora MiSE), che stabilisce le funzioni che svolge il tecnico responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia. Indica inoltre il profilo culturale professionale di tale tecnico.

II. **Circolare 226/F del 3 marzo 1993**, (G.U. del 09/03/93, n.56), che fa riferimento all'Art.19 della Legge n. 10/1991 "Obbligo di nomina e comunicazione annuale del tecnico responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia". In essa si ribadisce quanto riportato nella precedente circolare e, tra l'altro, viene indicato lo schema di comunicazione da utilizzare.

III. **Circolare 18 dicembre 2014** "Nomina del responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia di cui all'art. 19 della legge 9 gennaio 1991 n. 10 e all'articolo 7 comma 1, lettera e) del decreto ministeriale 28 dicembre 2012", che istituisce una procedura informatizzata per la nomina del Responsabile per Uso Razionale dell'Energia (gestita sempre dalla FIRE), chiarisce aspetti riguardanti i soggetti obbligati, l'interazione della nomina con la presentazione di richieste di titoli di efficienza energetica (c.d. 'certificati bianchi'), la professionalità attesa del Responsabile Uso Razionale Energia, i contenuti energetici dei vari combustibili e il coefficiente di conversione in energia primaria dell'energia elettrica.

PARTE I. GESTIONE DELL'ENERGIA IN ENEA

1. La prassi adottata

- L'ENEA è soggetto non-industriale con un consumo superiore a 1000 tep/anno, quindi è obbligata alla nomina del Tecnico Responsabile per la conservazione e l'Uso Razionale dell'Energia-RURE in base all'art. 19 della l. 10/91. L'Agenzia ha ritenuto inoltre opportuno nominare i Responsabili Locali-RRLL, uno per ogni Centro di ricerca o sede (v. tab. 1 e fig. 1).
- La nomina dei Responsabili Locali per la conservazione e l'Uso Razionale dell'Energia è una possibilità prevista dalla legge; la scelta di procedere alla loro nomina ha rappresentato una precisa opzione, volta a supportare il Responsabile nell'esercizio delle proprie funzioni ed a costituire il riferimento locale per gli usi efficienti dell'energia.
- Il primo compito del RURE dell'ENEA, e di conseguenza dei RRLL, consiste nella raccolta dei dati relativi ai consumi di energia dell'anno precedente, per dare adempimento alla comunicazione da inviare obbligatoriamente alla FIRE entro il 30 aprile di ogni anno.

1.1 La raccolta e l'utilizzo dei dati energetici e di utilizzo dell'acqua

La procedura seguita per la predisposizione della comunicazione alla FIRE è la seguente:

I) entro il 31 marzo di ogni anno, il responsabile ISER nomina o conferma i RRLL;

II) sempre entro il 31 marzo, il RURE richiede ai RRLL:
   a) dati dei consumi energetici, tramite il modulo in allegato 1;
   b) dati dei consumi di acqua, tramite il modulo in allegato 2;
   c) un rapporto sugli usi energetici di Centro, con la descrizione dello status quo e delle proposte per interventi di razionalizzazione (v. Parte II);

III) il RURE elabora dati e informazioni raccolti ed invia la Comunicazione a FIRE, contenente:
   a) il nominativo del RURE ENEA con i consumi di energia complessivi relativi all'anno precedente (v. allegato 3);
   b) i nominativi dei RRLL con i consumi di energia dei singoli Centri ENEA relativi all'anno precedente;

IV) i nominativi di RURE e RRLL compaiono ufficialmente nel volume edito annualmente dalla FIRE *I responsabili per l'uso dell'energia in Italia* [4];

IV) il RURE elabora un rapporto annuale sullo stato generale degli usi energetici in ENEA, e lo invia al responsabile ISER e agli organi di vertice; lo diffonde in seguito a tutto il personale ENEA;

V) il RURE convoca una riunione annuale dei RRLL, al fine di fare il consuntivo delle attività svolte e programmare di massima le attività per l'annualità seguente.

2. Centri ENEA e RRLL

Tab. 1 - RURE e RRLL ENEA nominati per il 2018.

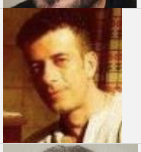
	Centro/Sede	Responsabile Nominato	Organico	Tel. Ufficio Mobile email	Titolo studio
	ENEA	**Nino Di Franco**	ISER	86 4833 320 4259137 nino.difranco@enea.it	Laurea in Ingegneria
	Bologna MMS, Medicina, Montecuccolino, Faenza	**Giuseppe Nigliaccio**	DTE-SEN-CROSS	84 3459 320 1137766 giuseppe.nigliaccio@enea.it	Laurea in Ingegneria
	Brasimone	**Riccardo Panichi**	ISER-BRA	81 2378 347 4676436 riccardo.panichi@enea.it	Diploma tecnico
	Brindisi	**Mauro De Marco**	ISER-BRI	91 202 393 1054711 mauro.demarco@enea.it	Diploma tecnico
	Casaccia	**Mario Nocera**	ISER-CAS	86 6065 339 2493656 mario.nocera@enea.it	Laurea in Architettura
	Frascati	**Stefano Agnoli**	ISER-UTFRA	87 5849 338 8940018 stefano.agnoli@enea.it	Laurea in Architettura
	Ispra, Saluggia	**Stefano Anzola**	ISER-SAL	83 3283 338 7783008 stefano.anzola@enea.it	Laurea in Ingegneria
	Portici	**Francesca D'Onza**	ISER-POR	89 2215 347 5629562 francesca.donza@enea.it	Laurea in Ingegneria
	Santa Teresa	**Tommaso Laviola**	ISER-STE	82 224 338 7001829 tommaso.laviola@enea.it	Laurea in Ingegneria
	Sede Legale	**Federico Cipolla**	ISER-UT	85 2250 329 8313321 federico.cipolla@enea.it	Laurea in Architettura
	Trisaia	**Giambattista La Battaglia**	ISER-UT-TRI	88 3418 335 1419857 giambattista.labattaglia@enea.it	Laurea in Ingegneria

Fig. 1 – Centri, Laboratori, Uffici ENEA.

Il CR Bologna comprende il Centro *E. Clementel* di via Martiri di Monte Sole (sito in Bologna), i laboratori di Montecuccolino e il sito di Medicina.
I siti di Don Fiammelli e via Fornaciai (Bologna) e Manfredonia (Monte Aquilone) sono stati dismessi.

ENEA ha inoltre attivi diversi uffici territoriali (Pescara, Potenza, Reggio Calabria, Genova, Milano, Ancona, Campobasso, Bari, Catania, Firenze, Perugia, Padova), oltre all'ufficio di Bruxelles; in tali siti l'energia non è fatturata direttamente, ma è ricompresa nell'importo di affitto che ENEA riconosce all'ente ospitante. Di conseguenza tali siti non rientrano nell'attuale analisi sugli usi energetici dell'Agenzia.

3. Consumi energetici

3.1 Consumi e costi per fornitura di energia primaria

La tab. 2 riporta i consumi energetici per il 2018, ed un raffronto col 2017.

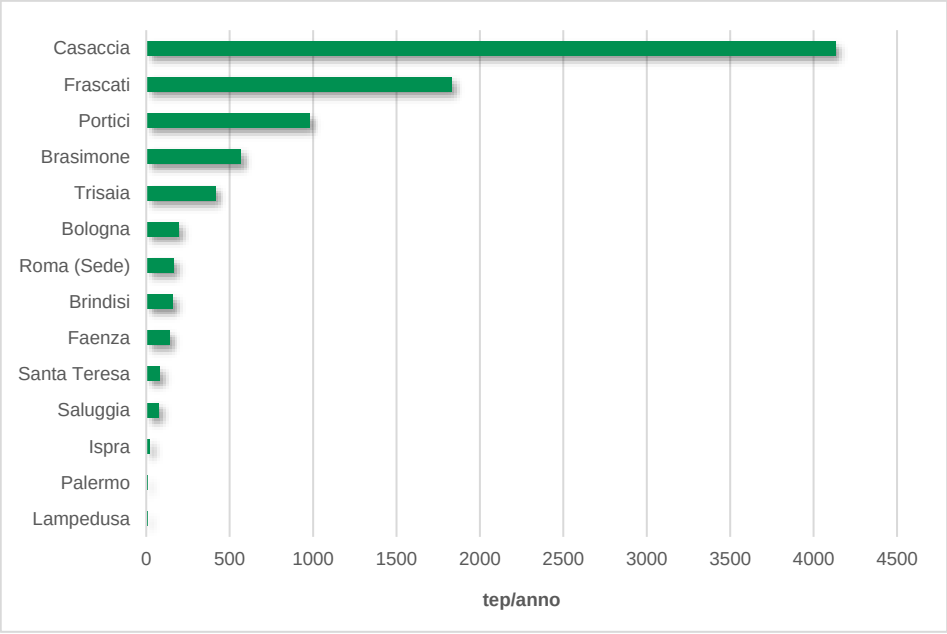
Tab. 2 - Consumi ENEA per l'anno 2018 e raffronto col 2017.

	Consumi 2018		Consumi 2017	Differenza 18/17	Differenza % 18/17
Centro/Sede	**tep**	**%**	**tep**	**tep ***	**Δtep/tep ****
Bologna	195	2,2%	202	-7	-3,3%
Brasimone	568	6,5%	502	66	13,2%
Brindisi	161	1,8%	170	-8	-5,0%
Casaccia	4.133	47,1%	3.978	155	3,9%
Faenza	139	1,6%	152	-14	-9,0%
Frascati	1.829	20,8%	2.122	-293	-13,8%
Ispra	23	0,3%	21	2	9,9%
Lampedusa	7	0,1%	6	1	8,5%
Palermo	8	0,1%	5	3	64,7%
Portici	979	11,2%	870	109	12,5%
Roma (Sede)	167	1,9%	206	-39	-18,9%
Saluggia	73	0,8%	86	-14	-15,7%
Santa Teresa	79	0,9%	81	-2	-1,9%
Trisaia	415	4,7%	414	1	0,3%
ENEA	8.774	100%	8.814	40	0,4%

* $(tep_{2018})-(tep_{2017})$
** $[(tep_{2018})-(tep_{2017})] / (tep_{2017}) \times 100$

- Nel 2018 l'ENEA ha consumato **8.774 tep**, con una riduzione dello 0,4% rispetto all'annualità precedente.
- Portici e Saluggia autoproducono piccole quote di energia elettrica (rispettivamente 0,9 e 0,1 tep).
- I CR a maggior concentrazione energetica sono Casaccia (47,1% dei consumi primari totali), Frascati (20,8%) e Portici (11,2%).

Nel successivo graf. 1 sono riportati in scala progressiva i consumi di energia primaria [tep] dei Centri.



Graf. 1 - Consumi energetici dei CR ENEA, 2018.

I consumi nei diversi CR sono distribuiti alla Pareto («*l'80 dei risultati è attribuibile al 20% delle risorse*»): il 20% dei CR e Sedi ENEA (14) è 3, e i tre CR più energivori, Casaccia, Frascati e Portici, coprono il 79% dei consumi primari ENEA (6.940 tep su 8.774).

La tab. 3 riporta i costi delle forniture energetiche nei vari CR, in termini assoluti, relativi e pro capite. Nel 2018 ENEA ha speso 7,497 M€, per un costo unitario di 854 €/tep. Il singolo dipendente incide per 3,55 tep/anno, per un costo energetico di 3036 €/pro capite.

Tab. 3 - Costi energetici e consumi specifici per CR/Sede e per dipendente, 2018.

Costi 2018 (compresa IVA)						
Centro/Sede	Costi [€]	Costi [%]	€/tep	n° dipendenti	tep/dip	€/dip
Bologna	194.864	2,6%	1000	211	0,96	924
Brasimone	585.926	7,7%	1032	77	6,12	7.609
Brindisi	165.129	2,2%	1026	84	2,07	1.966
Casaccia	2.970.158	39,0%	719	888	4,39	3.345
Faenza	138.051	1,8%	995	18	8,97	7.669
Frascati	1.804.448	23,7%	987	415	5,19	4.348
Ispra	24.234	0,3%	1072	18	1,14	1.346
Lampedusa	7.036	0,1%	1020	2	6,36	3.518
Palermo	5.275	0,1%	685	20	0,23	264
Portici	985.128	12,9%	1007	241(*)	3,49	4.088
Roma (Sede)	139.510	1,8%	835	260	0,79	537
Saluggia	70.904	0,9%	973	53	1,49	1.338
Santa Teresa	47.693	1,0%	601	48(*)	1,65	994
Trisaia	451.366	5,9%	1087	134	3,07	3.368
ENEA	7.616.664	100,0	868	2.469	3,55	3.085

(*) Compresi dipp. CNR.

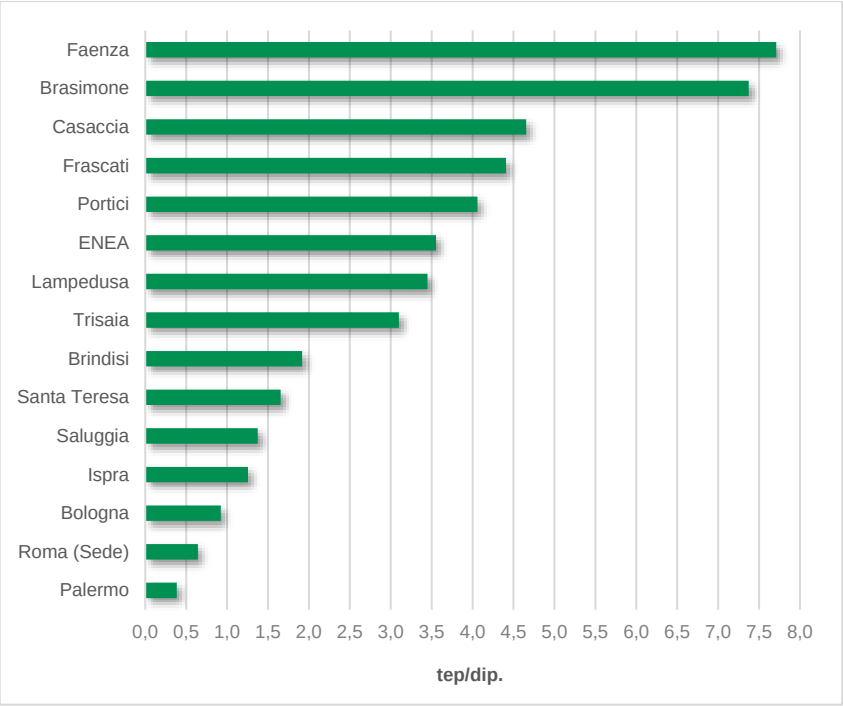
- In Tab. 3 non sono riportati i dipendenti che operano presso gli uffici regionali poiché in tali sedi l'energia non è fatturata ma è inclusa nel costo dei servizi.
- La spesa totale nel 2018, rispetto al 2017, è aumentata del 4,3% (7,6 M€ contro 7,3 M€).
- Il costo del tep è aumentato del 4,7% (868 €/tep contro 829 €/tep).
- È rimasto invariato il consumo annuo per dipendente (3,55 contro 3,53 tep/dip.)
- Il costo energetico annuo per dipendente è aumentato del 5,4% (3.085 contro 2.926 €/dip.)
- Il costo giornaliero pro capite per somministrazione di energia è di 14,70 €[2].

Tab. 4 e graf. 2 illustrano i consumi pro capite in scala progressiva per i vari CR/Sedi.

Tab. 4 - tep Vs unità di personale, per CR/Sede ENEA, 2018.

CR/Sede	tep/dip.
Palermo	0,4
Roma (Sede)	0,6
Bologna	0,9
Ispra	1,3
Saluggia	1,4
Santa Teresa	1,7
Brindisi	1,9
Trisaia	3,1
Lampedusa	3,5
ENEA	**3,6**
Portici	4,1
Frascati	4,4
Casaccia	4,7
Brasimone	7,4
Faenza	7,7

[2] I giorni/anno di lavoro ENEA sono 210, le ore/anno di lavoro sono 1487 (circ. ENEA/2018/20841/COM-ATS).

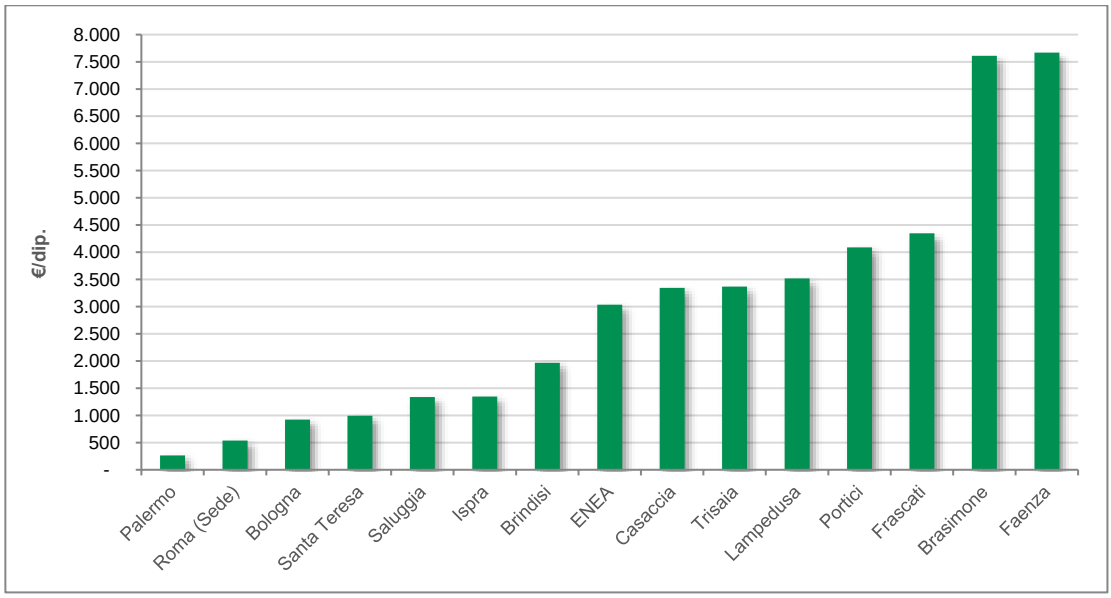


Graf. 2 – tep Vs unità di personale, per CR/Sede. ENEA, 2018.

- A fronte di una media di 3,6 tep/dip., i consumi specifici per CR sono molto dispersi; si riscontrano le code di 0,4 tep/dip. di Palermo (minima) e di 7,7 tep/dip. di Faenza (massima).

- Il graf. 3 riporta l'andamento dei costi energetici pro-capite nei vari CR ENEA. Risaltano i dati di Faenza e Brasimone, dovuti all'elevata concentrazione di potenza elettrica installata ed al numero di ore di funzionamento a fronte del basso numero di dipendenti presenti.

- A scopo di confronto, la domanda di energia primaria per abitante in Italia nel 2017 è stata di 2,6 tep/abitante ([2], pag. 32).



Graf. 3 – Costo pro capite per fornitura energetica per CR ENEA, 2018.

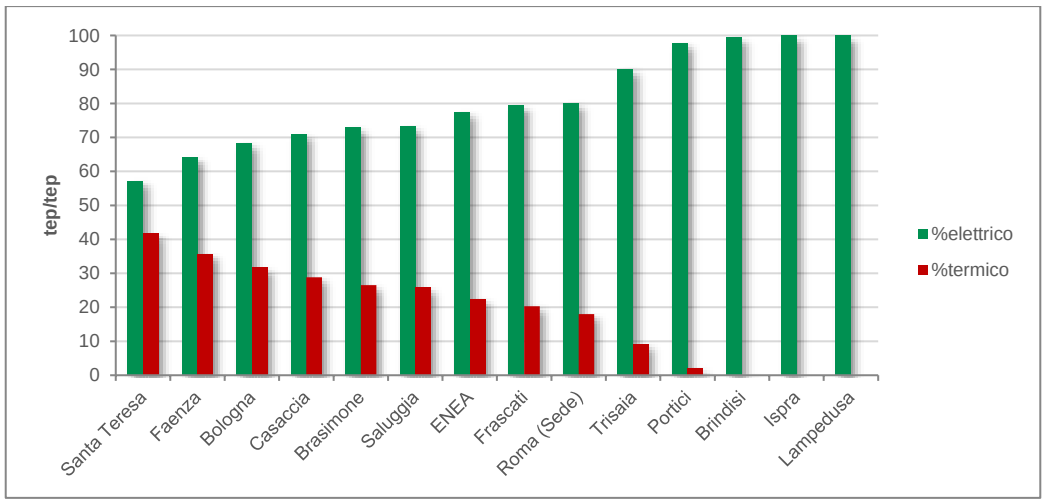
3.2 Suddivisione dei consumi per usi finali.

In base alle dichiarazioni provenienti dai CR/Sedi, la tab. 5 e il graf. 4 riportano la suddivisione dei consumi secondo gli usi finali elettrici, termici e trasporti, oltre all'energia elettrica autoprodotta (Portici e Saluggia).

Tab. 5 - Suddivisione dei consumi di energia primaria per uso finale, ENEA 2018.

	Consumi 2018 (tep)					Suddivisione	
Centro/Sede	elettrici	termici	trasporti	autoprod.	totale	% elettrico	% termico
Bologna		61,9					31,8
Brasimone		150,6					26,5
Brindisi		0,3					0,2
Casaccia		1.191,5					28,8
Faenza		49,6					35,7
Frascati		371,5					20,3
Ispra		0,0					0,0
Lampedusa		0,0					0,0
Palermo		0,0					0,0
Portici		19,0		0,9			1,9
Roma (Sede)		30,1					18,0
Saluggia		18,8		0,2			25,8
Santa Teresa		33,2					41,8
Trisaia		38,1					9,2
ENEA	6.789,0	1.964,6	19,6	1,1	8,774	77,4%	22,4%
	77,4%	22,4%	0,2%	0,01%	100,0%		

- La tab. 5 ed il graf. 4 riportano solo la suddivisione percentuale tra energia elettrica e termica per CR/Sede e per ENEA. Non sono apprezzabili graficamente, a causa dell'esiguità, i contributi per i trasporti e per l'autoproduzione.
- A Ispra e Lampedusa si utilizza esclusivamente energia elettrica. In Trisaia e a Portici l'uso di combustibili è marginale.
- Il profilo di consumo dell'ENEA per uso finale è quindi sbilanciato sui consumi elettrici, che coprono il 77,4% del totale (tep/tep). I consumi termici coprono il 22,4% ed i trasporti lo 0,2% del totale prelevato.



Graf. 4 - Suddivisione dei consumi di energia primaria per uso finale, ENEA 2017.

3.2.1 Energia elettrica

La tab. 6 riporta il consuntivo 2017 di consumi, costi e attribuzioni pro-capite per approvvigionamenti di energia elettrica per ogni Centro/Sede ENEA. È inoltre riportato il costo locale del kWh [€cent/kWh] prelevato da rete.

Tab. 6 - Consumi e costi per energia elettrica, ENEA 2018.

Centro/Sede	Dipendenti	MWh	€	€cent/kWh	MWh/dip	€/dip
Bologna	211	711,3	143.146	20,13	3,37	678
Brasimone	77	2.218,8	453.692	20,45	28,82	5.892
Brindisi	84	856,0	163.522	19,10	10,19	1.947
Casaccia	888	15.698,0	2.440.708	15,55	17,68	2.749
Faenza	18	477,2	97.273	20,38	26,51	5.404
Frascati	415	7.780,7	1.565.643	20,12	18,75	3.773
Ispra	18	121,0	24.234	20,03	6,72	1.346
Lampedusa	2	37,0	7.036	19,02	18,50	3.518
Palermo	20	41,0	5.275	12,87	2,05	264
Portici	24(*)	5.117,5	955.632	18,67	21,23	3.965
Roma (Sede)	260	716,0	111.579	15,58	2,75	429
Saluggia	53	286,3	45.946	16,05	5,40	867
Santa Teresa	48(*)	242,6	47.055	19,39	5,06	980
Trisaia	134	2.002,0	407.718	20,37	14,94	3.043
ENEA	2.469	**36.305,3**	6.468.458	17,82	14,70	2.620

(*) Compresi dipp. CNR.

- ENEA spende per energia elettrica l'84,9% del budget per approvvigionamenti energetici (=6,5 M€/7,6 M€).
- Il graf. 5 mostra i consumi pro capite di elettricità per ogni CR/Sede.
- I Centri che manifestano i maggiori consumi di elettricità pro capite sono Brasimone, Faenza e Portici (rispettivamente 28,8, 26,5 e 21,2 MWh/dip.).
- Le sedi di Palermo e Roma, in mancanza di laboratori e attività di ricerca, manifestano i minori consumi specifici (rispettivamente 2,1 e 2,7 MWh/dip).
- Ai CR di Frascati e Santa Teresa viene anche fatturata l'energia reattiva, per importi rispettivamente di 10.735 € e 21 €.

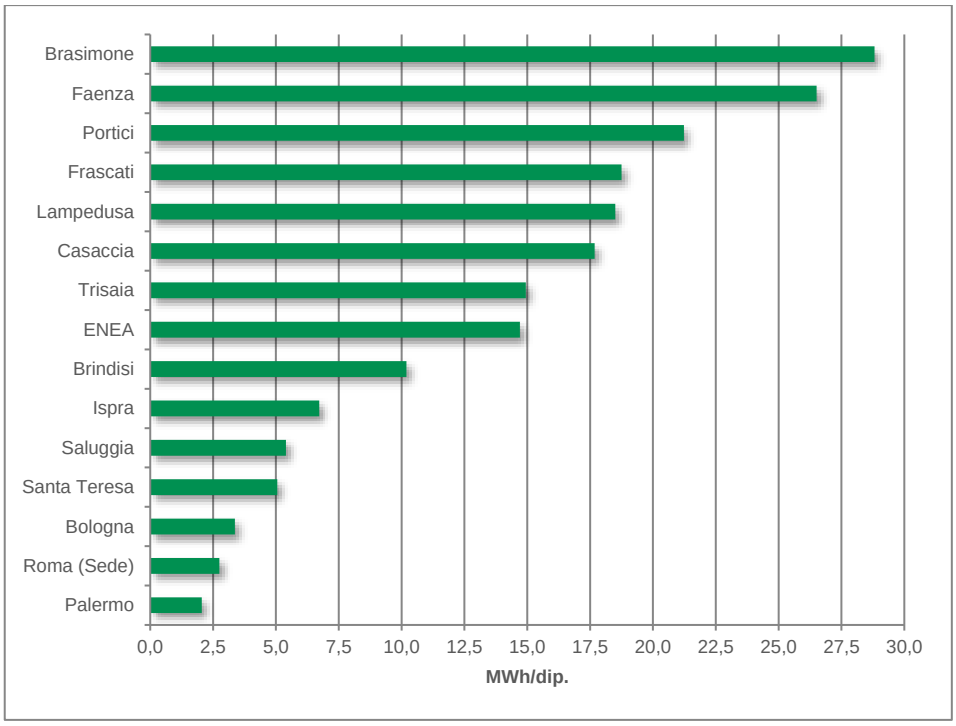
ENERGIA REATTIVA

Motori elettrici, ed in genere i carichi induttivi, provocano uno sfasamento temporale dell'onda di corrente rispetto all'onda di tensione nei cavi di alimentazione. Lo sfasamento è misurato dal coseno dell'angolo φ tra il vettore corrente e il vettore tensione, e induce un rimpallo di energia reattiva tra la rete esterna e gli utilizzatori.
Al di sopra di cos φ = 0,95 l'energia reattiva impegnata con la rete è concessa in franchigia; al di sotto viene erogata una 'penale'.

- Nel corso del 2018 il CR di Santa Teresa ha pagato 841 € per CTS (Corrispettivo Tariffario Specifico); riguardo la dichiarazione di adeguatezza, la situazione è in corso di risoluzione.
- Giornalmente, ogni dipendente in media consuma 70 kWh per una spesa di 12,5 €.

CTS

Il CTS si paga nel caso in cui:
1) il cliente in media tensione non abbia consegnato la dichiarazione di adeguatezza dell'impianto al proprio distributore di energia elettrica e la richiesta di connessione dell'impianto sia stata fatta in data antecedente il 16 novembre 2006;
2) la dichiarazione di adeguatezza del cliente sia stata revocata dal distributore a seguito di controlli che abbiano evidenziato la mancata rispondenza dell'impianto ai requisiti tecnici della delibera 333/07 e della delibera ARG/elt 33/08 [ARERA].



Graf. 5 - Suddivisione consumi di elettricità per CR ENEA, 2018.

- I Centri di Casaccia, Frascati e Portici insieme assorbono il 79% dell'energia elettrica globalmente ritirata da ENEA (distribuzione alla Pareto).
- Il costo del kWh varia da un minimo di 12,87 €cent (Palermo) ad un massimo di 20,45 €cent (Brasimone).
- ENEA ha poche leve per contenere il costo unitario dell'elettricità, considerato che tutti i contratti di somministrazione elettrica sono in Convenzione Consip (v. pag. seguente).

kilowatt e kilowattora

Il kilowatt-kW è l'unità di misura della potenza, il kilowattora-kWh è l'unità di misura dell'energia alimentata ad un utilizzatore che assorba 1 kW per la durata di 1 ora. In base al Sistema Internazionale (SI) delle unità di misura, recepito in Italia dal D.P.R. n. 802/1982, si scrivono rispettivamente "kW" e "kWh".
Qualunque altra scrittura è errata: KW, Kw, KW/h ecc. In Italia l'uso del SI è obbligatorio in documenti di valore legale. Il suo mancato uso può dare origine a sanzioni pecuniarie e/o all'invalidazione degli atti.

FASCE TARIFFARIE ORARIE

L'energia elettrica è fatturata in funzione del costo che il sistema elettrico deve sostenere per rendere disponibile il kWh marginale. Per tale motivo i contatori registrano i consumi ripartiti su tre fasce orarie, cui eventualmente si applicheranno diverse tariffazioni. Le fasce orarie sono le seguenti:

Fascia F1 (ore di punta): da lunedì a venerdì, dalle 8,00 alle 19,00, escluse le festività nazionali.

Fascia F2 (ore intermedie): da lunedì a venerdì, dalle 7,00 alle 8,00 e dalle 19,00 alle 23,00, escluse le festività nazionali.

Fascia F3 (ore fuori punta): da lunedì a sabato, dalle 00,00 alle 7,00 e dalle 23,00 alle 24,00 domenica e festivi, tutte le ore della giornata.

IL CONTRATTO ELETTRICO IN ENEA NEL 2018

Gli uffici e laboratori ENEA hanno in tutto 20 POD, distribuiti su 7 dei 16 Lotti regionali previsti dalle Convenzioni Consip succedutesi nel 2018 (EE14 e EE15).

Per la fornitura di energia elettrica, ciascun POD è rifornito mediante adesione alle precedenti Convenzioni Consip, ad eccezione di due POD siti in Lampedusa, riforniti mediante contratto con distributore locale (gli utenti dei microsistemi isolati insulari, ovvero delle piccole reti elettriche ubicate nelle isole minori non interconnesse alla rete di trasmissione nazionale, non possono approvvigionarsi da fornitore diverso dal distributore locale a causa dell'impossibilità tecnica di realizzare l'effettiva operatività del sistema di dispacciamento).

Le Convenzioni Consip 2018 prevedono la somministrazione di elettricità per 12 mesi a prezzo fisso o variabile.

I corrispettivi includono gli oneri relativi a:

- Sbilanciamento
- Quote di emissione della CO_2
- Normativa sui Certificati Verdi (CV)

Sono invece totalmente a carico dell'Amministrazione, alle condizioni stabilite dalle autorità competenti:

- Perdite di Rete Standard
- Servizio di Dispacciamento
- Servizio di Trasporto (trasmissione e distribuzione)
- Servizio di Misura
- Oneri di Sistema relativi al solo mercato libero come stabiliti, tempo per tempo, dall'ARERA.
- Imposte e Addizionali previste dalla normativa.

Per ciascun POD rifornito in Convenzione è stato scelto il prodotto a prezzo fisso o variabile a seguito di valutazioni di convenienza basate sui prezzi in ciascuna delle fasce orarie F1, F2 e F3, i rispettivi consumi e le previsioni dell'andamento dei prezzi nei 12 mesi successivi alla data di inizio fornitura.

Glossario della contrattualistica elettrica

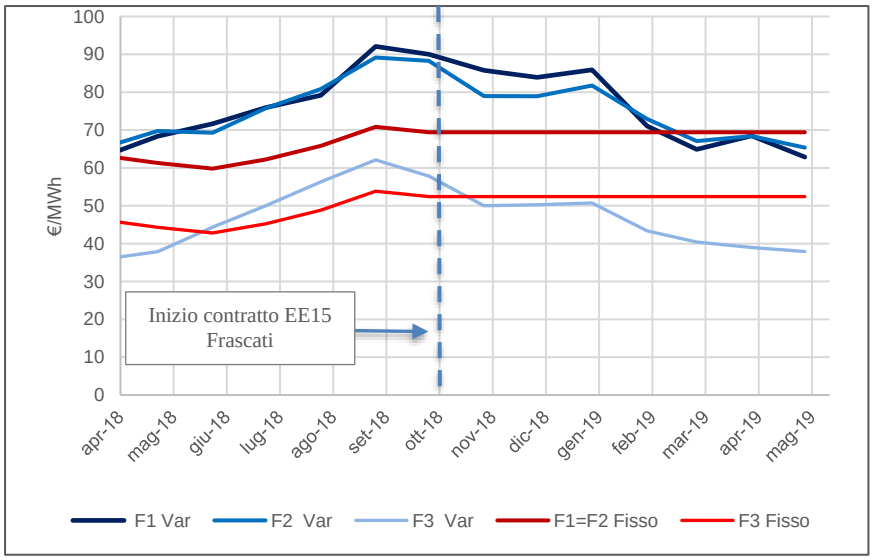
Consip La centrale acquisti della pubblica amministrazione italiana. Ogni anno indice una gara per selezionare le migliori proposte per la fornitura elettrica per i seguenti lotti: n. 1 - Valle d'Aosta, Piemonte; n. 2 - Provincia di Milano e Provincia di Lodi; n. 3 - Lombardia, escluse le Province di Milano e di Lodi; n. 4 - Trentino Alto Adige, Friuli Venezia Giulia; n. 5 - Veneto; n. 6 - Emilia Romagna; n. 7 - Sardegna, Liguria; n. 8 - Toscana; n. 9 - Marche, Umbria; n. 10 - Provincia di Roma; n. 11 - Lazio esclusa la Provincia di Roma; n. 12 - Abruzzo, Molise; n. 13 - Campania; n. 14 - Puglia, Basilicata; n. 15 - Calabria; n. 16 – Sicilia. Dal 2019 è previsto il Lotto n. 17 - Italia.

Dispacciamento La gestione dei flussi di energia sulla rete elettrica tramite disposizioni necessarie per il coordinamento degli impianti di produzione, la rete di trasmissione e i servizi ausiliari. In Italia il dispacciamento è operato da Terna SpA.

POD Punto di prelievo dell'elettricità. Il relativo codice individua univocamente il punto geografico in cui l'energia elettrica viene consegnata all'utente.

La tab. 6 mostra che i due Centri con i maggiori assorbimenti, Casaccia a Frascati, hanno avuto nel 2018 un costo specifico molto diverso: 15,55 c€/kWh in Casaccia e 20,12 c€/kWh a Frascati. Ciò è dovuto alla tempistica di adesione alle convenzioni Consip. Per es., il graf. 6 mostra che a Frascati la convenzione Consip EE15 è stata avviata a ottobre 2018; a tale data i prezzi variabili erano sensibilmente più alti dei prezzi fissi (90 €/MWh contro 70 €/MWh), e si è decisa un'adesione a prezzo fisso. Nell'arco dell'anno, tuttavia, a causa della volatilità dei prezzi energetici, si è verificato lo 'scavallamento' dei prezzi fissi su quelli variabili, e ciò può produrre, a consuntivo, un maggior onere complessivo, tuttavia non prevedibile a priori.

Come regola concettuale, col prezzo variabile si pagherà l'energia che si sarà ritirata ai correnti prezzi di mercato, quindi si sarà pagato il "giusto". Col prezzo fisso, invece, si sottoscrive in pratica una 'scommessa' con la società fornitrice: la decisione risulterà remunerativa se i prezzi futuri si manterranno mediamente superiori a quelli contrattualizzati nelle diverse fasce tariffarie; il contrario avverrà se i prezzi si manterranno mediamente inferiori ai prezzi vigenti al tempo dell'adesione alla convenzione.



Graf. 6 - Prezzo fisso Vs prezzo variabile al netto delle perdite di rete, Convenzione Consip EE15.

3.2.2 Energia termica

- Il vettore termico utilizzato in maggior quantità da ENEA per il riscaldamento degli ambienti è il gas naturale: il GN assorbe il 78,5% della spesa termica e copre l'88,4% del consumo termico. Diversi Centri tuttavia, non essendo in zona metanizzata, utilizzano gasolio e/o GPL. Ispra, Lampedusa e Palermo usano di combustibili.
- La tab. 7 riporta i consumi dei diversi vettori termici con relativi costi unitari.
- ENEA spende per combustibili per riscaldamento ambienti 1.019.842 €, pari al 13,6% della spesa energetica complessiva.
- I costi unitari del GN vanno da 0,36 €/Sm^3 (Casaccia) a 0,70 (Bologna).
- Il costo del GPL varia da 0,84 €/kg (Brasimone) a 1,38 (Brindisi). Il gasolio per riscaldamento varia da 1,12 €/kg (Trisaia) a 1,42 (Portici).

Metri cubi 'standard' e 'normali'

Il gas naturale, ai fini della fatturazione, è sempre riferito alle condizioni **standard** di pressione e temperatura (1,01 bar/101,325 kPa e 15 °C/288,15 K), ed è quindi misurato in Sm^3. Rispetto al Nm^3, metro cubo di gas in condizioni **normali** (1,01 bar/101,325 kPa e 0 °C/273,15 K) vale la seguente relazione, derivata dall'equazione di stato dei gas:

$1\ Nm^3 = 1{,}0549\ Sm^3$

Si ricorda che, in base al Sistema Internazionale delle unità di misura, va scritto "m^3", e non "mc", così come va scritto "m^2" e non "mq".

- Il laboratorio di Ispra è ospite del CCR (Centro Comune di Ricerca dell'Unione Europea), che fornisce acqua calda per riscaldamento prodotta da un impianto di cogenerazione. Attualmente non è possibile misurare le quantità erogate; ENEA, in base alla convenzione in essere, non sostiene costi.
- L'energia termica utilizzata a fini di processo/ricerca è marginale.

Tab. 7 - Consumi e costi per energia termica, ENEA 2018.

	Gas naturale			GPL			Gasolio riscaldamento		
Centro/Sede	Sm^3	costo [€]	€/Sm^3	t	costo [€]	€/kg	t	costo [€]	€/kg
Bologna	74.029	51.718	0,70						
Brasimone				105,7	88.686	0,84	33,7	39.930	1,19
					344,67				
	1.425.196		0,36						
	59.359		0,69						
	444.188		0,53		220,00				
							18,6		1,42
	36.000		0,65						
							18,4		1,31
	39.302		0,69						
					5.410		30,8		1,12
ENEA	2.078.074	893.350	0,43	112,2	94.661	0,84	101,5	125.009	1,23
Costo totale usi termici [€]		1.113.020							

IL CONTRATTO GAS NATURALE IN ENEA NEL 2018

Gli uffici e laboratori ENEA hanno in tutto 14 punti di riconsegna-PDR (9 nel solo CR di Frascati), distribuiti su 3 dei 9 Lotti regionali previsti dalle Convenzioni Consip attive nel 2018 (edizioni 10 e 11).

Per la fornitura di GN, ciascun PDR è rifornito mediante adesione alle precedenti Convenzioni Consip, che contemplano la possibilità di sottoscrivere un contratto a prezzi fissi o variabili (per la sola componente materia prima).

Nel caso di contratto a prezzo variabile, il valore relativo alla materia prima subisce trimestralmente l'adeguamento alle variazioni del mercato.

Nel caso di contratto a prezzo fisso, occorre sottoscrivere l'ODA almeno tre mesi prima, quindi senza conoscere il prezzo che verrà determinato alla data di decorrenza della fornitura e che rimarrà invariato per i 12 mesi seguenti.

I RUP di ogni PDR scelgono una fornitura a prezzo fisso o variabile in base al proprio profilo di prelievo, a simulazioni, sentito il RL e il responsabile ISER.

Glossario della contrattualistica termica

Consip La centrale acquisti della pubblica amministrazione italiana. Ogni anno indice una gara per selezionare le migliori proposte per la fornitura di gas naturale per i seguenti lotti: n. 1 - Valle d'Aosta, Piemonte, Liguria; n. 2 - Lombardia; n. 3 - Veneto, Trentino Alto Adige; n. 4 - Emilia Romagna, Friuli; n. 5 - Toscana, Umbria, Marche; n. 6 - Lazio; n. 7 – Abruzzo, Molise; n. 8 - Campania, Puglia, Basilicata; n. 9 - Calabria, Sicilia. Per l'edizione 11 (2019) è previsto anche il lotto 10-Italia. Per i dettagli: http://consip.it/bandi-di-gara/gare-e-avvisi/gara-gas-naturale-11

PDR Il PDR (Punto di Riconsegna) è un codice che corrisponde alla posizione geografica del contatore del gas, e identifica in modo univoco la singola utenza del gas.

3.2.3 Trasporti

- La tab. 8 riporta lo scorporo per i vari Centri di consumi e oneri per carburanti per i trasporti, necessari per alimentare il parco delle vetture a disposizione.
- Ispra, Lampedusa e Palermo non fanno uso di carburanti.

Tab. 8 - Consumi e costi per energia per trasporti, ENEA 2018.

	trasporti: gasolio (densità=0,84 kg/l)				trasporti: benzina (densità=0,74 kg/l)			
Centro/Sede	t	costo [€]	€/kg	€/l	t	costo [€]	€/kg	€/l
	0,51		1,66		1,07		1,76	
	1,80		1,48		0,50		1,89	
	0,35		1,78		0,249		2,50	
	2,20		2,14		3,36		2,36	
	0,60		1,66					
	0,12		1,77		2,09		2,16	
					1,60		1,90	
					3,00		1,56	
	0,046		1,96		0,368		2,24	
	0,54		1,18					
	1,48		1,55		0,71		1,91	
ENEA	7,15	12.243	1,71	1,44	11,88	23.932	2,01	1,49
Costo totale carburanti [€]		36.175						

- I costi energetici per i trasporti sono marginali (36.185 €, lo 0,5% della spesa complessiva per fornitura energetica).
- Riguardo il gasolio, i costi unitari sostenuti nel 2018 vanno da un minimo di 1,25 €/l (Brasimone) ad un massimo di 1,79 (Casaccia), per un costo medio sostenuto da ENEA di 1,44 €/l. Santa Teresa paga il gasolio 0,99 €/l, ma si tratta di gasolio per imbarcazioni.
- La benzina ha avuto un costo medio per ENEA di 1,49 €/l, con oscillazioni da 1,15 €/l (Roma Sede) a 1,85 (Brindisi).

4. Andamenti storici

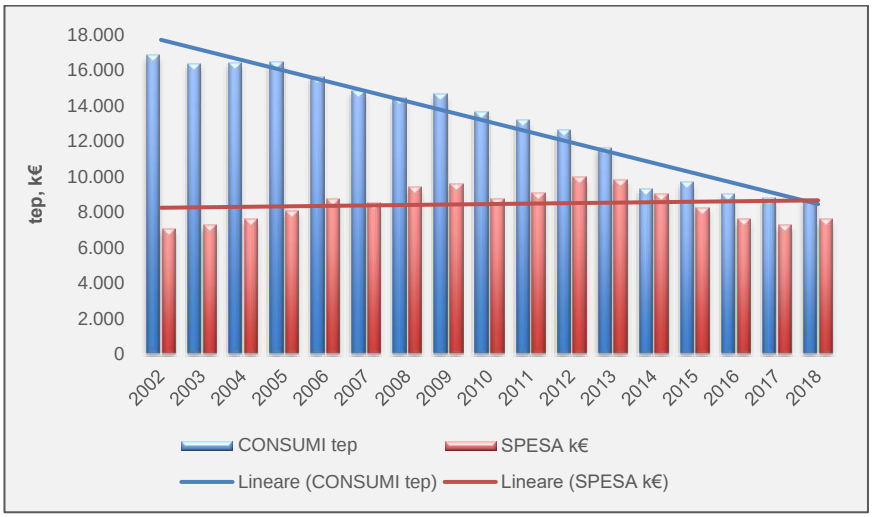
4.1 Energia primaria

La tab. 9 riporta l'energia primaria [tep] ritirata da ENEA nel periodo 2002÷2018, e la spesa annua sostenuta.

Il graf. 7 evidenzia l'andamento comparato 2002-2018 di consumi e costi, con relative linee di tendenza.

anno	consumi [tep]	spesa [k€]
2002	16.860	7.079
2003	16.390	7.289
2004	16.443	7.626
2005	16.476	8.109
2006	15.655	8.770
2007	14.862	8.517
2008	14.434	9.413
2009	14.668	9.590
2010	13.666	8.774
2011	13.189	9.093
2012	12.634	9.971
2013	11.651	9.846
2014	9.244	9.041
2015	9.685	8.253
2016	9.029	7.632
2017	8.814	7.305
2018	8.774	7.617

Tab. 9.



Graf. 7 - Consumi primari e spesa. ENEA, 2002÷2018.

I costi riportati per le varie annualità non sono attualizzati. Seppur con tale accezione, tab. 9 e graf. 7 evidenziano che:

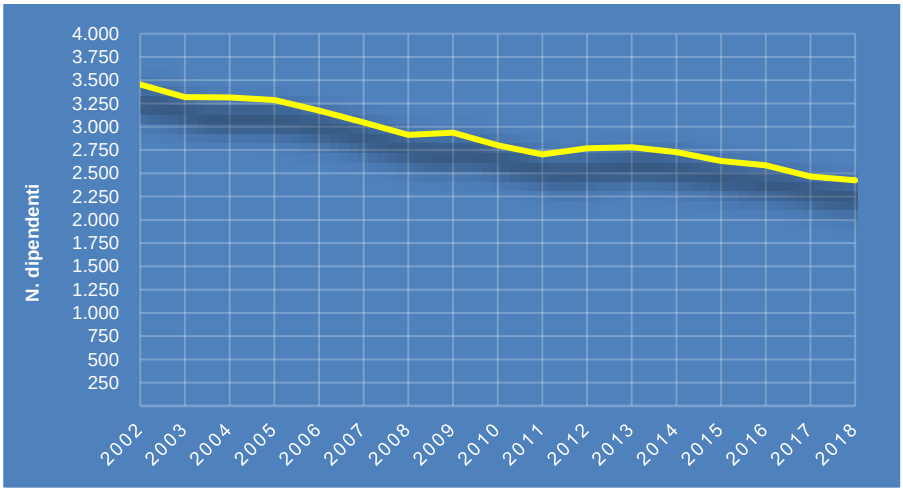
- nel 2002 ENEA consumava 16.860 tep per una spesa di 7.079 k€;
- nel 2018 ENEA ha consumato 8.774 tep (il -48% rispetto al 2002,) per una spesa di 7.617 k€ (+8%);
- i consumi si sono ridotti in sedici anni ad un tasso di erosione del 4,3% annuo (linea di tendenza blu in graf. 7); i costi nello stesso periodo sono aumentati ad un tasso dello 0,5% annuo (linea di tendenza rossa).

Il quasi dimezzamento dei consumi di energia primaria nel periodo 2002÷2018 non ha comportato una diminuzione dei costi, che invece sono seppur di poco aumentati.

Si rimanda al § 4.2 per le motivazioni. La tab. 10 e il graf. 8 riportano l'evoluzione nel tempo dell'organico ENEA (tempi determinati + indeterminati) negli anni 2002÷2018[3], cui si farà riferimento nelle successive elaborazioni.

anno	n. dipendenti
2002	3.455
2003	3.319
2004	3.315
2005	3.287
2006	3.174
2007	3.046
2008	2.912
2009	2.936
2010	2.801
2011	2.703
2012	2.768
2013	2.780
2014	2.726
2015	2.632
2016	2.585
2017	2.466
2018	2.425

Tab. 10.

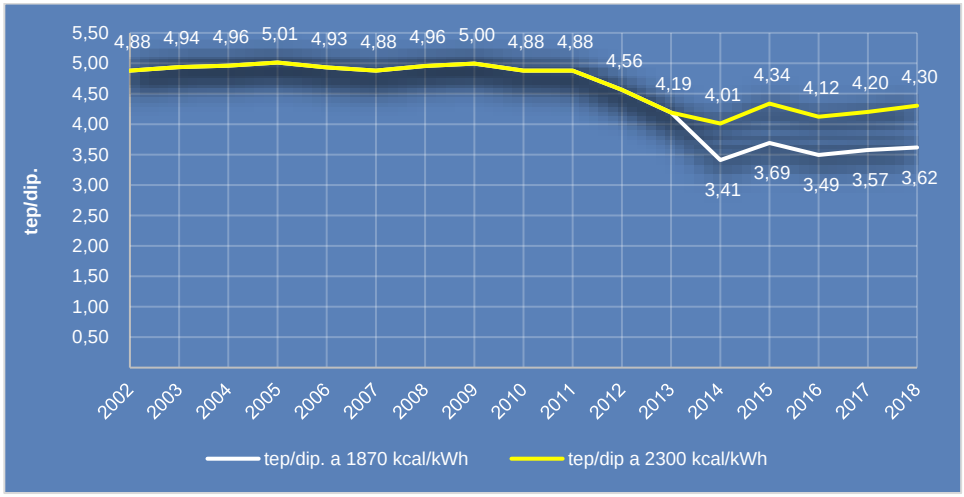


Graf. 8 – Evoluzione del numero di dipendenti. ENEA, 2002÷2018.

[3] Dati ufficiali forniti da PER-ROS, 2019.

Il graf. 9, ottenuto ripartendo anno per anno i consumi primari di tab. 9 sul relativo numero di dipendenti, mostra l'andamento nel tempo dell'indicatore *tep pro capite*.
A partire dal 2014 il grafico si sdoppia a causa della modifica del coefficiente di conversione tep/kWh, passato da 2,3 10^{-4} a 1,87 10^{-4} (equivalenti a 2300 e 1870 kcal/kWh rispettivamente, come da circolare MISE 18 dicembre 2014).

La modifica va tenuta in conto nella dichiarazione annuale del RURE, tuttavia essa crea disturbi alle statistiche interne all'ENEA, poiché l'efficienza con cui il sistema elettrico nazionale produce il kWh migliora nel tempo, e ciò induce, nella contabilità negli usi finali, incrementi dell'efficienza non dipendenti dalle effettive modalità gestionali.



Graf. 9 - Consumi pro capite in ENEA (anni 2002÷2018).

- Se a partire dal 2014 il kWh viene valutato a 1,87 10^{-4} tep, si verifica un miglioramento del 27% dell'indicatore kWh/dip. che passa da 4,9 (valor medio dell'indicatore 2002÷2013) a 3,6 (valor medio 2014÷2018, linea bianca in graf. 9). Tale miglioramento contiene tuttavia una frazione *virtuale* non agganciata a fattori 'reali' quali il numero di dipendenti o gli effetti di misure di efficientamento nel frattempo introdotte;
- se a partire dal 2014 il kWh viene valutato sempre a 2,3 10^{-4} tep, l'indicatore kWh/dip. passa da 4,9 a 4,2 (-14%). Tale decremento dell'indicatore, sicuramente più realistico, ha tuttavia un significato di difficile interpretazione; esso è stato infatti calcolato ipotizzando un coefficiente di conversione energia primaria/elettricità costante negli anni, pari a 2,3 10^{-4}, ipotesi sicuramente non verificata, sia perché l'attuale coefficiente di conversione è inferiore, sia perché l'effettivo coefficiente varia di anno in anno, e volerne tener conto richiederebbe laboriose elaborazioni di dati dalle statistiche ufficiali.

In conclusione, statistiche legate ai consumi di energia primaria vanno utilizzate con grande cautela.

Nel caso dell'ENEA, la diminuzione 'reale' (indipendente dal coefficiente di conversione) dei consumi primari realizzata negli ultimi sedici anni, testimoniata dalla tab. 9, ha una duplice motivazione:

1) la diminuzione del personale;
2) il miglioramento dell'efficienza negli usi finali indotto dal progressivo rinnovo delle infrastrutture (impianti e pertinenze).

È opportuno quantificare i due contributi, per avere nozione a priori delle ricadute energetiche che potranno produrre politiche di aumento/diminuzione del personale e/o di efficientamento delle infrastrutture. Questo è l'obiettivo dell'analisi che seguirà.

Il decremento dei consumi dovuto alla diminuzione del personale è calcolabile *ipotizzando un consumo specifico pro capite costante negli ultimi sedici anni, uguale a quello del 2002. La differenza tra la diminuzione complessiva dei consumi (per omogeneità, tutti i consumi 2002÷2018 sono valutati a 2,3 10^{-4} tep/kWh) e quanto attribuibile alla diminuzione del personale è ascrivibile all'efficientamento negli usi finali.*

La spezzata bianca del successivo graf. 10 rappresenta per le diverse annualità il consumo reale (valori in colonna D di tab. 11, valutati a 2,3 10^{-4} tep/kWh).

Il consumo pro capite del 2002 – pari a 4,88 tep/dip. – sia ora considerato fisso ed utilizzato per ricostruire il consumo che ENEA avrebbe avuto a parità di efficienza (per le annualità 2002÷2018 è il prodotto di 4,88 tep/dip. per il relativo numero di dipendenti), ottenendosi così la tab. 11 (colonna B) e la spezzata rossa di graf. 10; tale consumo è funzione esclusiva del numero di dipendenti. La differenza tra i valori al 2002 e al 2018, è:

16.860 - 11.834 = 5.026 tep

ed è il 78% della complessiva riduzione dei consumi desumibile dalla colonna D, pari a:

16.860 – 10.435 = 6.425 tep

e rappresenta il contributo dovuto alla parallela contrazione del 30% del personale, passato da 3455 a 2425 unità nel periodo 2002÷2018 (colonna A), con la diminuzione di 1030 unità.

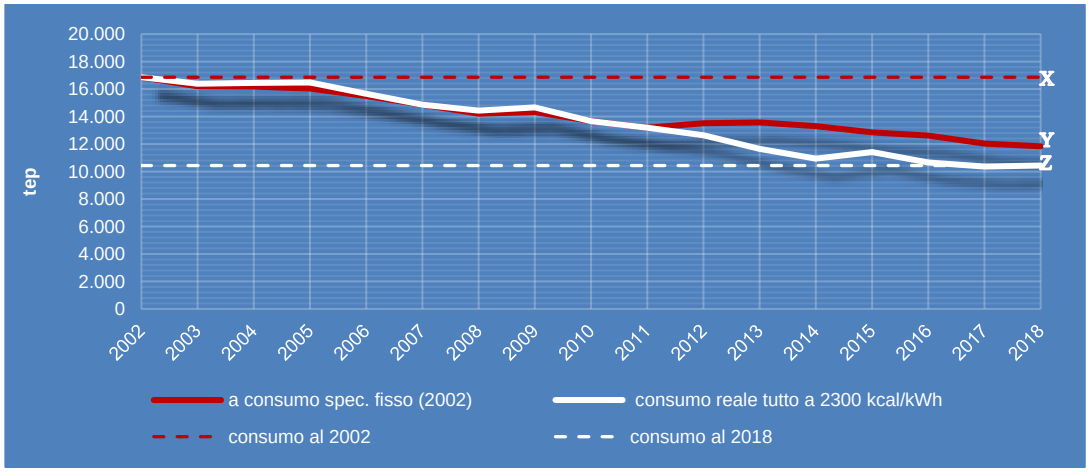
Le differenze di colonna E tra i valori delle colonne C e D rappresentano la diminuzione annua dei consumi dovuta agli efficientamenti. Al 2018, tale contributo è pari a:

11.834 – 10.435 = 1.399 tep,

il 22% della complessiva riduzione dei consumi tra il 2002 e il 2018.

Tab. 11 – Numero di dipendenti, tep/dip., consumi globali a efficienza fissa, consumi reali, diminuzione annua dei consumi. ENEA, 2002÷2018.

	A		B=4,88*A	C=16.860 B	D	E C D
anno	n. dip.	tep/dip.	a consumo spec. fisso (2002) [tep]	diminuzione consumi per personale [tep]	consumo reale a 2300 kcal/kWh [tep]	diminuzione con sumi per effi-cienza [tep]
2002	3.455	4,88	16.860	-	16.860	-
	3.319		16.196		16.390	
2004	3.315	4,96	16.177	683	16.443	-266
2005	3.287	5,01	16.040	820	16.476	-436
2006	3.174	4,93	15.489	1.371	15.655	-166
2007	3.046	4,88	14.864	1.996	14.862	3
2008	2.912	4,96	14.210	2.650	14.434	-224
2009	2.936	5,00	14.327	2.533	14.668	-341
2010	2.801	4,88	13.669	3.191	13.666	3
2011	2.703	4,88	13.190	3.670	13.189	1
2012	2.768	4,56	13.508	3.352	12.634	874
2013	2.780	4,19	13.566	3.294	11.651	1.915
2014	2.726	3,41	13.303	3.557	10.933	2.370
2015	2.632	3,69	12.844	4.016	11.414	1.429
2016	2.585	3,49	12.615	4.245	10.656	1.958
2017	2.466	3,57	12.034	4.826	10.361	1.672
2018	2.425	3,62	11.834	5.026	10.435	1.399



Graf. 10 – Consumi globali a efficienza fissa e consumi reali. ENEA 2002÷2018.

In conclusione, tra gli anni 2002 e 2018 si è avuta una contrazione dei consumi energetici di 6.425 tep (tratto X-Z in graf. 10), di cui il 78% (5.026 tep, tratto X-Y) è stato conseguito per la diminuzione del numero dei dipendenti, e il 22% (1.399 tep, tratto Y-Z) per l'efficientamento delle infrastrutture.

Il graf. 10 evidenzia l'accoppiamento, fino al 2011, tra consumo energetico e numero di dipendenti. Si è verificata quindi una diminuzione di

consumi di tipo infrastrutturale, e dal 2014 si è recuperato l'accoppiamento (parallelismo tra la linea rossa e la bianca). Ciò è coerente con i due livelli di consumo specifico evidenziati nel precedente graf. 9.

LA DIMINUZIONE DEI CONSUMI DI ENERGIA PRIMARIA NEL TEMPO…
è imputabile per il 78% alla diminuzione del numero dei dipendenti, e per il 22% all'efficientamento delle infrastrutture.

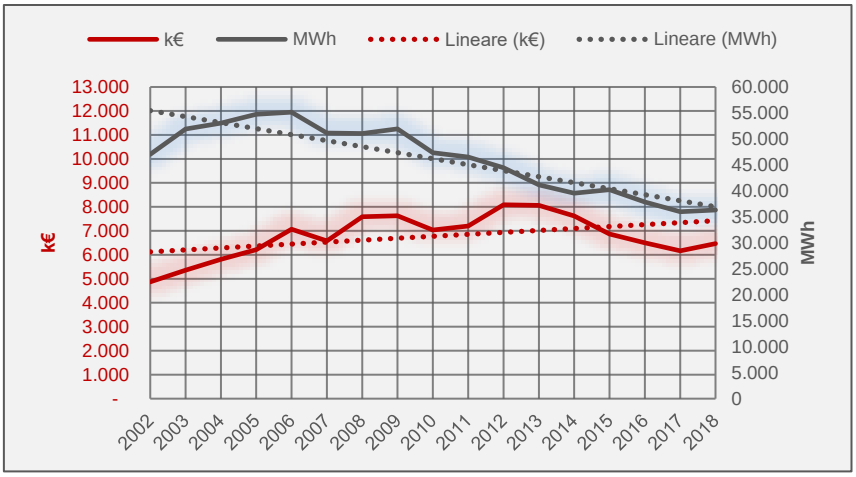
4.2 Energia elettrica

Tab. 12 e graf. 11 riportano i consumi elettrici [MWh] per ENEA nel periodo 2002÷2018, e la corrispondente spesa per fornitura elettrica (in migliaia di euro, k€). Si osserva come, a fronte della diminuzione dei consumi di elettricità nel periodo (-23%), la spesa corrispondente (non attualizzata) sia andata tuttavia crescendo (+33%). Ciò è causato dalla variazione nel tempo del costo della materia prima (il kWh), ma soprattutto dalla zavorra degli oneri di sistema, dovuti alla progressiva integrazione nel parco generatore di quote di produzione rinnovabile.
Per quanto riguarda per es. gli impianti fotovoltaici, a seguito dei successivi cinque 'Conti energia' succedutisi dal 2006 al 2012, sono stati installati in Italia 19,3 GW di potenza di picco, pari al 16,5% dei 117 GW di capacità installata lorda[4].

Riporta l'ARERA: *"Con le bollette dell'energia elettrica, oltre ai servizi di vendita (materia prima, commercializzazione e vendita), ai servizi di rete (trasporto, distribuzione, gestione del contatore) e alle imposte, si pagano alcune componenti per la copertura di costi per attività di interesse generale per il sistema elettrico nazionale: si tratta dei cosiddetti* ***oneri generali di sistema****, introdotti nel tempo da specifici provvedimenti normativi. Negli ultimi anni, gli oneri generali di sistema hanno rappresentato una* ***quota crescente e sempre più significativa della spesa totale annua di energia elettrica*** *degli utenti finali. Gli oneri generali sono applicati come maggiorazione della tariffa di distribuzione, (quindi all'interno dei servizi di rete), in maniera differenziata per tipologia di utenza." (www.arera.it/it/elettricita/auc.htm)*

anno	MWh	k€
2002	47.047	4.870
2003	51.895	5.360
2004	53.043	5.815
2005	54.733	6.210
2006	55.148	7.067
2007	51.126	6.576
2008	51.036	7.587
2009	51.925	7.631
2010	47.346	7.037
2011	46.514	7.200
2012	44.444	8.088
2013	41.166	8.062
2014	39.561	7.622
2015	40.228	6.869
2016	37.842	6.503
2017	35.988	6.168
2018	36.305	6.468

Tab. 12.



Graf. 11 - Consumi elettrici e spesa. ENEA 2002÷2018.

[4] Dati di potenza FV installata: Terna [5]. Per i costi dovuti alla produzione elettrica rinnovabile, GSE [6] riporta (pagg. 102÷103): «*I costi sostenuti dal GSE nel 2018 per la gestione dei meccanismi dedicati alle fonti rinnovabili e assimilate sono imputabili principalmente ai seguenti contributi:*

- *l'incentivazione dell'energia elettrica prodotta dagli impianti fotovoltaici (CE);*
- *l'incentivazione dell'energia elettrica prodotta dagli impianti ex-CV e una piccola quota residua di ritiro di CV;*
- *l'incentivazione dell'energia prodotta netta immessa in rete dagli impianti ammessi agli incentivi introdotti dal D.M. 6 luglio 2012 e dal D.M. 23 giugno 2016;*
- *l'acquisto dell'energia elettrica dai produttori che hanno una convenzione con il GSE, nell'ambito di uno dei meccanismi di incentivazione e ritiro dell'energia elettrica (TO ai sensi dei vari Decreti; CIP6/92, RID, SSP).*

Per l'anno 2018 i costi sostenuti dal GSE ammontano complessivamente a un valore pari a circa 13,4 mld€.»

In merito alla congruità della spesa sostenuta da ENEA nel tempo, è stata condotta un'analisi rispetto ai costi dell'elettricità reperiti sul portale di Eurostat all'indirizzo:

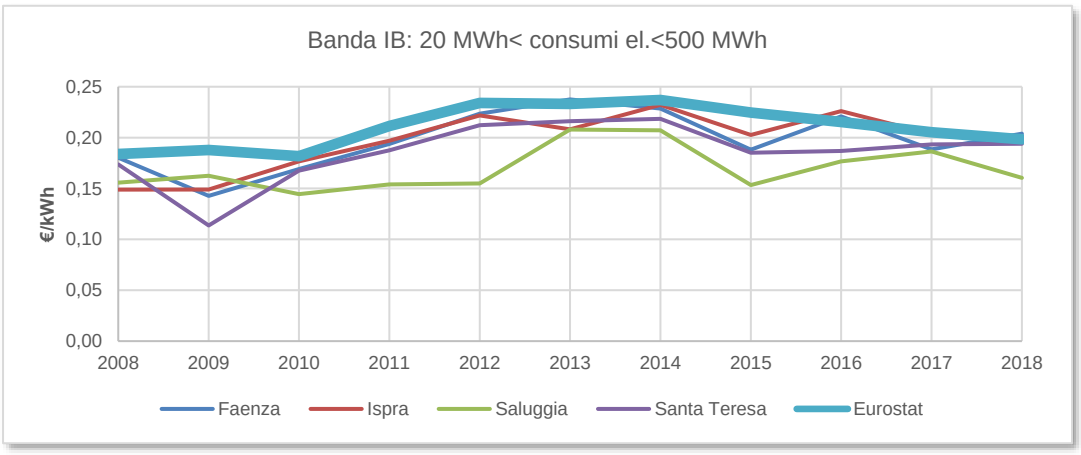
https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/database

I costi dell'elettricità sostenuti da utenti finali – domestici e industriali – sono suddivisi in diverse bande di consumo, in diverse divise valutarie, per tutti i paesi membri dell'UE. Per l'Italia, i dati di costo sono forniti a Eurostat da ARERA.
Per utenti 'non domestici', dal 2008 le bande di consumo sono state così codificate:

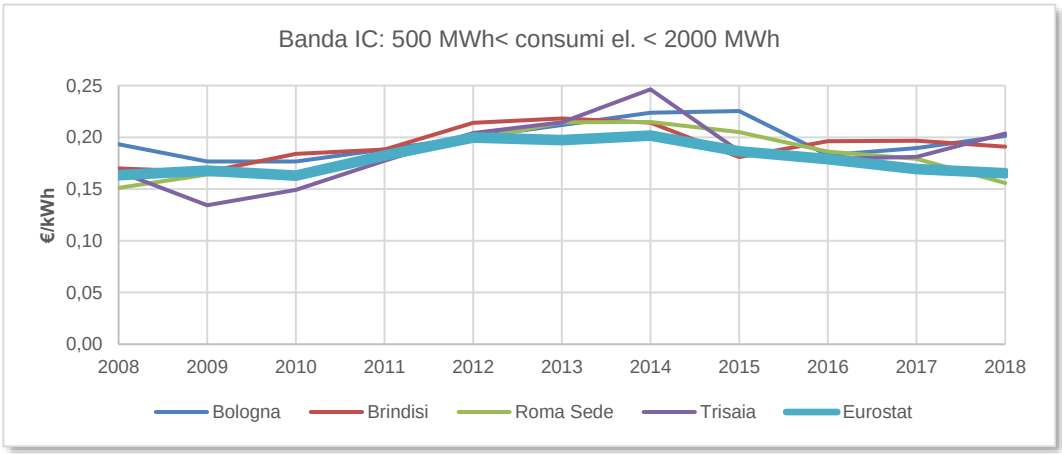
Codice Banda	Consumo C		
IA		C <	20 MWh
IB	20 MWh	< C <	500 MWh
IC	500 MWh	< C <	2.000 MWh
ID	2.000 MWh	< C <	20.000 MWh
IE	20.000 MWh	< C <	70.000 MWh
IF	70.000 MWh	< C <	150.000 MWh
IG		C >	150.000 MWh

Nella classe IB rientrano i Centri di Faenza, Ispra, Saluggia e Santa Teresa. Nella classe IC i Centri di Bologna, Brindisi, Roma Sede e Trisaia. Nella classe ID i Centri di Brasimone, Casaccia, Frascati e Portici.

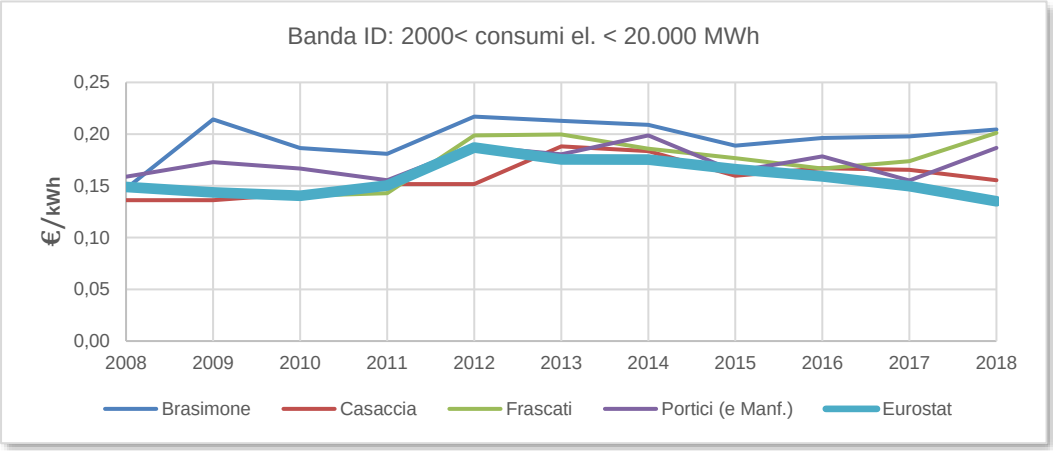
I graff. 12, 13, 14 mostrano il confronto tra il prezzo €/kWh sostenuto nelle diverse bande di consumo, rispetto ai prezzi medi forniti da Eurostat (comprensivi di oneri, tasse e IVA).



Graf. 12 – Andamento del costo del kWh per la banda IB. ENEA Vs Eurostat, 2008÷2018.



Graf. 13 – Andamento del costo del kWh per la banda IC. ENEA Vs Eurostat, 2008÷2018.



Graf. 14 – Andamento del costo del kWh per la banda ID. ENEA Vs Eurostat, 2008÷2018.

Per il periodo 2008÷2018 si hanno le seguenti evidenze:

Banda	ENEA media 2008÷2018	Eurostat	Scarto
	[€/kWh]	[€/kWh]	
IB	0,188	0,210	-10,8%
IC	0,190	0,180	+5,7%
ID	0,174	0,157	+10,8%

Nella banda IB il costo medio del kWh sostenuto nei vari Centri nel periodo 2008÷2018 è stato del 10,8% inferiore al dato nazionale medio Eurostat-ARERA. Nella banda IC il costo è stato superiore del 5,7% al dato nazionale. Nella banda ID il costo è stato superiore del 10,8%.
È molto complicato giustificare simili risultanze, le quali dipendono in modo sinergico e/o discordante dai seguenti fatti:

1. ENEA ha aderito negli ultimi 10 anni alle convenzioni Consip;
2. di conseguenza non ha avuto facoltà, se non molto limitata, di poter scegliere un proprio fornitore;
3. l'adesione ha prodotto indubbi vantaggi interni poiché ha evitato di indire gare, una per ogni Centro;
4. ogni utenza finale della PA ha un proprio profilo di consumo elettrico, che si può adattare più o meno al profilo tariffario a fasce orarie di Consip;
5. l'intera PA trarrebbe vantaggio se tutte le utenze aderissero alle convenzioni Consip, mentre alcune utenze, avendo un profilo di consumo non allineato al profilo Consip, risulteranno penalizzate;
6. questo è quello che probabilmente succede per le grandi utenze elettriche ENEA, cioè Casaccia, Frascati, Portici e Brasimone;
7. i prezzi Eurostat-ARERA sono una media sul territorio nazionale, per bande di consumo, delle utenze non domestiche; di queste fanno parte l'industria, il terziario, l'agricoltura, i trasporti, la Pubblica Amministrazione, per un assorbimento di circa 238 TWh (2018). La gara Consip EE15 per es. ha coperto 9,34 TWh;
8. le utenze che consumano molta energia elettrica, e che quindi sono alimentate in media o alta tensione, non hanno vantaggi tariffari sul costo 'materia prima', come viceversa avviene sul mercato libero;
9. si rimanda al § 4.4 per un'analisi più approfondita della problematica relativa alla differenza tra tariffe Consip e costi Eurostat.

La tab. 13 e il graf. 15 riportano lo storico dei consumi elettrici ENEA [MWh] e dell'indicatore kWh/dip. (anni 2002÷2018). Le due curve mostrano un andamento quasi sincrono, a indicare la stretta dipendenza dei consumi elettrici dal numero di dipendenti. È da notare che il consumo di elettricità annuo pro capite nel 2018 (14.971 kWh/dip.) è superiore a quello di 17 anni fa (13.617 kWh/dip.), nonostante i riammodernamenti infrastrutturali nel frattempo occorsi. La motivazione di tale aumento specifico è legata: 1) alla diminuzione del numero di dipendenti e 2) alla progressiva 'elettrificazione' dei consumi.

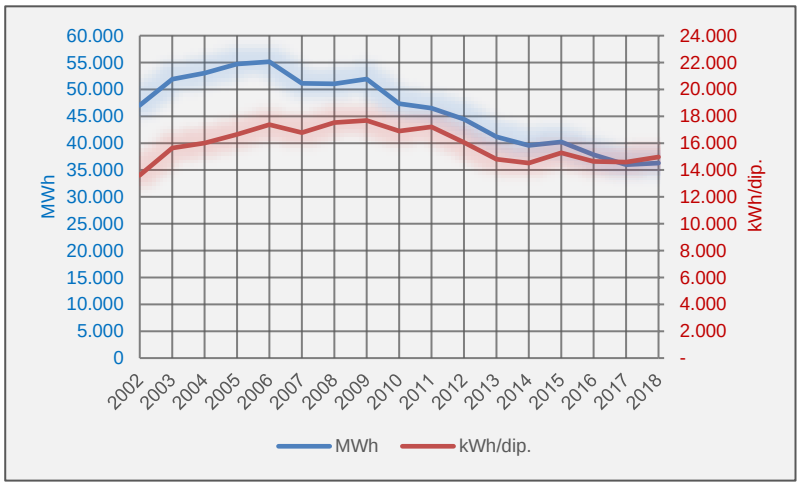
1) Al 2002 il consumo elettrico complessivo insisteva su 3455 dipendenti, fornendo un indicatore di consumo specifico annuo di 13.617 kWh/dip.; nel 2018 un consumo elettrico inferiore in valore assoluto (ma con un'inci-

denza di spesa superiore in termini percentuali del 17% rispetto al 2002), è stato distribuito su 2425 dipendenti, fornendo dunque un indicatore di 14.971 kWh/dip.

2) Per verificare la progressiva elettrificazione dei consumi dell'ENEA negli ultimi anni sarebbe fuorviante rapportare l'elettricità (in tep) all'energia primaria totale (tep) poiché tale confronto risentirebbe del coefficiente di conversione tep/kWh adottato, come visto al § 4. Il rapporto annuale tra i consumi di MWh 'elettrici' (MWh_e) e GJ 'termici' da combustibili e carburanti (GJ_t) è un indicatore senz'altro preferibile in quanto 'neutro' rispetto al coefficiente di conversione, e per la quantificazione del quale sono necessari dati derivati direttamente dai contatori fiscali. Si ottengono la tab. 14 e il graf. 16.

anno	MWh	kWh/dip.
2002	47.047	13.617
2003	51.895	15.636
2004	53.043	16.001
2005	54.733	16.651
2006	55.148	17.375
2007	51.126	16.785
2008	51.036	17.526
2009	51.925	17.685
2010	47.346	16.903
2011	46.514	17.208
2012	44.444	16.056
2013	41.166	14.808
2014	39.561	14.512
2015	40.228	15.284
2016	37.842	14.639
2017	35.988	14.594
2018	36.305	14.971

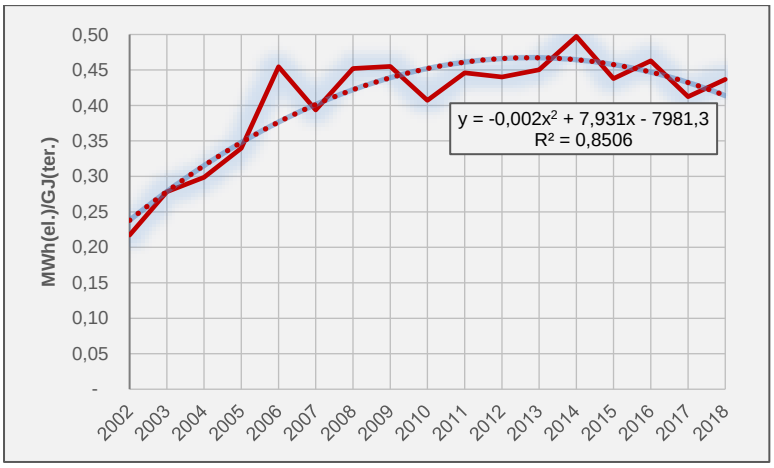
Tab. 13.



Graf. 15 – Consumi elettrici e consumi pro capite. ENEA 2002÷2018.

anno	MWh_e/GJ_t
2002	0,22
2003	0,28
2004	0,30
2005	0,34
2006	0,45
2007	0,39
2008	0,45
2009	0,45
2010	0,41
2011	0,45
2012	0,44
2013	0,45
2014	0,50
2015	0,44
2016	0,46
2017	0,41
2018	0,44

Tab. 14.

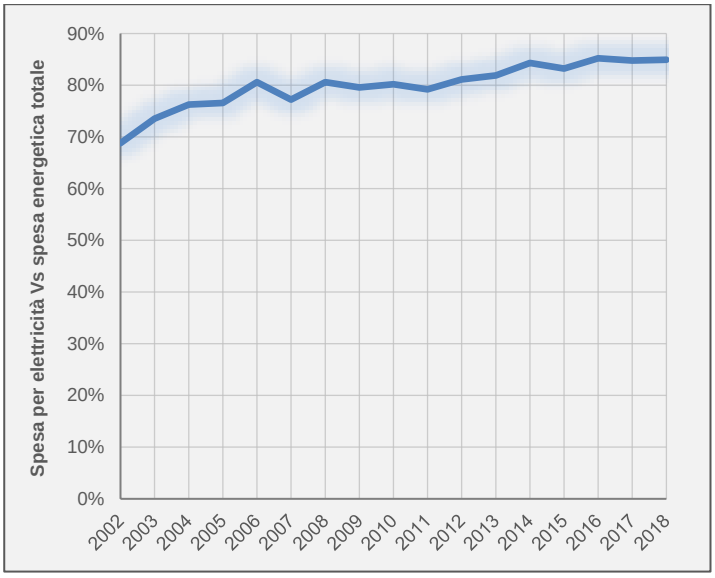


Graf. 16 – Rapporto MWh_e/GJ_t consumati. ENEA 2002÷2018.

Nel periodo 2002÷2018 l'incidenza dei consumi elettrici rispetto a quelli termici è quasi raddoppiata, passando da 0,22 a circa 0,45 MWh_e/GJ_t. Ciò corrobora l'ipotesi della progressiva elettrificazione dei consumi in Agenzia: il sempre maggior uso di elettricità rispetto ai combustibili ha avuto un'incidenza diretta sui costi sostenuti per gli approvvigionamenti energetici.
La tab. 15 e il graf. 17 illustrano la spesa sostenuta per l'energia elettrica rispetto alla spesa per la fornitura energetica totale: si è passati dal 69% del 2002 al l'86% del 2018.

Anno	A Spesa energia [€]	B Spesa elettricità [€]	B/A
2002	7.078.657	4.870.186	69%
	7.289.268		74%
	7.625.812		76%
	8.109.277		77%
	8.769.721		81%
	8.517.163		77%
	9.412.741		81%
	9.589.809		80%
	8.774.080		80%
	9.092.910		79%
	9.971.357		81%
	9.845.891		82%
	9.040.851		84%
	8.252.585		83%
	7.631.543		85%
	7.276.000		85%
	7.616.664		85%

Tab. 15.

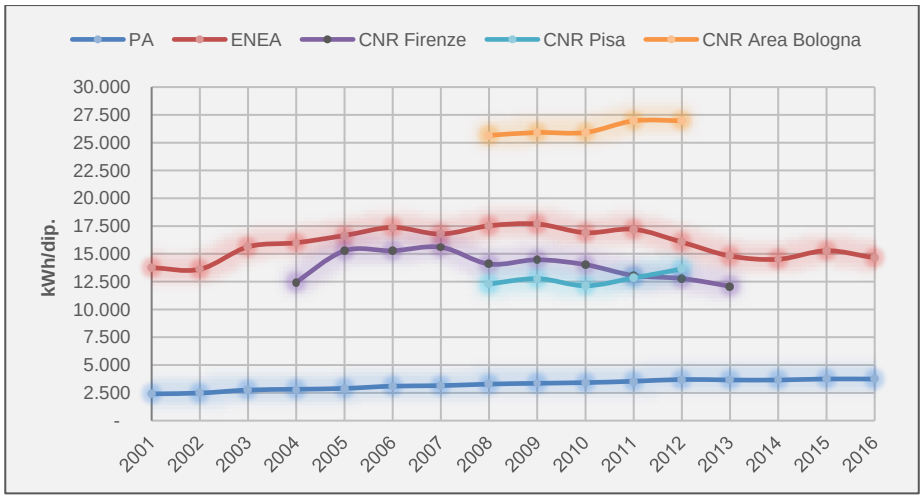


Graf. 17 – Incidenza spesa energia elettrica Vs spesa per fornitura energetica. ENEA 2002÷2018.

I dati di consumo elettrico pro capite dell'Agenzia sono stati confrontati con quelli dell'intera Pubblica Amministrazione e del CNR.
La tab. 16 e il graf. 18 mostrano il confronto tra il consumo elettrico pro capite in ENEA e nell'intera Pubblica Amministrazione (PA) per il periodo 2001÷2016[5]. Il graf. 18 evidenzia anche i consumi elettrici pro capite dei Centri CNR di Firenze, Pisa e Bologna (i più energivori) per le annualità 2004÷2013 (Firenze) e 2008÷2012 (Pisa e Bologna) [1].

Anno	kWh/(dip.) PA	ENEA
2001	2.404	13.761
2002	2.482	13.617
2003	2.753	15.636
2004	2.819	16.001
2005	2.898	16.651
2006	3.102	17.375
2007	3.146	16.785
2008	3.287	17.526
2009	3.357	17.685
2010	3.422	16.903
2011	3.538	17.208
2012	3.702	16.056
2013	3.655	14.808
2014	3.655	14.512
2015	3.747	15.284
2016	3.737	14.639

Tab. 16.



Graf. 18 – Consumi pro capite nella PA e in ENEA. 2001÷2016.

Il grafico mostra che:

- non è significativo confrontare i consumi elettrici dell'ENEA, orientati su attività di ricerca implicanti laboratori, relativi macchinari e impiantistiche, con quelli dell'intera PA, statisticamente afferenti ad attività di ufficio;
- il confronto con il maggior ente di ricerca nazionale, il CNR, sconta la difficoltà di reperimento dei relativi dati puntuali anno per anno e sede per sede, ricostruiti in questo rapporto in base alle informazioni attingibili in letteratura [1].

[5] Dati tratti da: http://www.istat.it/storage/politiche-sviluppo/Energia.xls, foglio 'Ind. 373'.

- pur con tali limitazioni, il grafico dà conto della grande dispersione dei dati di consumo elettrico pro capite tra i due enti di ricerca, dovuti alla specifica natura delle attività di ricerca localmente condotte e di conseguenza alle impiantistiche, all'intensità e ai tempi di inserzione su base annua;
- in letteratura non sono stati reperiti ulteriori dati o informazioni, oltre a quelli relativi al CNR, che consentano un confronto più approfondito;
- si rammenta che a livello di Centri di ricerca, per installazioni molto disperse sul territorio, è in pratica impossibile definire un'attività 'di riferimento' cui poter paragonare i propri consumi;
- per tali motivi si ritiene poco significativo un confronto tra i consumi dell'ENEA e quelli di altri istituti di ricerca.

- *L'attestazione dei risparmi conseguiti nel tempo in ENEA può avvenire assumendo come riferimento i consumi della stessa ENEA per le precedenti annualità, senza ricondursi ad una problematica 'media di settore'.*

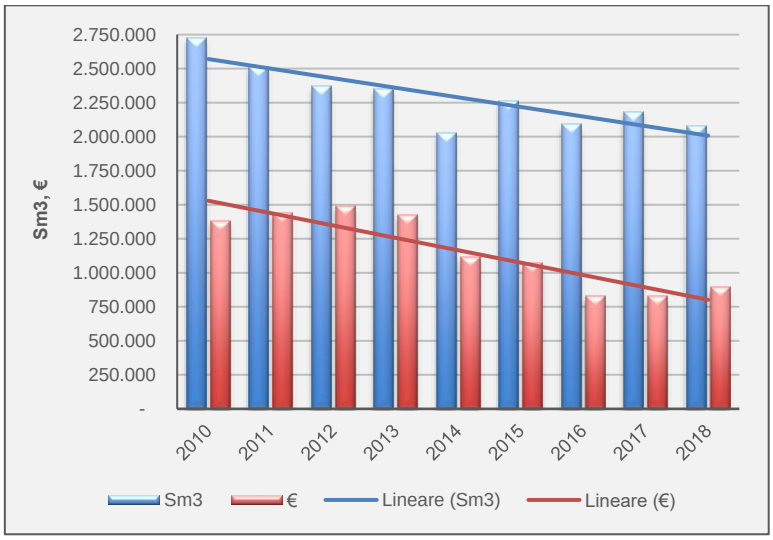
La congruità delle tariffe Consip è analizzata nel § 4.4.

4.3 Energia termica

L'energia termica viene prodotta nei Centri/Sedi ENEA tramite combustione di gas naturale, gasolio o GPL. Considerato che è il gas naturale-GN il combustibile maggiormente utilizzato in Agenzia (v. per es. la tab. 7), se ne riportano di seguito le statistiche di uso a partire dal 2010 (tab. 17 e graf. 19).

anno	Sm³/anno	€/anno
2010	2.724.399	1.382.056
2011	2.513.142	1.442.129
2012	2.371.000	1.489.740
2013	2.349.000	1.427.265
2014	2.030.000	1.117.537
2015	2.260.000	1.071.848
2016	2.090.000	833.459
2017	2.186.000	859.600
2018	2.077.331	893.350

Tab. 17.



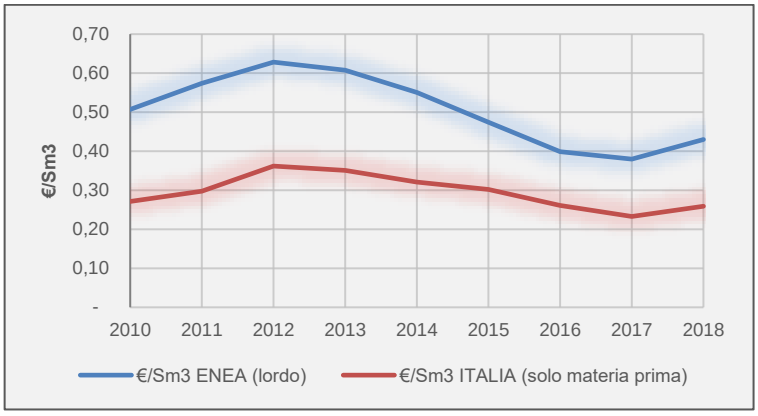
Graf. 19 - Consumi annui di gas naturale e spesa. ENEA 2010÷2018.

I dati evidenziano che, negli ultimi 9 anni:

- il consumo annuo di GN è diminuito al tasso del -3%/anno;
- la spesa è diminuita al tasso di -4,7%/anno; di ciò è testimone la divaricazione tre le rette tendenziali del graf. 19;
- l'andamento del costo specifico del gas naturale è corroborato da statistiche Eurostat. La tab. 18 e il graf. 20 raffrontano in particolare il costo specifico lordo (€/Sm³) sostenuto da ENEA nel periodo 2010÷2018 col costo della sola materia prima somministrato a utenze non domestiche (Eurostat, dati riferiti a Italia, https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do), per scaglione di consumo di GN compreso tra 10.000 e 100.000 GJ (nel 2018 ENEA ha consumato 72.000 GJ). Lo scarto tra le due curve è dato dalle componenti di oneri di sistema, trasporto e tassazione. Le due curve hanno un andamento sincrono, a dimostrare che l'evoluzione di costo unitario sostenuto da ENEA nel tempo ha seguito la dinamica di variazione del costo (componente 'energia') del GN a livello nazionale.

	€/Sm³ ENEA (lordo)	€/Sm³ Italia (solo materia prima)
2010	0,51	0,27
2011	0,57	0,30
2012	0,63	0,36
2013	0,61	0,35
2014	0,55	0,32
2015	0,47	0,30
2016	0,40	0,26
2017	0,38	0,23
2018	0,43	0,26

Tab. 18.



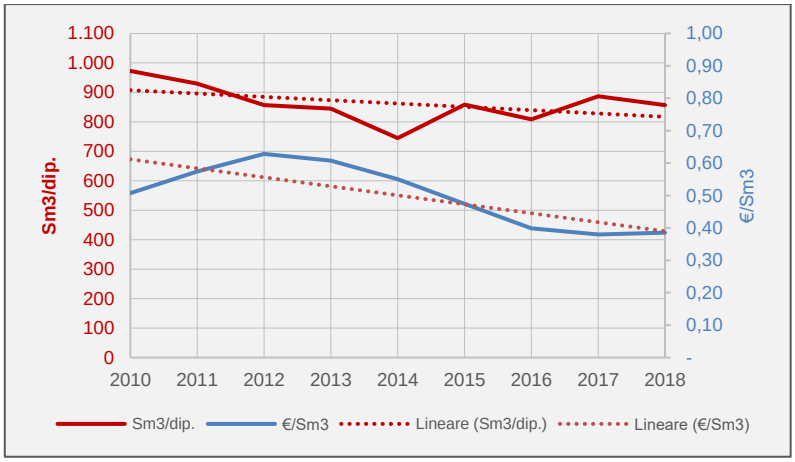
Graf. 20 – Confronto tra costi del GN per ENEA e Italia, 2010÷2018.

La tab. 19 e il graf. 21 mostrano l'andamento nel tempo degli indicatori di consumo specifico Sm³/dip. e di costo unitario del GN in €/Sm³.
L'indicatore Sm³/dip. mostra una lieve diminuzione nell'arco del tempo (da 973 a 857 Sm³/dip.), con decremento del -1,4%/anno.

Il costo del GN, in controtendenza rispetto all'andamento del costo dell'elettricità, è diminuito per ENEA da 0,48 a 0,39 €/ Sm³ dal 2010 al 2018, con decremento del -2,3%/anno.

anno	Sm³/dip.	€/Sm³
2010	972,5	0,48
2011	929,7	0,63
2012	856,6	0,63
2013	845,0	0,61
2014	744,7	0,55
2015	858,7	0,47
2016	808,5	0,40
2017	886,5	0,39
2018	856,6	0,43

Tab. 19.



Graf. 21 – Consumo pro capite e costo del GN. ENEA 2010÷2018.

La disponibilità dei dati forniti da ARERA a Eurostat[6], raggruppati per classi di consumo, consente un raffronto tra i costi unitari sostenuti da ENEA e quelli praticati a livello nazionale.
I prezzi del GN sono stati definiti mediamente all'interno delle classi di consumo riportate nella seguente tabella, per un potere calorifico superiore del GN stabilito da Eurostat pari a 0,037652 GJ/Sm³.

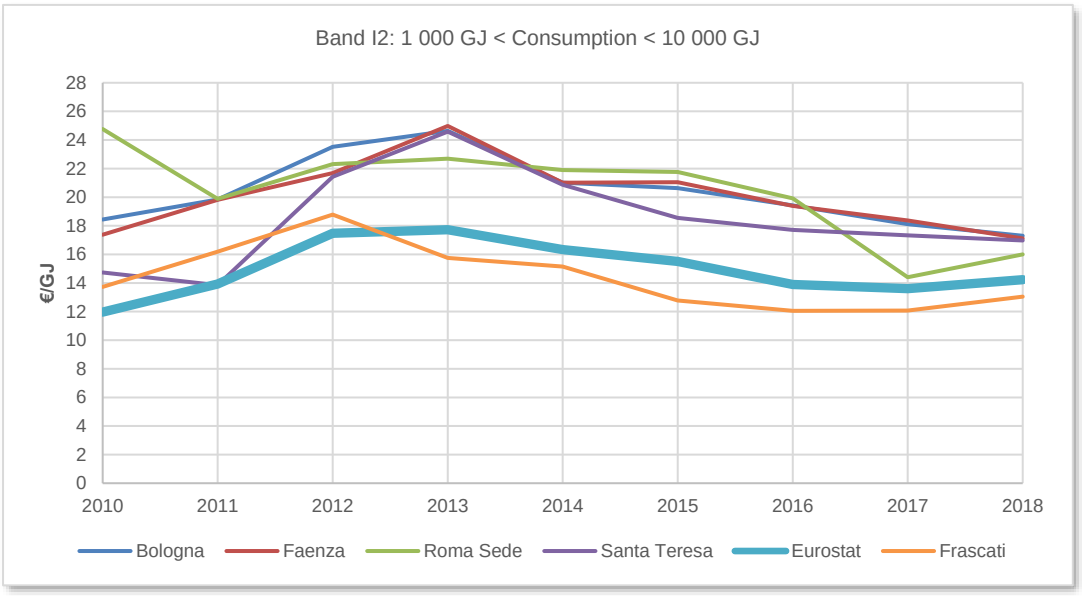
#	Bande di consumo [GJ]	Bande di consumo [Sm³]
I1	0÷1000	0÷26.559
I2	1000÷10.000	26.559÷265.590
I3	10.000÷100.000	265.590÷2.655.900
4	100.000÷1.000.000	2.655.900÷26.559.000
I5	1.000.000÷4.000.000	26.559.000÷265.590.000
I6	>4.000.000	>265.590.000

[6] https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_pc_203&lang=en

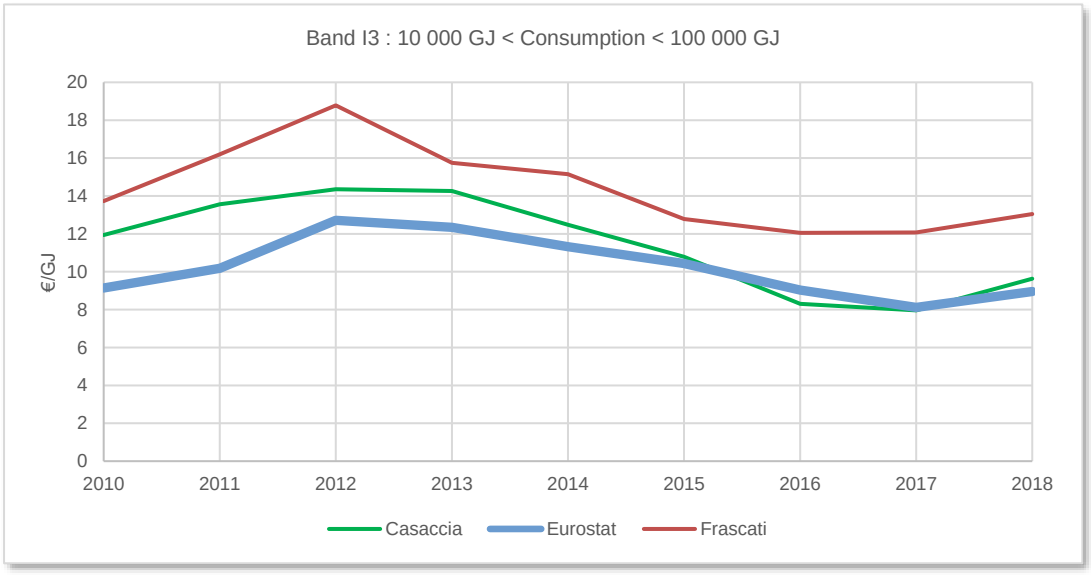
Nella banda I2 rientrano i Centri di Bologna, Faenza, Roma Sede, Santa Teresa; Frascati, a causa della presenza di 9 PDR all'interno del CR, motivati da ragioni storiche, ha un prelievo medio per PDR che rientra in tale banda. Solo il Centro della Casaccia rientra nella banda I3.
I graff. 22 e 23 mostrano il posizionamento del costo dello Sm^3 sostenuto nei vari Centri rispetto al dato Eurostat-ARERA, a parità di banda di consumo.

Il PDR

Il **DPR** (Punto di Riconsegna) è un codice che corrisponde alla posizione geografica del contatore del gas, e identifica in modo univoco le singole utenze del gas.



Graf. 22 – Andamento del costo dello Sm^3 di GN per la banda I2. ENEA Vs Eurostat, 2010÷2018.



Graf. 23 – Andamento del costo dello Sm^3 di GN per la banda I3. ENEA Vs Eurostat, 2010÷2018.

- Il graf. 22 (consumi compresi tra 1000 e 10.000 Sm^3/anno), mostra che i CR ENEA ivi ricompresi pagano lo Sm^3 più della media nazionale. Si consideri – come per l'energia elettrica – che i CR sono tutti in convenzione Consip; l'extra costo adombrato dal grafico è compensato dai costi amministrativi evitati per l'indizione delle rispettive gare. Il CR di Frascati, che paga meno del dato Eurostat, gode di tariffe ridotte sulla voce "Trasporto e gestione contatore" grazie agli elevati consumi per ogni PDR (tale voce di costo è di tipo regressivo: l'onere per Sm^3 consegnato diminuisce all'aumentare del prelievo);
- Il graf. 23 mostra che nel CR Casaccia il GN è pagato ad un costo in linea con la media nazionale.
- Nello stesso grafico è replicata la spezzata relativa ai consumi di Frascati, considerato che il consumo *totale* del Centro è pertinente proprio alla banda I3. Se ne deduce che se a Frascati fosse possibile concentrare gli attuali 9 PDR in uno unico, si potrebbe godere delle tariffe praticate in Casaccia. Considerato che nel 2018 Frascati ha consumato 444.000 Sm^3 di GN ad un costo specifico di 0,53 €/Sm^3, mentre in Casaccia il costo specifico è stato di 0,36 €/Sm^3, si potrebbe aspirare ad un risparmio massimo di:

  440.000 × (0,53 - 0,36) = 75.480 €/anno

- La riunione dei 9 PDR in uno unico è tuttavia resa difficoltosa e problematica da due ordini di motivi:

1) è molto complesso realizzare una rete di distribuzione interna del GN in termini di oneri finanziari, amministrativi e autorizzativi;
2) è in previsione la transizione verso pompe di calore in sostituzione di tutti i generatori di calore che usano il GN (v. § 6.4.2).

Le statistiche relative al GN destinato al riscaldamento degli ambienti (la quota destinata alle attività di ricerca è del tutto marginale) a rigore non dipendono dal numero di dipendenti ma dal volume riscaldato, dai gradi giorno della località e dal rendimento della locale impiantistica di produzione del calore. In effetti il consumo specifico per dipendente è abbastanza costante nel tempo (v. graf. 21, linea rossa), motivandosi il lieve decremento con il riammodernamento delle impiantistiche di produzione/distribuzione/uso finale dell'energia termica e con la progressiva 'elettrificazione' dei consumi nell'Agenzia, di cui si è detto al § 4.2, graf. 16, fenomeno che ha contribuito a ridurre la quota di energia termica imputabile a ogni dipendente.

Il GdL Gestione dell'Energia si ripropone, per i prossimi rapporti, di riferire i consumi per il riscaldamento degli ambienti anche ai volumi riscaldati e ai gradi giorno.

I GRADI GIORNO

I **gradi giorno (GG)** di una località sono la somma, estesa alla stagione di riscaldamento, delle differenze giornaliere (solo positive) tra la temperatura interna, pari per convenzione a 20 °C, e la temperatura esterna media giornaliera. Maggiori sono i GG di una località, più fa freddo. In Italia sono fissate sei fasce climatiche, dalla 'A' (da 0 a 600 GG) alla 'F' (oltre 3000 GG).

IL FABBISOGNO ENERGETICO

La quantità annua di combustibile necessaria a garantire condizioni di comfort termico è data da:

$$Q = \frac{Cg\ V\ GG\ 24\ f}{\eta\ Pci}$$

in cui:

Cg	coefficiente di dispersione volumico globale
V	volume da riscaldare
GG	gradi giorno della località
f	fattore di attenuazione notturno
η	rendimento di produzione del calore
Pci	potere calorifico inferiore del combustibile

4.4 Congruità della contrattazione Consip per l'energia elettrica

La valorizzazione del risparmio energetico realizzabile in un dato contesto è data, a parte gli oneri connessi alla disponibilità di potenza (elettrica e termica) dalla seguente espressione:

$$FC_E = \sum_{i=1}^{p} \Delta E_i \times c_i$$

in cui:

- FC_E è il risparmio economico annuo, configurabile come un *flusso di cassa*, dovuto alla diminuzione dei consumi di energia [€/anno];
- p è il numero di vettori energetici utilizzati;
- ΔE_i è il risparmio annuo dell'i-esimo vettore energetico (es. kWh elettrici, Sm^3 di GN ecc.), dopo interventi di razionalizzazione;
- c_i è il costo lordo dell'i-esimo vettore, tra la situazione ante- e post-intervento.

Per la determinazione del flusso di cassa occorre quindi quantificare i risparmi di ogni singolo vettore e la corrispondente tariffa. Per conoscere i ΔE_i occorrerebbe realizzare diagnosi energetiche in tutti i CR e laboratori, e tale operazione sconterebbe questioni relative ai tempi di esecuzione e alla dinamicità dei diversi contesti, in termini di variazione di ULA, di tecniche energetiche impiegate e delle relative modalità gestionali nel periodo di tempo intercorrente tra l'esecuzione della diagnosi e il termine del primo anno di rendicontazione. Si tratta di un lavoro che andrebbe programmato ed eseguito in ogni caso nei diversi Centri (v. § 7. Proposte).

In attesa della realizzazione 'fisica' dei risparmi, si potrebbe erodere l'importo della bolletta energetica complessiva agendo sulle tariffe, scegliendo la prassi ottimale per vedersi assegnati i prezzi minimi. In tal caso il risparmio diventerebbe:

$$R = \sum_{i=1}^{p} E_i \times \Delta c_i$$

in cui:

- R è il risparmio economico nell'anno in cui si può godere della riduzione tariffaria [€];
- Δc_i è la variazione tariffaria conseguibile adottando prassi contrattuali diverse dalle usuali;
- p, E_i: come nell'equazione precedente.

ENEA, come visto nei precedenti paragrafi, non ha leve contrattuali per poter agire sulle tariffe, poiché i contratti di somministrazione di elettricità e GN sono tutti in convenzione Consip. È tuttavia possibile quantificare il risparmio potenziale conseguibile se ENEA potesse godere delle tariffe medie Eurostat, discriminate per fascia di consumo. Un'analisi degli extra costi sostenuti dall'Agenzia nel 2018 rispetto a quelli pubblicati da Eurostat fornisce, per l'energia elettrica, i risultati di tab. 20.

Tab. 20 – Costi comparati a tariffe Consip e costi Eurostat, anno 2018

	A	B	C	D	E	F
Band IB : 20 MWh < Consumption < 500 MWh						
Sede	€/kWh	MWh	Δtariffa-€	Extracosto-€	Costo Consip-€	% recuperabile
Faenza	0,204	477,20	0,005	2.620	97.273	2,7%
Ispra	0,200	121,00	0,002	233	24.234	1,0%
Saluggia	0,161	286,25	- 0,038	- 10.833	45.946	-23,6%
Santa Teresa	0,194	242,65	- 0,004	- 1.074	47.055	-2,3%
PARZIALE	0,190	1.127,10	- 0,008	- 9.053	214.508	-4,2%
Eurostat	0,198					
Band IC : 500 MWh < Consumption < 2 000 MWh						
Sede	€/kWh	MWh	Δtariffa-€	Extracosto-€	Costo Consip-€	% recuperabile
Bologna	0,201	711,26	0,036	25.646	143.146	17,9%
Brindisi	0,191	856,00	0,026	22.111	163.522	13,5%
Roma Sede	0,156	716,00	- 0,009	- 6.704	111.579	-6,0%
Trisaia	0,204	2.002,00	0,038	76.988	407.718	18,9%
PARZIALE	0,193	4.285,26	0,028	118.040	825.965	14,3%
Eurostat	0,165					
Band ID : 2 000 MWh < Consumption < 20 000 MWh						
Sede	€/kWh	MWh	Δtariffa-€	Extra-costo-€	Costo Consip-€	% recuperabile
Brasimone	0,204	2.218,80	0,069	153.932	453.692	33,9%
Casaccia	0,155	15.698,00	0,020	319.908	2.440.708	13,1%
Frascati	0,201	7.780,72	0,066	514.467	1.565.643	32,9%
Portici	0,187	5.117,45	0,052	264.265	955.632	27,7%
PARZIALE	0,176	30.814,97	0,041	1.252.572	5.415.675	23,1%
Eurostat	0,135					
			TOTALE	**1.361.558**	**6.456.147**	**21,1%**

Stabiliti i costi unitari [€/kWh] sostenuti nel 2018, CR per CR e banda di consumo per banda di consumo (colonna A), e i rispettivi assorbimenti (colonna B), si sono calcolati:

- la differenza rispetto al costo Eurostat (colonna C);
- il prodotto di tale differenza per il rispettivo consumo elettrico di ogni CR (colonna D), a costituire l'extra costo sostenuto per ogni CR rispetto al riferimento medio Eurostat.

Il totale assomma, per la sola annualità 2018, a ca 1,36 M€. La presenza di extra-costi negativi è marginale (ca -15,000 €).

L'extra costo finale è il 21% del costo totale sostenuto nel 2018 per la fornitura elettrica.
Per una corretta interpretazione della tab. 20 valgono le seguenti considerazioni:

- gli extra costi negativi per alcuni Centri sono dovuti al fatto che all'interno della stessa banda di consumo sono presenti Centri inseriti in lotti nazionali diversi, quindi con tariffe fra loro diverse, mentre il costo Eurostat è unico all'interno della stessa banda di consumo;
- il dato Eurostat è relativo alle utenze diverse dal domestico, comprensivo quindi di industria, terziario, PA;
- il costo del kWh per industria e terziario è stabilito in base a contratti di tipo privatistico, stipulati secondo varie modalità (bilaterali, consorzi di acquisto ecc.);
- in contesti privati la tariffa elettrica è anche funzione della tensione di consegna (la tariffa unitaria della componente energia diminuisce all'aumentare della tensione passando dalla bassa alla media all'alta tensione), mentre le tariffe Consip sono indipendenti dalla tensione;
- il costo del kWh per la PA è stabilito di regola aderendo alle convenzioni Consip, che stabiliscono il prezzo secondo i diversi lotti in cui è suddiviso il territorio nazionale (v. § 3.2.1);
- l'adesione alle convenzioni Consip è di fatto obbligatoria per l'intera PA (v. fig. 2);

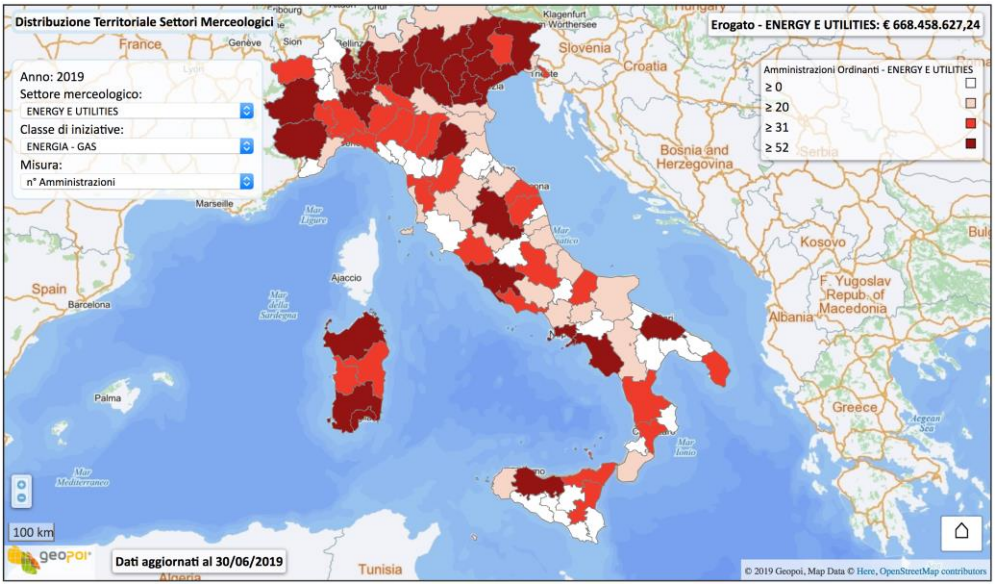


Fig. 2 – Distribuzione delle Convenzioni Consip per numero di Amministrazioni (http://www.consip.it/attivit/georeferenziazione).

- le tariffe Consip derivano da una gara nazionale cui concorrono liberamente le grandi società di vendita al dettaglio;
- le tariffe di fine gara, selezionate su base competitiva, sono quindi sicuramente concorrenziali. Il seguente specchietto riporta i dati di consuntivo sulla congruità delle tariffe ex gare Consip per l'anno 2017 (prezzi del kWh al netto di IVA, trasporto, distribuzione, misura, oneri generali di sistema, accise [7]). Se ne deduce la convenienza per le PPAA ad aderire alle convenzioni.

[€/kWh]	Prezzo Convenzione	Prezzo fuori Convenzione
Tutte PPAA	0,056	0,073
PPAA centrali	0,055	0,085
PPAA locali	0,057	0,071

La tab. 20 evidenzia quindi che:

- nella banda IB a basso consumo (<500 MWh/anno) i prezzi pagati da ENEA sono allineati con la media nazionale;

- nella banda IC a medio consumo (tra 500 e 2000 MWh), esclusa Roma Sede, i Centri pagano il 15% in più del dato Eurostat;
- nella banda ID ad alto consumo (tra 2000 e 20.000 MWh), i Centri ENEA pagano il 23% in più del dato Eurostat;
- in complesso, rispetto al dato Eurostat, ENEA paga una bolletta elettrica il 21% più onerosa (+ 1,36 M€).

Date le precedenti premesse, il motivo per cui il costo sostenuto da ENEA è superiore al dato medio per banda di consumo è legato alla presenza delle agevolazioni per le imprese a forte consumo di energia elettrica (c.d. *energivore*), le quali godono di una riduzione sugli oneri di sistema relativi al sostegno delle energie rinnovabili e alla cogenerazione (componente A_{SOS}), riduzione che è funzione del consumo elettrico (se maggiore a 1 GWh/anno), del fatturato e del costo complessivo di acquisto dell'energia elettrica[7]. Sono agevolabili solo imprese manifatturiere (la PA è esclusa dall'incentivo).

Tale sistema incentivante è ben rappresentato nella tab. 20:

- per bassi consumi, nessuna impresa gode dell'incentivo, e i prezzi ENEA-Consip in tale banda sono allineati col dato Eurostat;
- nella banda intermedia (fino a 2000 MWh, ossia 2 GWh) rientra su base nazionale un certo numero di imprese beneficiarie, che in complesso riducono il prezzo Eurostat;
- nella banda ad alti consumi (sopra i 2000 MWh = 2 GWh) *tutte* le imprese aventi titolo godono dell'incentivo, quindi il loro peso fa diminuire di molto il costo del kWh (0,135 €/kWh) rispetto al prezzo delle convenzioni Consip, dedicate alla PA.

Per verificare se il peso del differenziale di prezzo dovuto alle incentivazioni per gli energivori, non goduto da ENEA, dà conto delle differenze evidenziate in tab. 20, è stata costruita la tab. 21 a partire da dati in [8]:

Tab. 21 – Incentivo sulla componente ASOS per tipologia di utenti energivori.

Tipologie (clienti non domestici)	Energivori [€/kWh]
Clienti non domestici di bassa tensione (escl. illuminaz. pubblica)	0,0315
Clienti di media tensione (escl. illuminaz. pubblica)	0,0321
Clienti di alta e altissima tensione (incluso consumi trazione ferrov.)	0,0383
Totale non domestici	0,0326

I Centri in Banda IB (in linea col prezzo Eurostat) non sono considerati. Per i Centri della Banda IC (tutti in Media Tensione: Bologna, Brindisi, Roma Sede, Trisaia), per un aumento del prezzo portante Eurostat del differenziale 0,0321 €/kWh, si ottiene un riferimento di 0,197 €/kWh.

Per i Centri nella Banda ID (Brasimone, Casaccia, Frascati, Portici) si aumenti il prezzo Eurostat di 0,0383 €/kWh; si ottiene il nuovo riferimento a 0,173 €/kWh. Si istituisce a questo punto la tab. 22.

Tab. 22 – Costi comparati a tariffe Consip e costi "Eurostat+A_{SOS}", anno 2018.

Band IC : 500 MWh < Consumption < 2 000 MWh						
Sede	**€/kWh**	**MWh**	**Δtariffa-€**	**Extra-costo**	**Costo Consip**	**% recuperabile**
Bologna	0,201	711,26	0,004	2.802	143.146	**2,0%**
Brindisi	0,191	856,00	- 0,006	- 5.382	163.522	**-3,3%**
Roma Sede	0,156	716,00	- 0,041	- 29.700	111.579	**-26,6%**
Trisaia	0,204	2.002,00	0,006	12.689	407.718	**3,1%**
PARZIALE	0,193	4.285,26	- 0,005	- **19.591**	**825.965**	**-2,4%**
Eurostat+Asos	0,197					
Band ID : 2 000 MWh < Consumption < 20 000 MWh						
Sede	**€/kWh**	**MWh**	**Δtariffa-€**	**Extra-costo**	**Costo Consip**	**% recuperabile**
Brasimone	0,204	2.218,80	0,031	69.000	453.692	**15,2%**
Casaccia	0,155	15.698,00	- 0,018	- 280.984	2.440.708	**-11,5%**
Frascati	0,201	7.780,72	0,028	216.635	1.565.643	**13,8%**
Portici	0,187	5.117,45	0,013	68.378	955.632	**7,2%**
PARZIALE	0,176	30.814,97	0,002	**73.029**	**5.415.675**	**1,3%**
Eurostat+Asos	0,173					

[7] Decreto MiSE 21 dicembre 2017.

Banda IC: considerando che il riferimento Eurostat è al netto dell'agevolazione sulla componente A_{SOS}, ENEA pagherebbe il kWh medio 0,5 c€ meno della media nazionale se godesse di tale incentivo, e potrebbe risparmiare un ulteriore 2,4% di quanto attualmente paga per la somministrazione di energia elettrica. La tariffa Consip è quindi da considerarsi congrua.

Banda ID: ENEA pagherebbe il kWh 0,2 c€ più della media nazionale, con un aggravio complessivo di ca 73.000 € (l'1,3% in più rispetto a quanto effettivamente pagato) *anche godendo dell'incentivo sugli oneri di sistema.* Anche in tal caso la tariffa Consip è da considerarsi congrua, seppur non così favorevole come nella banda precedente.

1^ conclusione: le tariffe elettriche sotto convenzione Consip sembrano congrue per ENEA; non è detto tuttavia che indicendo gare dedicate in prossimità della scadenza dell'attuale convenzione Consip-lotto Italia (a settembre 2020), soprattutto per i Centri più energivori, e assumendo come base d'asta proprio i prezzi Consip dell'ultima gara che si concluderà prima di settembre 2020, non si possa ottenere un prezzo ancor più competitivo.

2^ conclusione: se ENEA potesse rientrare nello status di 'azienda energivora' potrebbe risparmiare una quota dell'extra costo sostenuto nel 2018 rispetto alle tariffe Eurostat, quindi una frazione di 1,3 M€. La frazione risparmiabile sarebbe dipendente del proprio valore di 'fatturato', assimilabile alla quota di bilancio destinata alle attività di ricerca. Beneficerebbero dell'agevolazione solo i Centri con consumo superiore a 1 GWh/anno (Brasimone, Casaccia, Frascati, Portici, Trisaia).

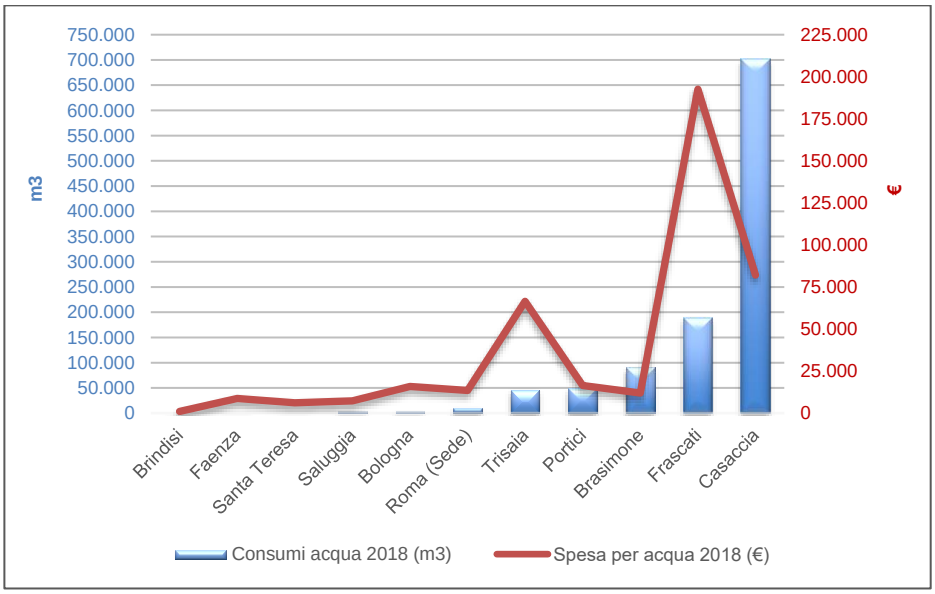
5. Consumi di acqua

La tab. 23 e i graff. 24-25-26-27 presentano la situazione riguardante la fornitura di acqua e le relative spese sostenute, sia a livello di intero Ente, che di CR/Sede, che di dipendente.
Consumi e costi per il 2018 sono stati in linea con quelli sostenuti nel 2017 (422.199 € contro 418.388, con un aumento dell'1%).

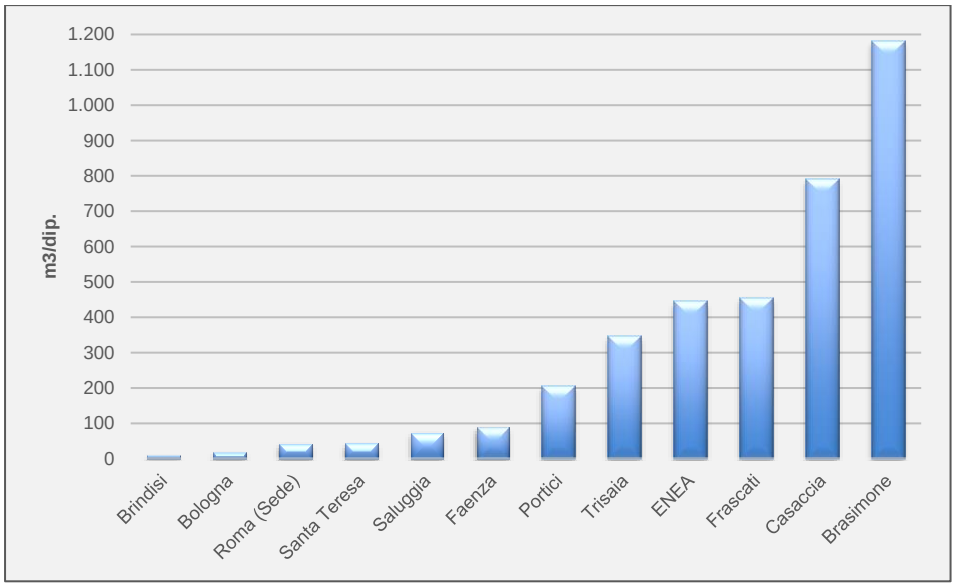
- A Brindisi il costo dell'acqua è relativo al trasporto con autocisterna, ed è su base forfettaria, conteggiata nella convenzione col comprensorio della Cittadella. I consumi sono stimati.
- Il dato di consumo relativo al CR Casaccia (702.000 m^3/anno), manifestamente esuberante, è dovuto a perdite sulla rete di distribuzione interna. Per il 2018 tale dato non è stato aggiornato a causa di un guasto alla strumentazione di misura che ha reso impossibile una lettura coerente.
- In Trisaia l'acqua potabile è utilizzata anche per l'antincendio e altri usi non potendo prelevare dai pozzi del fiume Sinni per problemi di verifica della qualità dell'acqua di falda.
- Il laboratorio di Ispra è ospite del CCR della UE che fornisce l'acqua per usi sanitari e altri usi. Non è possibile misurare le quantità erogate. ENEA da convenzione non sostiene costi.

Tab. 23 - Consumi e costi annui per fornitura di acqua, anno 2018

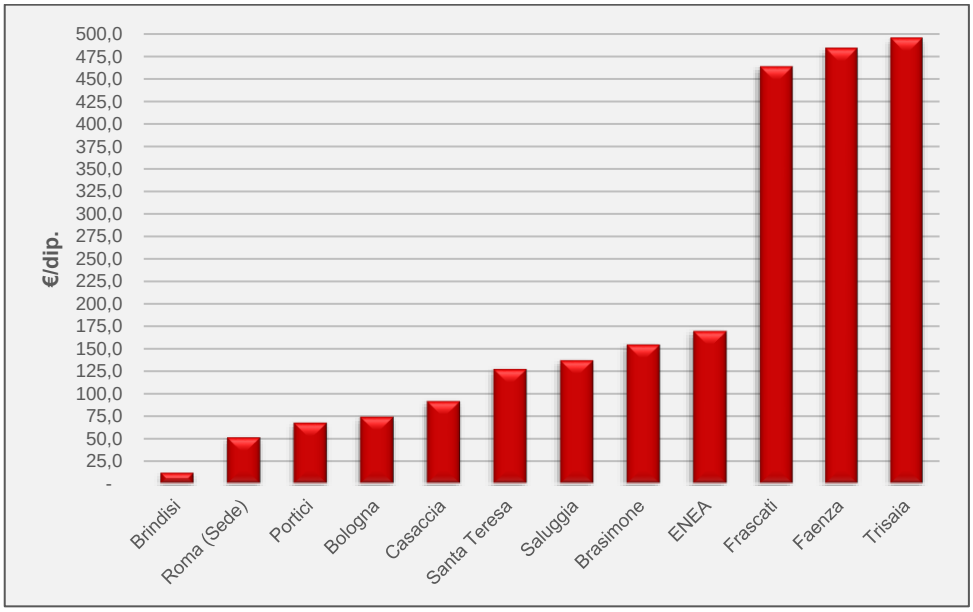
Centro/Sede	Consumi acqua [m^3]	Spesa per acqua [€]	m^3/dip	€/dip	€/m^3
Bologna	4.021	15.854	19,1	75,1	3,9
Brasimone	91.020	12.000	1.182,1	155,8	0,1
Brindisi	810	1.037	9,6	12,3	1,3
Casaccia	702.000	82.075	790,5	92,4	0,1
Faenza	1.618	8.721	89,9	484,5	5,4
Frascati	189.141	192.602	455,8	464,1	1,0
Ispra	0	0	-	0,0	-
Lampedusa	0	0	-	0,0	-
Palermo	0	0	-	0,0	-
Portici	49.540	16.460	205,6	68,3	0,3
Roma (Sede)	11.210	13.500	43,1	51,9	1,2
Saluggia	3.926	7.331	74,1	138,3	1,9
Santa Teresa	2.133	6.167	44,4	128,5	2,9
Trisaia	46.405	66.452	346,3	495,9	1,4
ENEA	1.101.824	422.199	446,3	171,0	0,4



Graf. 24 - Spesa e consumi annui di acqua, ENEA 2018.



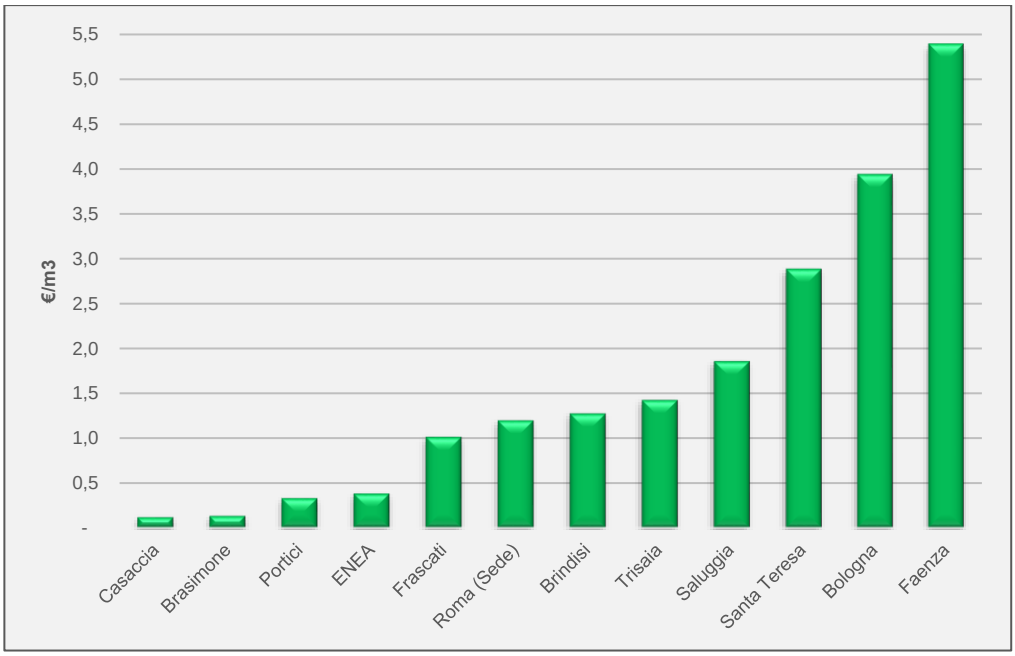
Graf. 25 - Consumi pro capite annui di acqua. ENEA, 2018.



Graf. 26 - Spesa pro capite annua per acqua. ENEA, 2018.

Consumi e costi pro-capite sostenuti sono molto variabili. Gli elevati consumi per dipendente nel centro del Brasimone sono dovuti al fatto che: 1) diversi laboratori e impianti usano acqua potabile per i raffreddamenti, 2) nel periodo estivo il Centro rifornisce di acqua i paesi vicini.
I maggiori costi annui pro-capite sono sostenuti in Trisaia e a Faenza (rispettivamente 496 e 485 €/dip).

Il costo apparentemente esiguo relativo al CR Casaccia è solo costo energetico di pompaggio (ca 82.000 €/anno).
Il graf. 27 evidenzia l'estrema variabilità anche dei costi unitari dell'acqua: si passa dagli 0,1 €/m^3 di Casaccia e Brasimone ai 5,4 €/m^3 di Faenza. I costi più bassi corrispondono all'esistenza in loco di fonti di approvvigionamento gratuite, per le quali vanno sostenuti solo i costi di trattamento e pompaggio.



Graf. 27 – Costo unitario dell'acqua nei diversi CR. ENEA, 2018.

6. Attività del Gruppo di Lavoro Gestione Energia, 2011-2018

6.1 Responsabile Uso Razionale Energia: attività svolte

Per lo svolgimento del proprio incarico, il RURE non dispone di budget né di personale allo scopo allocato. Il gruppo costituito dal RURE e dai RRLL prende unilateralmente ed informalmente il nome di *Gruppo di Lavoro Gestione Energia*.
Nel periodo 2011-18 il Gruppo di Lavoro ha eseguito le attività di seguito riportate.

- Le otto dichiarazioni annuali per le annualità 2010-2018 ai sensi dell'art. 19 della l. 10/91.
- Incontro annuale con i Responsabili Locali (Roma Sede, 17 aprile 2019).
- Evento in sala Mimose (Casaccia) il 7 febbraio 2019, nel quale è stato presentato al personale il piano di riqualificazione di impianti e edifici del CR Casaccia.
- Simulazioni numeriche e analisi per l'adesione alla convenzione Consip 16 per la somministrazione di energia elettrica a tutti i CR ENEA (lotto unico nazionale 17) con contratto unico. Prescelto contratto di durata 18 mesi, a tariffa fissa.
- Assistenza alla Direzione ISER nel processo di efficientamento di impianti/strutture edilizie attivato nel corso del 2018 nei Centri della Casaccia e di Frascati (v. § 6.4).
- Colloqui con soc. Didelme (12/02/2019) su componentistica e software per il controllo e la gestione dei carichi energetici.
- Colloqui con soc. Watergy su materiali energeticamente innovativi per la copertura di edifici (13/09/2018).
- Avviato processo di certificazione come Esperti in Gestione dell'Energia-EGE dei RRLL (il RURE è certificato), considerato che dal 19 luglio 2016 la certificazione è obbligatoria sia per immettere a sistema proposte per l'ottenimento di certificati bianchi, che per condurre audit energetici ai sensi dell'art. 8 del D.Lgs 102/14. Ricoprendo l'ENEA il ruolo di Agenzia nazionale per l'efficienza energetica, essa dovrà esibire un ruolo esemplare nei confronti dei diversi *stakeholders* privati ed istituzionali conferendo responsabilità gestionali a dipendenti esperti riconosciuti e certificati. Allo scopo è stata condotta da parte del RURE un'attività di *coaching* finalizzata alla certificazione EGE dei RRLL, basata sulla circolazione di memorie sulle tematiche tecnico-economico-normative riguardanti l'Efficienza Energetica, con somministrazione di successivi test di autovalutazione. In parallelo è stata condotta una ricerca di mercato presso le società di certificazione accreditate per individuare quella che proponga le migliori condizioni economiche.
- Incontro annuale con i RRLL per un aggiornamento sulle principali questioni riguardanti la gestione dell'energia nei centri (12 aprile 2017).
- Colloqui con dott. Carenza, proprietario di un impianto fotovoltaico adiacente al CR Casaccia presso l'agriturismo "Santa Brigida", per eventuale allaccio del CR ad un nuovo impianto fotovoltaico per il quale è già disponibile l'autorizzazione. Il nuovo impianto, di potenza di ca 500 kW totalmente conferiti al CR, manifesterebbe tuttavia un tempo di ritorno maggiore di 7 anni, quindi al momento la proposta è sospesa.
- Ottenute ulteriori proposte commerciali da parte della soc. GEU Esco per impianto fotovoltaico di diverse potenzialità, con quota d'investimento a carico di ENEA del 70%, e tempi di ritorno sempre superiori a 7 anni.
- Avvio di un progetto finalizzato all'acquisizione dei dati di consumo energetico in tempo reale per i centri ENEA. Allo scopo è stata interpellata la soc. ICT con la quale si sono avuti confronti sull'idonea architettura da implementare (2016) e sui relativi costi.
- Simulazione degli oneri occorrenti per ENEA a seguito dell'assegnazione della gara Consip 13 (febbraio 2016).
- Incontro annuale con i RRLL per un aggiornamento sulle principali questioni riguardanti la gestione dell'energia nei centri (24 settembre 2015). Durante la riunione i dipp. Carlo Romeo e Giovanni Puglisi hanno presentato rispettivamente lo stato dell'arte della normativa nel campo dell'EE in edilizia e la struttura delle incentivazioni sul Conto Termico.
- Corso frontale su diagnosi energetiche e interventi di razionalizzazione per i dipendenti dei servizi tecnici del CR di Portici (11-12 giugno 2015).
- Collaborazione con la Direzione ISER per dimensionamento contratto unico per la fornitura di energia elettrica (2015).
- Ricognizione con cercafughe delle perdite di acqua dalla rete di distribuzione idrica nel CR Casaccia.
- Installazione in comodato gratuito presso l'edificio F19 di sistemi di illuminazione ad alta efficienza (led servoassistiti).

- Assistenza ai Servizi Generali del CR Casaccia nell'individuazione di azioni di miglioramento.
- 3 corsi di formazione sulla gestione dell'energia, da 16 ore ognuno, per i dipendenti del CR Casaccia (febbraio, aprile, giugno 2013) allo scopo di diffondere le conoscenze di base sulla disciplina, di sensibilizzare sull'uso corretto delle risorse energetiche, sulle tecnologie efficienti, sulla conduzione di corrette analisi costi-benefici per le iniziative di risparmio energetico.
- Convocazione e seminario per i responsabili di edificio (RED) della Casaccia, per loro coinvolgimento nella gestione dell'energia negli edifici (4 marzo 2013).
- Incontro bilaterale con RSU-CORR (14 dicembre 2012) sul servizio Gestione Energia in ENEA e per confronto su possibilità di interventi nel CR Casaccia.
- A partire dal 2014, produzione di un rapporto annuale per ogni Centro sullo stato di gestione dell'energia e sulle proposte migliorative da parte dei RRLL.
- Sopralluoghi presso diversi CR ENEA per prendere visione diretta di problematiche locali e individuazione di possibili proposte di miglioramento (Portici, Trisaia, Frascati, Bologna).
- Un successivo incontro con i RRLL per un aggiornamento sulle principali questioni riguardanti la gestione dell'energia nei centri (20 novembre 2012).
- Un corso di introduzione e formazione alla gestione dell'energia aziendale per i Responsabili Locali (RRLL) nominati nei vari CR e laboratori (17÷21 gennaio 2011).

6.2 Lo stato degli usi energetici in ENEA

La gestione dell'energia sconta in quasi tutti i CR una vetustà generalizzata:

- delle impiantistiche di produzione, distribuzione e uso finale dell'energia;
- degli edifici.

Questo induce un doppio effetto negativo:

- di immagine e di credibilità, essendo l'ENEA l'Agenzia nazionale per le *nuove tecnologie* […], e ricoprendo l'ENEA il ruolo di Agenzia nazionale per l'Efficienza Energetica (ai sensi del D.Lgs 115/08 e s.m.i.);
- economica, per gli extracosti da sostenere dovuti ai bassi rendimenti di produzione-distribuzione-uso dell'energia, agli sprechi (es. acqua, aria compressa ecc.), agli oneri di gestione, all'assenza generalizzata di sistemi automatici di gestione ecc.

Ulteriore aspetto di criticità è la mancata valutazione del parametro *efficienza energetica*, con valore vincolante, nell'acquisizione di beni e servizi esterni. Considerato che l'80% dei costi sostenuti da ENEA per gli approvvigionamenti energetici è relativo all'energia elettrica, è in tale ambito che vanno prioritariamente individuate significative iniziative di risparmio energetico da implementarsi.

ENEA sta affrontando il problema dell'ammodernamento di edifici e impianti tramite un partenariato pubblico-privato, descritto al §6.4.

6.3 Quadro normativo di riferimento

Il D.Lgs 102/14 prevede una serie di adempimenti a carico delle Pubbliche Amministrazioni. Si riportano di seguito i più attinenti alla realtà ENEA, con relativi commenti.

Art. 5 c. 1 *"Miglioramento della prestazione energetica degli immobili della Pubblica Amministrazione", che recita: "A partire dall'anno 2014 e fino al 2020, e nell'ambito della cabina di regia di cui all'articolo 4 -bis non appena istituita, sono realizzati attraverso le misure del presente articolo interventi sugli immobili della pubblica amministrazione centrale, inclusi gli immobili periferici, in grado di conseguire la riqualificazione energetica almeno pari al 3 per cento annuo della superficie coperta utile climatizzata o che in alternativa, comportino un risparmio energetico cumulato nel periodo 2014-2020 di almeno 0,04 Mtep."*

Anche se ENEA non è formalmente obbligata (l'Agenzia non fa parte delle PPAA centrali ai sensi del all'allegato IV del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163) tuttavia, in quanto organismo della PA, ed incorporante (ai sensi del D.Lgs 115/08) l'Agenzia Nazionale per l'Efficienza Energetica, si dovrebbe – in un'ottica di ruolo esemplare – dare corso al rispetto del dispositivo in maniera sistematica e capillare.

Art. 5, c. 3 *"Al fine di elaborare il programma di cui al comma 2, le Pubbliche Amministrazioni centrali, entro il 30 settembre per l'anno 2014 e entro il 30 giugno di ciascun anno successivo, predispongono, anche in forma congiunta, proposte di intervento per la riqualificazione energetica dei immobili dalle stesse occupati, anche avvalendosi dei Provveditorati interregionali opere pubbliche del Ministero delle infrastrutture e trasporti, e le trasmettono, entro i quindici giorni successivi, al Ministero dello sviluppo economico. Tali proposte devono essere formulate sulla base di appropriate diagnosi energetiche o fare riferimento agli interventi di miglioramento energetico previsti dall'Attestato di prestazione energetica di cui all'articolo 6 del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192.".* L'art. 6 recita: "*Nel caso di edifici utilizzati da pubbliche amministrazioni e aperti al pubblico con superficie utile totale superiore a 500 m^2, ove l'edificio non ne sia già dotato, è fatto obbligo al proprietario o al soggetto responsabile della gestione, di produrre l'attestato di prestazione energetica entro centoventi giorni dalla data di entrata in vigore della presente disposizione e di affiggere l'attestato di prestazione energetica con evidenza all'ingresso dell'edificio stesso o in altro luogo chiaramente visibile al pubblico.*"

Il c. 3 specifica che gli interventi proposti derivano dalle risultanze di diagnosi energetiche, oppure dagli APE (per produrre i quali tuttavia ENEA non ha l'obbligo, non disponendo di uffici 'aperti al pubblico').

Art. 5, c. 9 *"Concorrono altresì al raggiungimento dell'obiettivo annuo di cui al comma 1, le misure organizzative e comportamentali degli occupanti volte a ridurre il consumo energetico, che le pubbliche amministrazioni centrali sono chiamate a promuovere ed applicare con le modalità di cui all'articolo 14 del decreto-legge 9 maggio 2012, n. 52.".*
L'art. 14 "*Misure in tema di riduzione dei consumi di energia e di efficientamento degli usi finali dell'energia" recita: "Le amministrazioni pubbliche […] entro 24 mesi dalla data di entrata in vigore del presente decreto, sulla base delle indicazioni fornite dall'Agenzia del demanio, adottano misure finalizzate al contenimento dei consumi di energia e all'efficientamento degli usi finali della stessa, anche attraverso il ricorso ai contratti di servizio energia di cui al decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, e al decreto legislativo 30 maggio 2008, n. 115.*"

Art. 5, c. 11 *"Per la realizzazione degli interventi rientranti nel programma di cui al comma 2, le pubbliche amministrazioni centrali di cui al comma 3 favoriscono il ricorso allo strumento del finanziamento tramite terzi e ai contratti di rendimento energetico e possono agire tramite l'intervento di una o più ESCO."*
Il c. 11 sollecita le PPAA all'adozione di contratti tramite terzi, o ai contratti di rendimento energetico (c.d. contratti EPC 'Contratti a Garanzia di Prestazione'), coinvolgendo società di servizi esterne.

Art. 6 "*Acquisti delle Pubbliche amministrazioni centrali*", c1, "*Le pubbliche amministrazioni centrali si attengono al rispetto dei requisiti minimi di efficienza energetica di cui all'allegato 1* [riportato di seguito, N.d.R.], *in occasione delle procedure per la stipula di contratti di acquisto o di nuova locazione di immobili ovvero di acquisto di prodotti e servizi, come indicato al comma 3, avviate a decorrere dalla data di entrata in vigore del presente decreto."*

Allegato 1:

Prodotti, servizi ed edifici disciplinati da legislazione comunitaria

Ambito	Norma nazionale	Requisiti minimi di efficienza energetica
Apparecchiature disciplinate dalla Dir. 2010/30/UE (etichettatura energetica comunitaria)	Decreto legislativo 104/2012	Classe di efficienza energetica più elevata possibile in considerazione dell'esigenza di garantire un livello sufficiente di concorrenza;
Apparecchiature disciplinate dalla Dir. 2009/125/CE (Ecodesign)	Decreto legislativo 15/2011	Se non contemplate da un atto delegato adottato ai sensi della direttiva 2010/30/UE, il requisito minimo per l'efficienza energetica definito nel Regolamento di attuazione della Dir. 2009/125/CE
Apparecchiature per ufficio disciplinate dal Regolamento 106/2008 (Energy Star)	Decisione 2006/1005/CE del Consiglio, del 18 dicembre 2006,	Conformi a requisiti di efficienza energetica altrettanto rigorosi di quelli elencati all'allegato C dell'accordo allegato alla decisione 2006/1005/CE del Consiglio, del 18 dicembre 2006
Edifici	Decreto legislativo 192/2005	Requisiti minimi di prestazione energetica di cui ai decreti attuativi dell'art 4 comma 1 del D.Lgs 192/2005 e ss.mm.ii., validi per gli edifici nuovi o sottoposti a ristrutturazioni importanti.
Pneumatici - regolamento 1222/2009		

L'art. 6 introduce l'obbligo, sempre a carico delle PPAA centrali, di acquisto di beni o servizi ad alta efficienza.

Oltre ai richiami del D.Lgs 102/14, la recente riformulazione del **Conto Termico 2.0** consente l'ottenimento di contributi economici da parte del GSE per interventi di efficienza energetica in edifici della PA. Se in tal caso ENEA volesse coinvolgere una ESCO, dovrebbe con questa stipulare un contratto EPC.

ENEA potrebbe altresì, sempre per interventi di efficientamento energetico, chiedere contributi nell'ambito del sistema dei **Certificati Bianchi**, dietro istruttoria del GSE.

6.4 Partenariato pubblico privato - PPP

Nel corso del 2018 ENEA ha avviato un processo di riqualificazione ed efficientamento di edifici, infrastrutture e impianti tecnologici nei Centri della Casaccia e di Frascati, tramite un partenariato pubblico-privato in linea col nuovo Codice degli Appalti (D.Lgs 18 aprile 2016 n. 50, pubblicato in G.U. il 19-4-2016).

L'iter procedurale previsto dal Codice (art. 183 comma 15) prevede lo svolgimento delle seguenti fasi:

1. **Progetto di Fattibilità**
   Presentazione Progetto (da parte di un Promotore).
   Protocollo documentazione: progetto di fattibilità, bozza di convenzione, piano economico/finanziario asseverato a cura di Istituti di Credito, intermediari finanziari o società di revisione.
2. **Approvazione Ente Amministratore**
   Valutazione e approvazione Progetto.
   Pubblicazione delibera di Pubblico interesse e nomina del Promotore.
3. **Bando di gara**
   Pubblicazione Bando di Gara con diritto di prelazione da parte del Promotore.
4. **Affidamento Concessione**
   Approvazione del Progetto Esecutivo.
5. **Affidamento Lavori**
   Avvio iter realizzativo.

I PPP avviati nei due Centri presuppongono entrambi uno svolgimento in modalità ESCO, ossia con principale esposizione finanziaria per il vincitore della gara, eventuale parziale esposizione ENEA, e riconoscimento di oneri annuali in funzione dell'incremento di efficienza energetica contabilizzato, secondo quanto esemplificato in fig. 3.

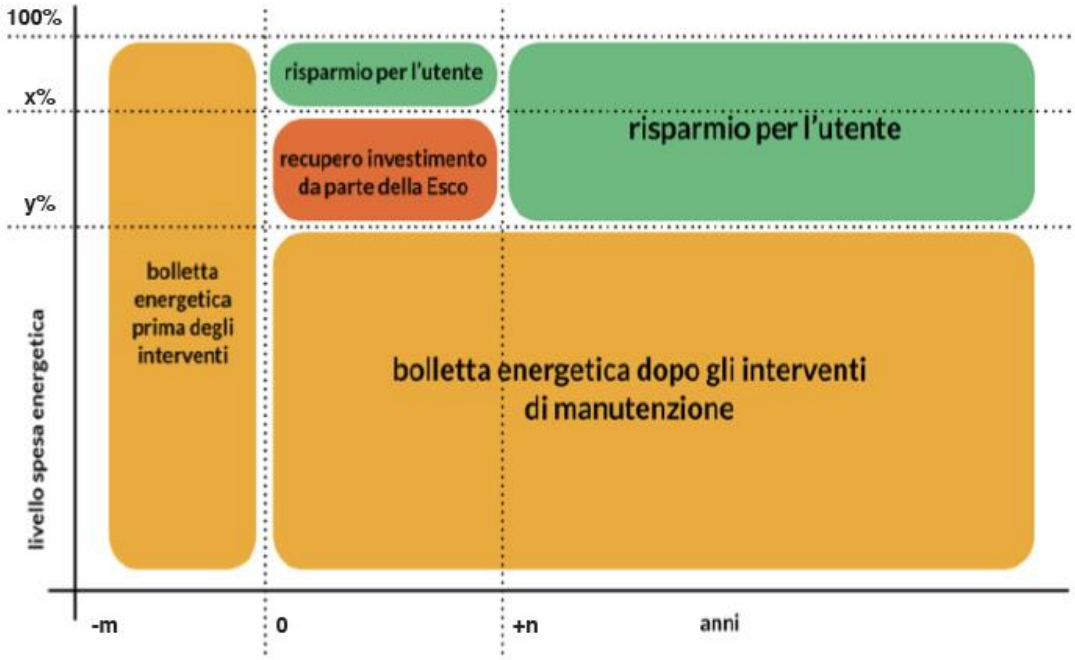


Fig. 3 – Schema di suddivisione dei risparmi energetici in modalità ESCO-EPC.

Al tempo '–m' ENEA paghi il 100% della propria bolletta energetica. Avviato l'iter PPP, concluse le gare, conferiti e realizzati i lavori, al tempo '0' si sia contabilizzata un'economia sulla bolletta energetica pari a (100 – y)%; di questa, ENEA godrà del (100 – x)% ('risparmio per l'utente'), mentre la ESCO godrà della quota (x – y)% per un numero '+n' di anni, trascorso il quale ENEA godrà dell'intero risparmio (100 – y)%.

6.4.1 Casaccia

Nel corso del 2018 il CdA ENEA ha approvato un "*Piano di interventi straordinari di messa in sicurezza ed efficientamento infrastrutture CR Casaccia*", per un importo di 8,2 M€ nel triennio 2018÷2020. All'interno di tale piano, in particolare per quanto riguarda l'efficienza energetica, sono state attivate le seguenti due azioni:

1) la soc. Pandora Green ha proposto un intervento profondo di efficientamento degli impianti di illuminazione in interni ed in esterni, facente uso delle più moderne apparecchiature e tecnologie, basate su sorgenti LED, in regime ESCO con eventuale partecipazione ENEA agli investimenti necessari.

2) La soc. STIG ha eseguito progettazioni preliminari/definitive/esecutive su una serie di edifici, al fine di riqualificare gli impianti tecnologici termici/frigoriferi e le chiusure trasparenti degli involucri. Quasi ovunque verrà adottata la tecnologia a pompa di calore reversibile per il condizionamento caldo/freddo degli ambienti, con sistemi wireless di rilievo presenza persone, contabilizzazione e gestione da remoto. Sono in corso le verifiche interne dei progetti esecutivi.

6.4.2 Frascati

La Soc. SACCIR ha presentato ad ENEA un "Progetto di fattibilità per l'affidamento in convenzione del servizio di gestione degli impianti di climatizzazione e degli impianti elettrici, comprensivo degli interventi di adeguamento normativo, efficientamento energetico, riqualificazione tecnologica e della fornitura dei vettori energetici, in modalità ESCO, mediante Finanza di Progetto". Ha proposto i seguenti interventi:

- impianto fotovoltaico da 545 kWp su coperture;
- impianto di trigenerazione in CAR (Cogenerazione Alto Rendimento);
- sostituzione trasformatori MT/BT e installazione di quadri automatici di rifasamento e filtraggio armoniche in ottica di massimizzazione dell'efficienza di trasformazione/distribuzione;

- sistemi a espansione diretta di liquido refrigerante su singoli edifici, con sistemi di distribuzione climatica interna;
- coibentazione coperture, sostituzione infissi, schermature;
- illuminazione interna ed esterna con sorgenti Led;
- installazione Sistema di automazione e telecontrollo.

L'intero progetto, con iter procedurale, cronoprogramma, suddivisione oneri e benefici tra ENEA e ESCO, interventi previsti, è stato illustrato in una riunione presso ISER/Casaccia il 30 giugno 2019.

La presentazione è scaricabile da: https://www.dropbox.com/s/6apjqj0vtwwce1c/SACCIR_FRASCATI_30-6-2019.pdf?dl=0).

Una previsione dei consumi elettrici post-intervento è illustrata in fig. 4.

La Soc. SACCIR ha proposto un analogo intervento in modalità EPC, per la produzione e distribuzione di energia elettrica e termica, anche per il CR Casaccia.

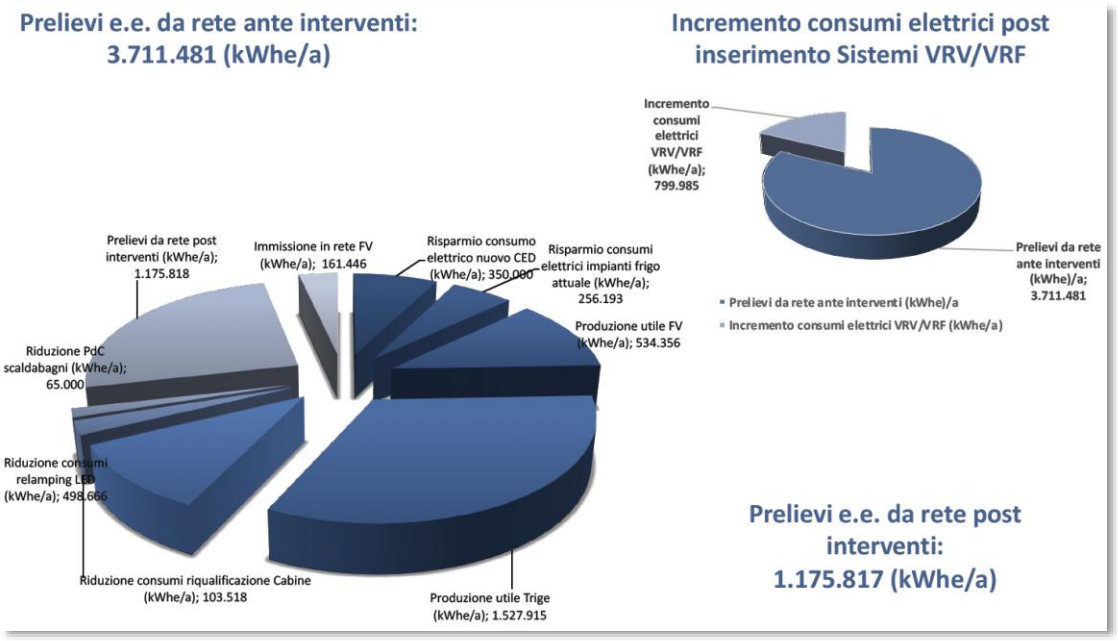


Fig. 4 – Progetto efficientamento a Frascati. Previsione consumi elettrici post intervento.

6.5 Contratto elettrico

Ad inizi 2019 Consip ha finalizzato la gara comunitaria a procedura aperta per la fornitura di energia elettrica e dei servizi connessi per le Pubbliche Amministrazioni (edizione EE 16). Caratteristiche principali della nuova convenzione erano:

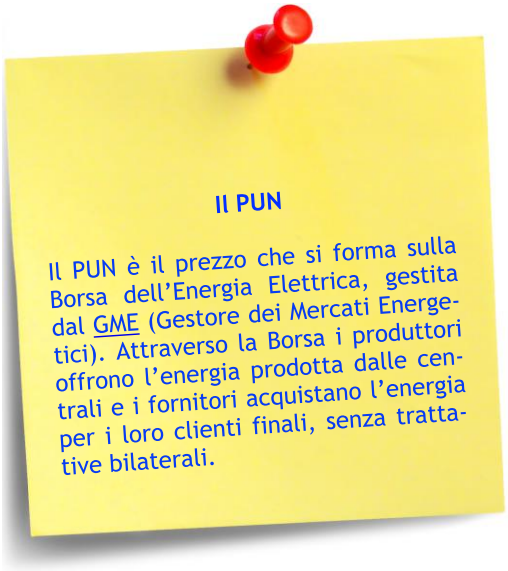
- somministrazione di energia elettrica a prezzo fisso per 12 o 18 mesi e a prezzo variabile per 12 mesi (PUN/PUN per fasce orarie più spread);
- prezzo della fornitura offerta comprendente eventuali costi derivanti da *Emission Trading System* (CO_2), "Sbilanciamento", Normativa sui Certificati Verdi;
- per il lotto 17 Italia, un servizio di fatturazione unica o aggregata.

Il GdL *Gestione Energia* ha supportato ISER nella definizione del nuovo contratto, a valle di analisi e simulazioni, tenendo conto delle possibili dinamiche dei prezzi petroliferi e dell'elettricità.

Riguardo la scelta tra prezzo fisso e prezzo variabile, i due prodotti in alternativa si sono dimostrati equivalenti dal punto di vista dell'impegno di spesa complessivo, avendo ipotizzato per ENEA prelievi elettrici nel periodo 2019/2010 equivalenti ai consumi del 2018.

Il contratto 'variabile' avrebbe comportato il monitoraggio costante dell'andamento del prezzo durante il periodo di fornitura, prezzo che varia mensilmente sulla base del PUN, influenzato a sua volta dal prezzo del petrolio e dalla borsa elettrica. Ferma restando la difficoltà di previsione degli andamenti della borsa elettrica, che condizionano l'andamento del PUN, il prezzo del petrolio al momento della stipula della convenzione (gennaio 2019) era in discesa e aveva raggiunto valori così bassi da far pensare ad una sua risalita nei seguenti 12/18 mesi, il che avrebbe portato i prezzi variabili della EE16 a superare in maniera non trascurabile i prezzi fissi, con un conseguente significativo aggravio di spesa sul lungo periodo. Si aggiunga inoltre che la scelta del prezzo fisso garantisce certezza sul budget da allocare sull'acquisto dell'energia elettrica per la durata dell'intera fornitura. Inoltre, mentre la scelta del prezzo variabile impone una fornitura per 12 mesi, la scelta del prezzo fisso permette l'attivazione di una fornitura di più lunga durata (18 mesi), con conseguente ulteriore semplificazione degli oneri amministrativi.

Per tali motivi, pur considerando che il prezzo variabile dà conto del valore reale dell'energia elettrica acquistata, mentre la scelta di una transazione a prezzo fisso è basata su considerazioni di carattere previsionale, si è ritenuto che la fornitura a prezzo fisso per 18 mesi fosse la più conveniente per ENEA.



7. Proposte

1) Creazione di un tavolo permanente 'Gestione Energia' per ogni CR

La gestione dell'energia in un ente complesso come l'ENEA deve essere gestita in modo coordinato e sinergico, coinvolgendo in modo sistematico, equilibrato e sincronizzato tutte le responsabilità che influenzano i consumi ed i costi energetici. Si propone quindi l'istituzione di un tavolo di lavoro di cui facciano parte il RURE, il locale responsabile ISER, il RUP dei contratti energetici, il responsabile dei rapporti con Consip, il responsabile dei rapporti con le società di fornitura (elettrica e del gas) ed altre responsabilità tecniche ed amministrative. Il tavolo viene convocato a scadenze prefissate per un aggiornamento reciproco sulle problematiche emergenti, e sulle possibili strategie da adottare per farvi fronte.

2) Esecuzione di diagnosi energetiche

Andrebbe pianificato un programma generale di diagnosi energetiche per tutti i Centri: da eseguirsi per la prima volta nei Centri dove non sia mai stata eseguita una diagnosi approfondita; da completarsi nei Centri dove già sono state eseguite diagnosi in alcune pertinenze (es. Casaccia e Frascati). In tal modo, oltre agli interventi già programmati, si potranno mettere in lista di priorità le azioni più urgenti finalizzate alla razionalizzazione degli usi energetici.

2) Responsabilizzazione e deleghe al responsabile locale di ogni Centro ENEA

Il responsabile locale (RL) per l'uso e la conservazione dell'energia, nominato dal responsabile ISER, oltre a visionare le bollette di fornitura energetica prima del pagamento – allo scopo di verificare la congruità ed esattezza degli importi – diviene localmente riferimento obbligato per le tematiche riguardanti l'efficienza e l'impiantistica energetica. In particolare sarà necessario acquisire preliminarmente il parere favorevole – vincolante – del RL ogni qualvolta:

- vada acquistato materiale che ha significativi assorbimenti energetici (lotti di lampade, caldaie, pompe di calore, motori elettrici, gruppi frigoriferi, stampanti ecc.);
- vada ripristinata/modificata/installata impiantistica energetica (tubazioni, cavidotti, impianti di illuminazione, compressori ecc.);
- vada indetta una gara locale per la fornitura di servizi che impattino in maniera significativa sui consumi energetici ecc.

Il RL deve inoltre essere messo a conoscenza dei materiali/attrezzature utilizzati dalle ditte che sovrintendono alla manutenzione termica/elettrica/edile nel proprio Centro di competenza, e orientare la scelta di tali componenti verso le soluzioni più efficienti, o quanto meno adoperarsi per evitare che vengano usati o messi in opera componenti poco efficienti.

3) Ruolo del verificatore degli impianti elettrici

Il verificatore ENEA dei sistemi elettrici, a seguito delle ispezioni effettuate previste dalla normativa di legge, deve segnalare al RL eventuali valori di $cos\varphi$ non conformi ed altre anomalie riscontrate che incidono sul corrispettivo tariffario e/o sugli assorbimenti elettrici.

4) Ruolo dei RED

È necessario finalizzare le nomine/conferme dei Responsabili di Edificio (RED), per ogni centro dell'Ente. Il nome del responsabile di edificio, con relative mansioni e responsabilità, dovrà essere apposto in chiaro su una targhetta all'ingresso di ogni edificio. I RED, oltre a curare gli aspetti legati alla sicurezza, dovranno avere in carico anche la sorveglianza sugli usi dell'energia all'interno dello stesso edificio. Il RL organizza corsi di formazione per i RED. Programma con questi ultimi una politica di implementazione delle procedure tese alla sensibilizzazione del personale sulle buone pratiche di gestione dell'energia. Allo scopo dovranno essere prodotti contenuti/procedure di accompagnamento validi per ogni CR.

5) Strumentazione delle pertinenze energivore

Ogni edificio o pertinenza significativa nei diversi CR, (es. officine, hall tecnologiche, sottostazioni elettriche/termiche/CDZ ecc.) dovrà essere dotato di un contabilizzatore degli assorbimenti elettrici e termici. Il RL, eventualmente tramite il RED, dovrà gestire la contabilità energetica locale: acquisire i dati, predisporre statistiche, trasmettere agli uffici competenti i consumi annui e gli storici relativi. Tramite tale contabilità:

- *sono tenute sotto controllo nel tempo le prestazioni energetiche dei fabbricati e del personale residente e, in caso di anomalie (es. innalzamento dei consumi), segnalate da un sistema di supervisione automatico, si potrà procedere in modo mirato al ripristino dello status quo o all'incremento di efficienza;*

- *la spesa relativa all'energia consumata potrà essere imputata al Dipartimento che ha in carico l'edificio o in quota se ha in carico solo una parte di esso.*

I dati di consumo sono consultabili in remoto, con attivazione di segnali di allarme nei casi di anomalie. Sono disponibili a livello centrale per tutti i centri ENEA.
Se nel solo Centro della Casaccia si riuscisse a tagliare il 10% dell'assorbimento costante su base annuale (circa 1,5 MW) si potrebbero risparmiare 220.000 €/anno, cifra sufficiente per strumentare tutte le sottostazioni elettriche allo scopo di acquisire i dati di consumo in tempo reale, e individuare e tagliare i consumi anomali. Durante il processo di messa in opera della necessaria strumentazione di misura, sarà verificata anche la possibilità del controllo a distanza delle varie utilities energetiche, considerata ormai la larga presenza sul mercato di simili dispositivi in ottica Impresa 4.0. È pleonastico richiamare l'attenzione sui benefici che la possibilità di controllo/azionamento a distanza di generatori di calore, gruppi frigoriferi, macchinari energetici comporterebbe.

6) Approvvigionamento capitali

Sono in corso iniziative di PPP nei centri Casaccia e Frascati. In attesa del completamento dei rispettivi iter procedurali, e delle risultanze che emergeranno a conclusione dei lavori di riqualificazione, si può senz'altro intervenire anche su altri CCRR, richiamando l'attenzione sul tema delle spese da effettuare per il rinnovo dei parchi impiantistici ed edilizi esistenti, e sui capitali da approvvigionare di conseguenza: se agganciati al miglioramento dell'efficienza energetica, simili spese diventerebbero investimenti da recuperarsi spesso in pochi anni.

7) Sistema informatizzato per la trasmissione e l'elaborazione dei dati di consumo e di costo

È opportuno che venga prodotto un software che semplifichi il reperimento, la trasmissione e l'elaborazione dei dati di consumo e di costo, dalla periferia al RURE, in modo da produrre il rapporto annuale, ed eventuali rapporti intermedi, con maggior speditezza e precisione.

FUNZIONE RESPONSABILE CONSERVAZIONE E USO RAZIONALE DELL'ENERGIA art.19 - LEGGE 10/91

SCHEDA PER LA RACCOLTA DATI DEGLI USI ENERGETICI NEI CENTRI ENEA

Consuntivo dei consumi nell'anno:	**2018**
Dichiarazione:	**Aprile 2019**
Consumi energetici nel centro/laboratorio di:	
Responsabile Locale per l'Uso Razionale Energia:	

Descrizione dei consumi di energia primaria	Consumi	Unità di misura	Tensione	Fattore di conversione "tep/unità di misura"	Consumi (tep)	Fonte del dato	Costi compresa IVA (€)	Note
Consumi energia elettrica totali		MWh		0,187	**0,0**			
di cui, per illuminazione esterna		MWh		0,187	**0,0**			
di cui per uffici e servizi connessi		MWh		0,187	**0,0**			
di cui, in impianti di ricerca e produzione		MWh		0,187	**0,0**			
Energia reattiva								
Consumi di energia elettrica totali	**0**	MWh			**0,0**			
Consumi gas naturale per riscaldamento edifici e servizi connessi		1000 Sm^3		0,836	**0,0**			
Consumi gas naturale in impianti di ricerca e produzione		1000 Sm^3		0,836	**0,0**			
Consumi di gas naturale	**0**	1000 Sm^3						
Consumi gasolio per riscaldamento edifici e servizi connessi		t		1,02	**0,0**			
Consumi gasolio in impianti di ricerca e produzione		t		1,02	**0,0**			
Consumi di gasolio	**0**	t						
Consumi di GPL		t		1,10	**0,0**			
Consumi di energia termica totali					**0,0**			
Consumi di benzina negli automezzi dell'ente		t		1,02	**0,0**			
Consumi di gasolio negli automezzi dell'ente		t		1,02	**0,0**			
Consumi trasporti totali	**0,00**				**0,0**			
Produzione di energia da cogenerazione e fonti rinnovabili: energia **elettrica** autoprodotta/autoconsumata		MWh		0,187	**0,0**			
Produzione/recupero di energia da cogenerazione e fonti rinnovabili: energia **termica** autoprodotta/autoconsumata		MJ		0,000029	**0,0**			
Energia autoprodotta/autoconsumata totale	**0**	MWh			**0,0**			
				TOTALI	**0,0**		**0,00**	
							Data:	

FUNZIONE RESPONSABILE CONSERVAZIONE E USO RAZIONALE DELL'ENERGIA art.19 - LEGGE 10/91

SCHEDA PER LA RACCOLTA DATI DEGLI USI ENERGETICI NEI CENTRI ENEA

Consuntivo dei consumi nell'anno:	2018
Dichiarazione:	Aprile 2019
Consumi energetici nel centro/laboratorio di:	
Responsabile Locale per l'Uso Razionale Energia:	

Descrizione dei consumi di acqua	Consumi annui		Costi		Note
Consumi di acqua da acquedotto / Usi igienico-sanitari		m^3		€	
Consumi di acqua da acquedotto / Usi tecnologici		m^3		€	
Consumi di acqua da pozzo / Usi igienico-sanitari		m^3		€	
Consumi di acqua da pozzo / Usi tecnologici		m^3		€	
Consumi di acqua totale	**0**	**m^3**	**0,00**	**€**	

Data:	

Ricevuta di comunicazione della nomina del responsabile per l'uso razionale dell'energia

N.E.M.O.

Anno rif. consumi : **2017** Inserita : **23/04/2018** Protocollo : **2018-1157** del **23/04/2018**

Soggetto nominante

Denominazione o ragione sociale : **ENEA - AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE**
Partita IVA o Codice Fiscale : **01320740580**
Società costituita nell'anno di dichiarazione : **No**
Indirizzo : **LUNGOTEVERE THAON DI REVEL, 76**
CAP : **00196**
Città : **ROMA (RM)**
PEC Aziendale : **enea@cert.enea.it**
Attività economica : **72 - Ricerca scientifica e sviluppo**
Numero centri di consumo energetico : **13** di cui locali : **12**
Il soggetto dispone di un sistema di gestione dell'energia certificato (ISO50001 o ex EN16001) : **No**
Autorizzazione alla pubblicazione negli elenchi FIRE : **Si**

Referente del Soggetto nominante

Nome : **CLAUDIO**
Cognome : **IANNUZZI**
PosizioneAziendale : **Responsabile del servizio**
Telefono : **0630486503**
Cellulare : **3298313207**
e-Mail : **claudio.iannuzzi@enea.it**

Rappresentante legale

Nome : **FEDERICO**
Cognome : **TESTA**
e-Mail : **federico.testa@enea.it**

Energy Manager

Nome : **Pasquale**
Cognome : **Di Franco**
Titolo di studio : **Laurea tecnica**
PosizioneAziendale : **Quadro**

Telefono : **0630484833**
Cellulare : **3204259137**
FAX :
e-Mail : **nino.difranco@enea.it**
Possiede una certificazione EGE (Esperto Gestione Energia) : **Si**
Indirizzo : **Via Anguillarese 301**
CAP : **00123**
Città : **Roma**
Provincia : **RM**

Consumi specifici

Gasolio : 103.717 tep
Benzine : 15.036 tep
Gas di petrolio liquefatti (GPL) : 139.348 tep
Gas naturale : 1827.685 tep
Elettricità approvvigionata dalla rete elettrica : 6725.062 tep
Elettricità prodotta in loco da idraulico, eolico e fotovoltaico : 1.122 tep
Gasolio autotrazione : 1.632 tep

Consumi globali

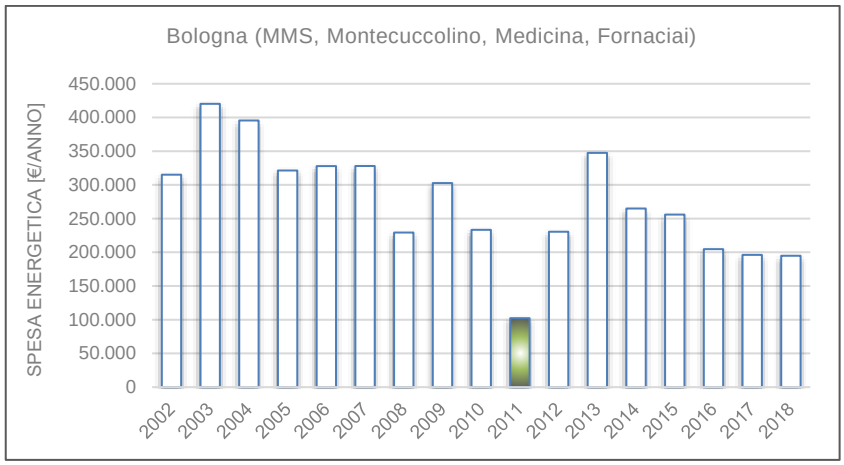
Tep totali : **8814** ricavati da : **Contabilizzazione**

Energy Manager e consumi locali

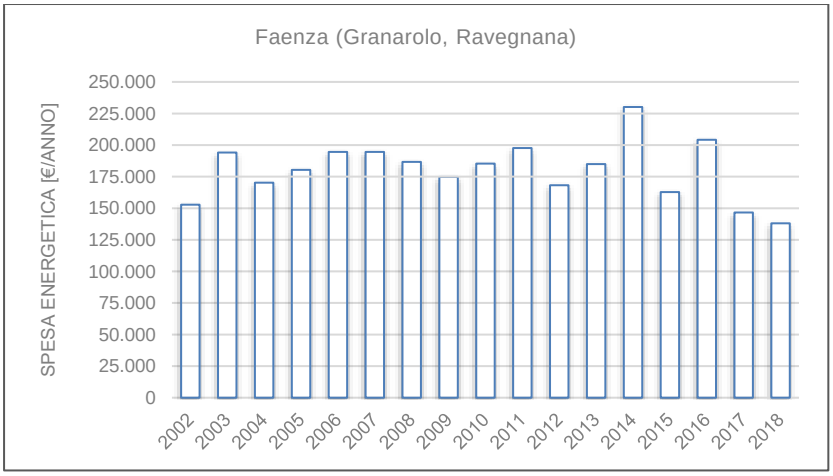
Nome : **Riccardo** Cognome : **Panichi** tep : **502** ricavati da : **Contabilizzazione**
Nome : **Mauro** Cognome : **De Marco** tep : **170** ricavati da : **Contabilizzazione**
Nome : **Mario** Cognome : **Nocera** tep : **3981** ricavati da : **Contabilizzazione**
Nome : **Stefano** Cognome : **Agnoli** tep : **2122** ricavati da : **Contabilizzazione**
Nome : **Tommaso** Cognome : **Laviola** tep : **81** ricavati da : **Contabilizzazione**
Nome : **Federico** Cognome : **Cipolla** tep : **217** ricavati da : **Contabilizzazione**
Nome : **Giambattista** Cognome : **La Battaglia** tep : **414** ricavati da : **Contabilizzazione**
Nome : **Francesca** Cognome : **D'onza** tep : **870** ricavati da : **Contabilizzazione**
Nome : **Stefano** Cognome : **Anzola** tep : **21** ricavati da : **Contabilizzazione**
Nome : **Stefano** Cognome : **Anzola** tep : **87** ricavati da : **Contabilizzazione**
Nome : **Giuseppe** Cognome : **Nigliaccio** tep : **202** ricavati da : **Contabilizzazione**
Nome : **Giuseppe** Cognome : **Nigliaccio** tep : **146** ricavati da : **Stima**

PARTE II. GESTIONE DELL'ENERGIA NEI CENTRI ENEA

RL Giuseppe Nigliaccio



Andamento della spesa energetica. CR Bologna, 2002÷2018.



Andamento della spesa energetica. Siti di Faenza, 2002÷2018.

Premessa

Il Centro ENEA E. Clementel di Bologna è costituito da un gruppo di edifici (palazzi A, B, D, E ed F) siti in via Martiri di Monte Sole (MMS) e dai Laboratori di Montecuccolino (BO), Faenza (RA). Inoltre, è presente un sito di piccole dimensioni a Medicina (BO) che viene utilizzato come magazzino.

Tutti i siti, eccetto Medicina, sono in affitto, pertanto i potenziali interventi di efficientamento sugli impianti termici si sviluppano mediante un confronto con la proprietà. Inoltre, esiste da parte di ENEA un impegno nell'acquistare e trasferirsi, una volta ultimati i lavori (autunno 2022), presso una nuova struttura di ricerca (locali ex-Manifattura Tabacchi) che costituirà il Tecnopolo di Bologna ed in grado di poter garantire al meglio le attività di ricerca e di sperimentazione. Pertanto anche gli interventi di efficientamento attuabili direttamente da ENEA devono tener conto della variazione futura di occupazione dei plessi.

Negli anni che vanno dal 2008 al 2018 il Centro di Bologna ha ridotto in maniera considerevole gli spazi concentrando alcune attività in MMS. Nello specifico, sono stati chiusi il Laboratorio sito via Don Fiammelli (chiusura anno 2008), il

Laboratorio sito in via Fornaciai (chiusura anno 2011) e recentemente sono state spostate alcune attività che venivano svolte presso il sito di Montecuccolino. Inoltre, nel 2014, è stata restituita alla proprietà una delle palazzine (palazzo C) che costituiva il complesso di edifici di MMS.
Nel corso del 2015, presso la palazzina F (MMS), sono stati completati i lavori di realizzazione di nuovi laboratori e il relativo iter di collaudo. All'interno di questi spazi si svolgono anche le attività sperimentali che interessavano i siti di via Fornaciai, Montecuccolino e Don Fiammelli. Altre attività c/o l'ex laboratorio di via Fornaciai sono state delocalizzate al CR del Brasimone.

Consumi elettrici

Un'analisi dei consumi elettrici relativa agli ultimi 6 anni (2011 al 2018), del Centro E. Clementel, in particolare per il centro in via Martiri di Monte Sole (MMS) ed i Laboratori di Montecuccolino e Faenza, evidenzia un trend positivo nella riduzione complessiva dei consumi che, nel periodo preso in considerazione, diminuiscono di circa il 25%. In particolare si individua un salto in corrispondenza dell'anno 2014, anno nel quale è stata dismessa la palazzina C.
Il centro di costo elettrico maggiore è rappresentato da MMS per circa il 50% del consumo.

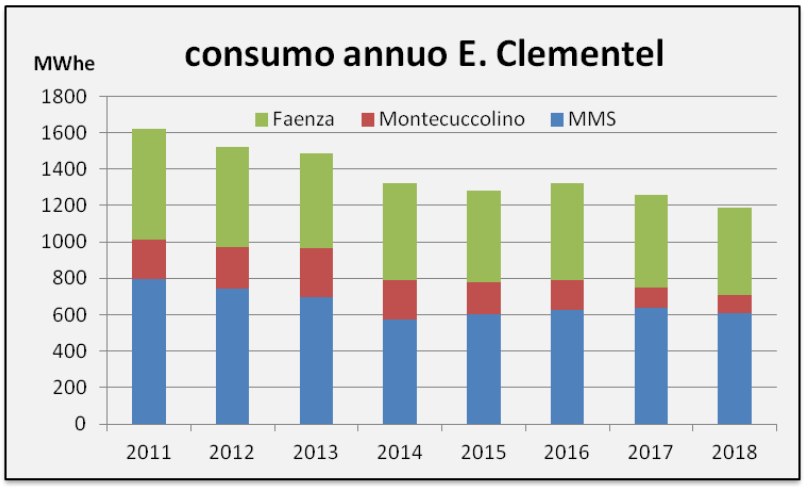


Fig. 1 - Consumi di energia elettrica, ENEA Bologna e relativi laboratori 2011-2018

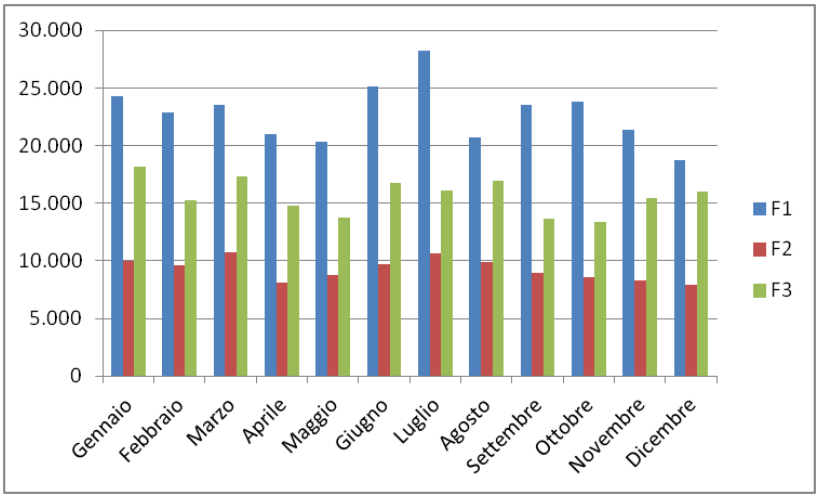


Figura 2 - Ripartizione energia elettrica per fascia di consumo MMS

Consumi termici

Relativamente ai centri di costo termico (costituiti dal sito di MMS e dal sito di Faenza), analogamente a quanto visto per i consumi elettrici, si nota una riduzione importante per MMS nel 2014, mentre l'ulteriore riduzione dei consumi termici avuta dal 2016 è in parte imputabile alla messa in funzione di un impianto ibrido (caldaia+pompa di calore) a servizio delle palazzine F e D).

Di seguito viene riportato il consumo annuale di gas naturale che, negli ultimi 8 anni (2011 al 2018), presenta una riduzione di circa il 50%. Pertanto, i consumi di energia termica ed elettrica si sono ridotti sia in funzione della riduzione degli spazi a disposizione del singolo dipendente, sia in funzione di scelte impiantistiche ed interventi effettuate.

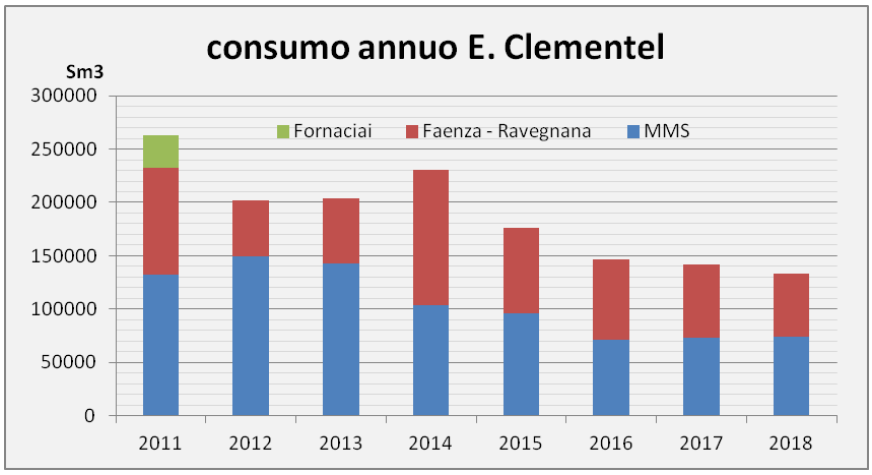


Fig. 3 - Andamento consumi di gas naturale per il Centro ENEA Bologna E.Clementel ed i relativi Laboratori negli anni 2011-2018

Interventi effettuati

- Campo termico

Importanti interventi di efficientamento nel corso degli ultimi anni hanno riguardato gli impianti termici. In particolare, in MMS le palazzine A e B sono state oggetto di interventi che hanno visto la sostituzione di una caldaia di vecchia generazione con un sistema modulare composto da 4 caldaie a condensazione. Inoltre, a giugno del 2017, sono stati sostituiti i vecchi termoconvettori con dei radiatori in alluminio dotati di termovalvole. Nelle palazzine F e D, a servizio dei nuovi laboratori realizzati, della mensa e della biblioteca, è stato installato e messo in funzione un impianto ibrido (caldaia a condensazione e pompa di calore).
Presso il Laboratorio di Faenza, a servizio della palazzina uffici, è stata sostituita una caldaia vecchia con una più performante.

- Campo elettrico

In MMS, nel corso del 2016 sono stati eseguiti dei lavori sulla dorsale delle palazzine A e B ed è stato installato un sistema di monitoraggio al fine di "mappare" i consumi della climatizzazione, illuminazione e prese elettriche relativamente.
Nel Laboratorio di Faenza sono stati effettuati interventi di ripristino del sistema di rifasamento dei carichi in cabina elettrica. Inoltre, è stato sostituito il vecchio gruppo compressore per la produzione di aria compressa con uno nuovo ad alta efficienza energetica. A luglio 2018 è stato sostituito un gruppo frigo/pompa di calore con uno più performante.

Interventi da effettuare

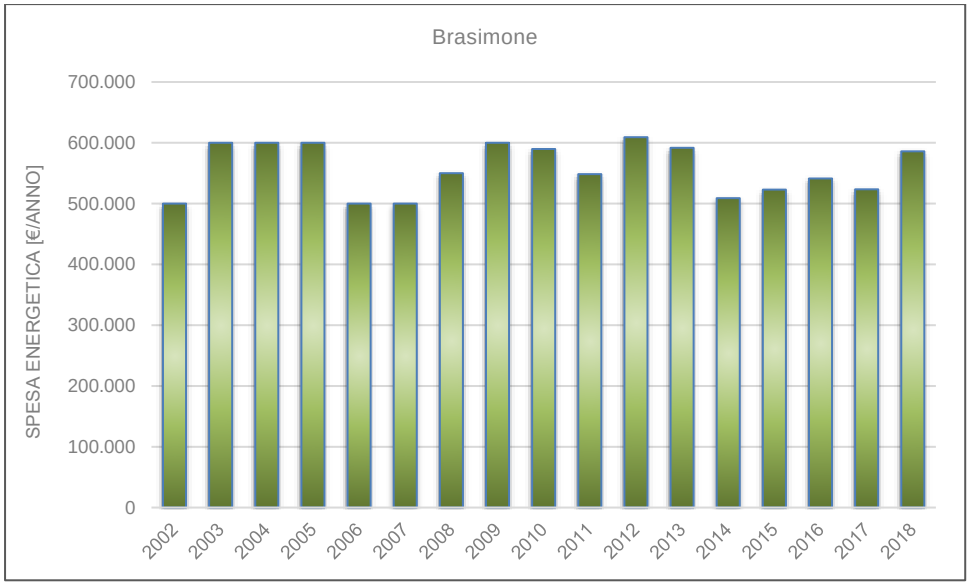
Per le palazzine A e B di MMS è di prossima acquisizione un sistema di monitoraggio termico (misurerà la portata e le temperature in mandata ed in ritorno dall'impianto di distribuzione della singola palazzina) al fine di poter ottimizzare i consumi termici mediante utilizzo dei sistemi a pompa di calore già installati e fino ad oggi usati prevalentemente per la climatizzazione estiva.

Si prevede di effettuare una prima fase di caratterizzazione per poi agire sulla gestione degli impianti di climatizzazione in funzione di alcuni parametri come, ad esempio, la temperatura esterna.
Relativamente a quanto detto in premessa, altri interventi da realizzare dovrebbero essere caratterizzati da un basso tempo di ritorno dell'investimento. Possono essere valutabili interventi come:

- installazione di sistemi di monitoraggio energetico su tutti gli edifici ed implementazione di sistemi di gestione ed ottimizzazione degli impianti di climatizzazione;
- adozione di lampade a led (illuminazione esterna, illuminazione interna).

Centro di via Martiri di Monte Sole.

RL Riccardo Panichi



Andamento della spesa energetica. CR Brasimone, 2002÷2018.

La gestione dell'energia

Il Centro Ricerche del Brasimone è situato sull'appennino tosco-emiliano, a un'altezza di 850 s.l.m., al confine tra provincie di Bologna e Firenze.
Occupa una vasta area recintata, 80 ha circa, ed è costituito da vari edifici occupati principalmente da hall a servizio degli impianti sperimentali, laboratori e da uffici.

Nell'anno 2018 in consumi di energia del C.R. Brasimone sono risultati in aumento, sia come energia consumato che come costi sostenuti, portandosi a 568 tep per un costo complessivo di € 585.926 con un aumento di € 62.447. I consumi e aumenti sono così suddivisi:

CR Brasimone	2017		2018		Differenza	
	tep	€	tep	€	tep	€
Consumi elettrici	340,0	359.526	414,0	453.691	+74	+94.160
Gasolio riscaldamento	26,4	29.916	33,6	39.930	+ 7,2	+10.014
GPL riscaldamento	133	130.445	116,3	88.685	- 17	-41.760
Benzina automezzi	0,4	855	0,5	946	+ 0,1	+91
Gasolio automezzi	1,6	2.737	1,8	2.672	+ 0,2	-65
Totale consumi	**501,5**	**523.479**	**566,2**	**585.926**	**+ 67**	**+62.447**

L'aumento principale si è avuto nel consumo/costo dell'energia elettrica con una maggiore spesa di € 94.160, dovuta, all'aumento dei consumi per € 76.190 e per i restanti 17.970, a fatture di conguaglio sull'anno 2017, dovute a un malfunzionamento del contatore generale ENEL.

Per gli impianti di riscaldamento è aumentato il consumo di gasolio e diminuito quello di GPL; ciò è dovuto, in parte, all'andamento climatico della stagione e al diverso utilizzo di alcune aree del Centro.

La notevole diminuzione della spesa per il GPL è dovuta all'applicazione del nuovo contratto di fornitura (sconto 77%) sull'intero anno solare 2018. Praticamente invariato risulta il consumo/costo di benzina e gasolio da autotrazione.

Situazione impianti energetici

Il centro del Brasimone è dotato di:

- un arrivo in AT, in sottostazione elettrica;
- una rete di distribuzione in MT;
- 9 cabine di trasformazione da MT a BT che forniscono energia ai vari edifici del centro.

Sia la cabina di AT, che la rete di MT e relative cabine di trasformazione in BT, presentano punti critici; a questo proposito è stata appaltata la progettazione dei lavori per il rifacimento di varie cabine.

Sono state sostituite le vecchie plafoniere dell'edificio Blocco 2 PEC con nuove, idonee agli ambienti interessati (a led), con un ottimo risultato sia dal punto di vista del risparmio energetico, sia da quello della soddisfazione dei fruitori della nuova luce.

Rete di monitoraggio consumi elettrici

A partire dall'anno 2006/07 è stata avviata una campagna di monitoraggio dei consumi elettrici; sono stati istallati dei contatori, collegati in rete con il programma Energy Brain, che permettono la contabilizzazione e suddivisione dei consumi tra i principali utilizzatori di energia del centro, divisi tra impianti sperimentali e utenze di servizio.

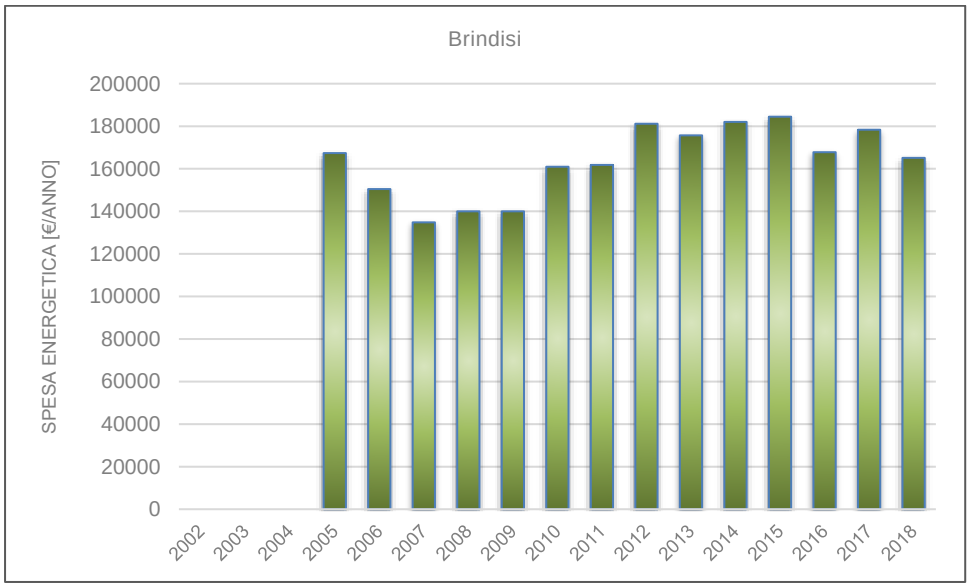
Il sistema è stato aggiornato al funzionamento sulle nuove piattaforme informatiche.

Riscaldamento

Fino a metà agli anni 90 il gasolio rappresentava l'unico combustile utilizzato per il riscaldamento degli edifici del C.R. Brasimone, dove ogni edificio ha una sua centrale termica indipendente, si è poi iniziato a trasformare le c.t. da gasolio a gas GPL, si è scelto questo tipo di gas in quanto il Brasimone non è raggiunto dalla rete nazionale di gas naturale.

Centro del Brasimone.

RL Mauro De Marco



Andamento della spesa energetica. CR Brindisi, 2005÷2018.

Voci di costo energetiche

L'energia elettrica è l'unica fonte energetica di cui il Centro dispone per quanto riguarda il settore dei servizi energetici quali utenze elettriche, di condizionamento e di riscaldamento tramite split a pompa di calore.

Si è riscontrato un consumo energetico medio negli anni di circa 855.000 kWh.
Rimangono inalterati i carichi nelle rispettive fasce orarie come di seguito riportato.

Carichi medi nelle fasce:	F1: 35 % F2: 25% F3: 40%
Consumo medio giornaliero circa:	2.350 kWh
Potenza di picco media:	157 kW

I consumi globali registrati, ormai da anni nel Centro di Brindisi, oscillano da circa 850.000 a 900.000 kWh per anno distribuiti tra le linee:

- UPS per circa il 40%, (interessate le apparecchiature scientifiche di ricerca);
- forza motrice di servizio per circa il 45 %, corrispondente a tutta la strumentazione di servizio connessa a laboratori e uffici, e derivante esclusivamente dalle prese predisposte, compresa la climatizzazione invernale/estiva. Circa il 35% dei consumi di energia elettrica sulla linea forza motrice sono da attribuire alla climatizzazione invernale/estiva con split a pompa di calore.
- illuminazione per circa il 15%, relativamente alle sole zone interne ai locali. L'illuminazione esterna non è compresa nei consumi energetici del centro.

Interventi mirati al risparmio energetico

È stata effettuata la compartimentazione di circa 1050 m^3 di edificio, relativo ai soli corridoi del primo piano dell'edificio A2, e climatizzazione degli stessi con split a pompa di calore.

Sono da valutare attentamente:

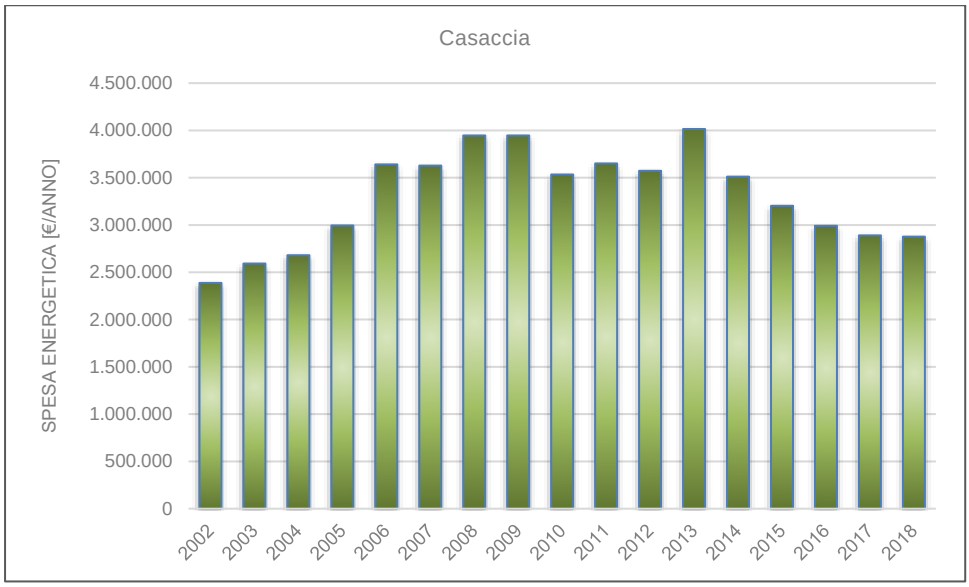
- il rifasamento di alcune linee tra cui quella di alimentazione dell'impianto di soccorso UPS

di potenza complessiva di circa 300 kVA ($\cos\varphi = 0{,}54$ misurato sulla linea), il cui $\cos\varphi$ relativamente basso influisce sul fattore di potenza dell'intero impianto abbassandolo mediamente a circa 0,88.

Nel Centro non sussistono situazioni particolarmente critiche poiché gli impianti non sono particolarmente energivori. Si potrebbe tuttavia risparmiare:

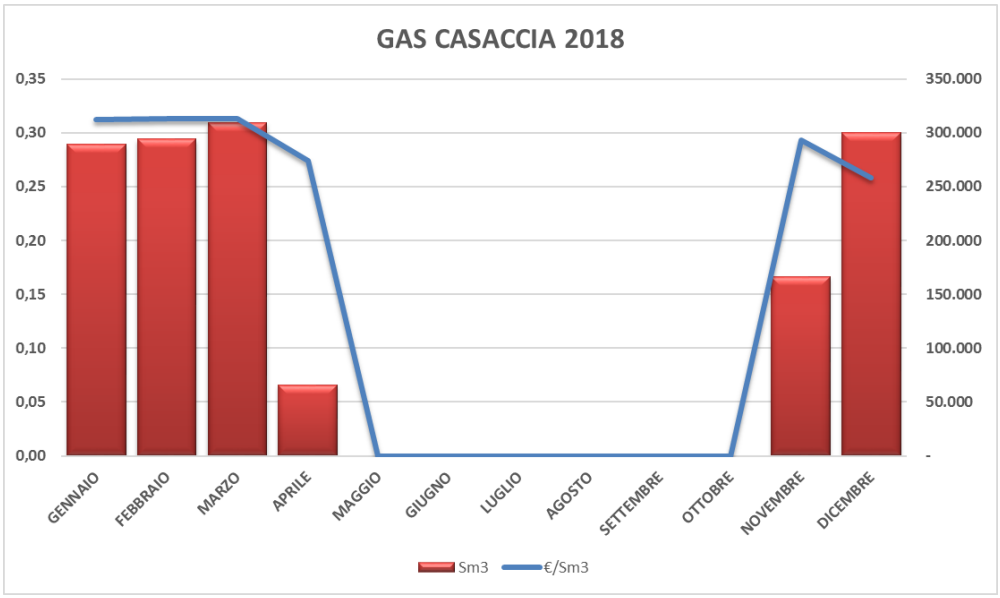
- investendo su un nuovo impianto UPS mediante la sostituzione dell'attuale, obsoleto, con gruppi di nuova generazione a sistema modulare totalmente ridondante con alto grado di efficienza e rendimento quasi pari al 100% nonostante la continua fluttuazione del carico nel tempo;
- installando barriere ombreggianti lungo il prospetto SUD verso parti interne dell'edificio A2 al primo piano (atrii e facciate esterne), per evitare il fenomeno di irraggiamento negli uffici;
- vista la dislocazione geografica vantaggiosa, investendo su impianti di tipo solare termico e fotovoltaico nella realizzazione di parcheggi e coperture ombreggianti.

Centro di Brindisi.



Andamento della spesa energetica. CR Casaccia, 2002÷2018.

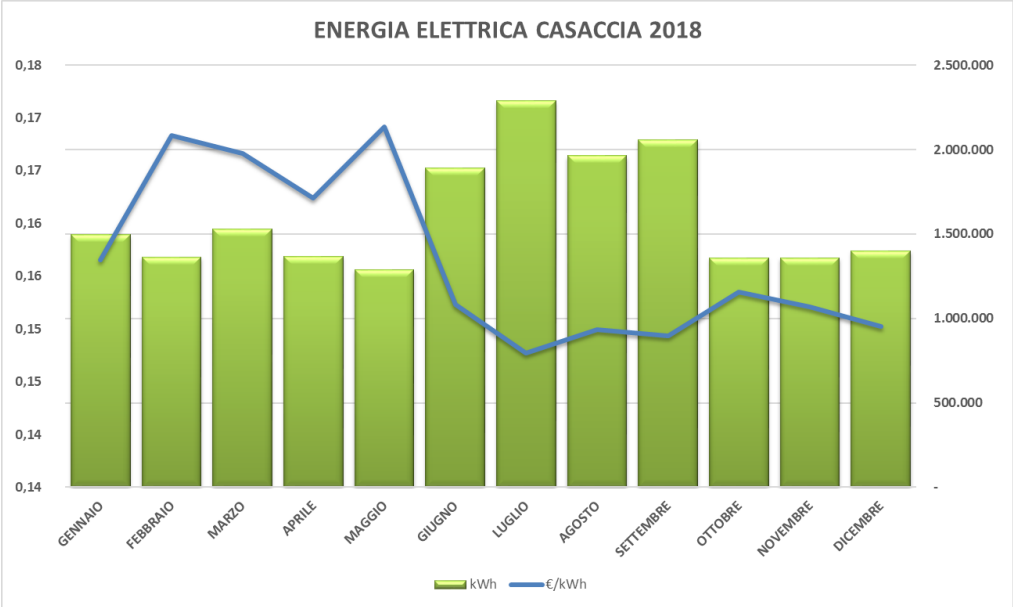
L'analisi dei consumi energetici del 2018 del CR Casaccia sul fronte dell'approvvigionamento elettrico e del gas mostra impatti enormi in termini di costo. Quantitativamente, per ciò che concerne il settore elettrico, i consumi si sono attestati su un totale di 15,7 GWh (corrispondenti ad una spesa di 2,44 M€), mentre, per ciò che riguarda il gas, si è registrato un consumo totale di 1.4 M Sm^3 (corrispondenti ad una spesa di 0,423 M€).

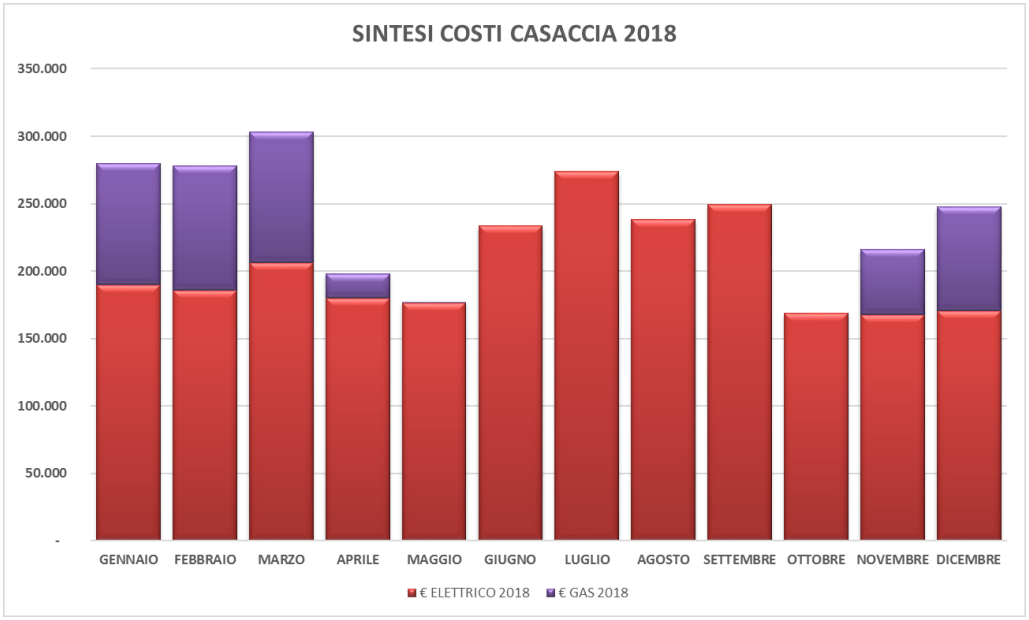


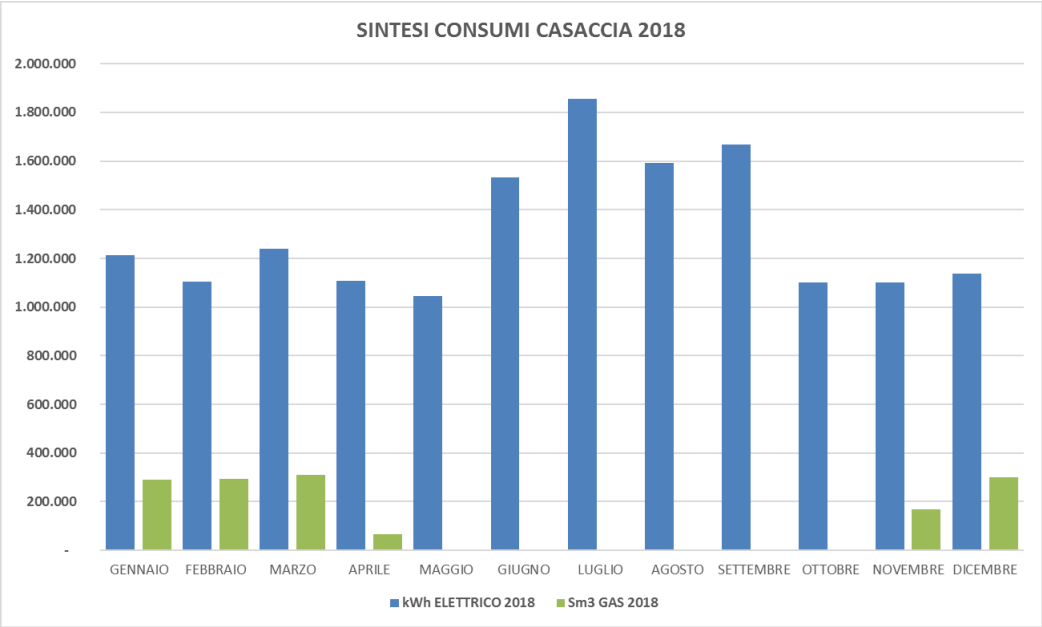
Il consumo di gas naturale in Casaccia è finalizzato quasi esclusivamente al riscaldamento degli edifici. L'andamento dei consumi di gas risponde, in linea con gli andamenti qualitativi del recente passato, ad una correlazione diretta rispetto alle temperature esterne ed al tasso di occupazione del Centro: il picco di massimo si è registrato a marzo 2018 (in leggera controtendenza rispetto all'anno precedente, quando invece si era verificato a gennaio 2017).

Il consumo di energia elettrica in Casaccia è finalizzato ad usi molteplici, ma tra questi, meriterebbe di essere approfondita la componente dedicata al raffrescamento degli edifici in estate.

In maniera piuttosto singolare, l'andamento dei consumi elettrici in correlazione al fattore di occupazione del Centro mostra, in linea con il recente passato, una tendenza a segnare i picchi massimi in corrispondenza con la minor frequentazione da parte dai ricercatori e dal personale. In termini quantitativi, l'analisi delle fatture evidenzia come il picco di massimo consumo si sia registrato a luglio 2018 mentre il valor minimo si è avuto a maggio 2018. Di fatto, viene confermata anche per il 2018 la presenza di una soglia minima di consumo di energia elettrica costante per tutti i mesi dell'anno e sostanzialmente indipendente rispetto alla presenza dei dipendenti.





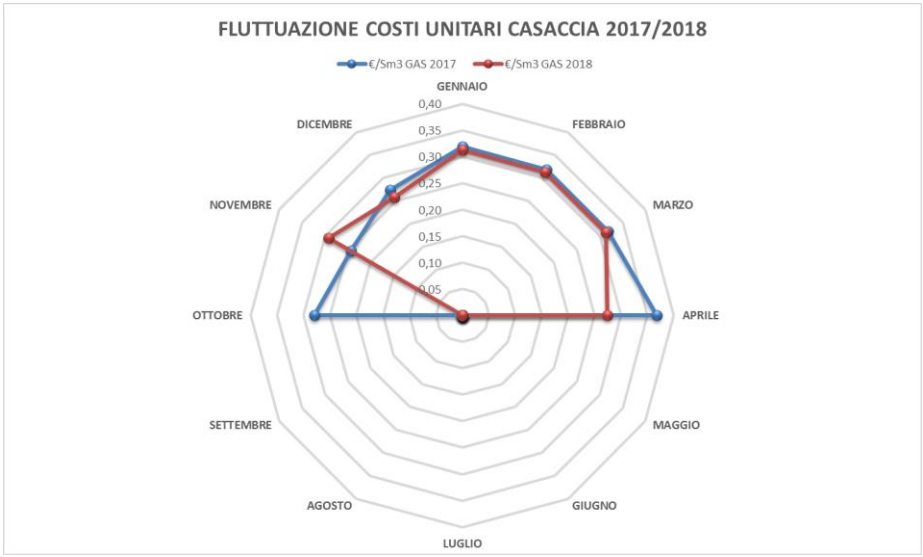


Nell'attività di gestione degli impianti, si evidenziano problemi significativi legati allo stato di fatto delle reti impiantistiche (caldo/freddo, acqua, elettrico): la Casaccia è di fatto un organismo complesso sia nella valutazione degli edifici (oltre 190 edifici costruiti dal 1959 al 1980, con tecniche e tipologie molto differenziate) sia nella valutazione degli impianti (spesso realizzati al di fuori dei vincoli rappresentati dalle normative attualmente vigenti in termini di efficienza energetica). Oltre ad un livello di obsolescenza funzionale che è fisiologicamente correlato al lungo periodo di esercizio, è da rilevare tanto il mancato rispetto dei requisiti minimi di prestazione dell'involucro edilizio (trasparente ed opaco) quanto la non rispondenza delle logiche di progettazione dell'impianto, ormai tecnologicamente superate. Su questo tema specifico inoltre, è aspetto degno di nota come ad oggi non sia possibile effettuare un'analisi dei consumi a scala edificio per la mancanza di un sistema di contabilizzazione a livello di manufatto edilizio.

Tema primario, anche in funzione della stretta connessione con l'innalzamento della qualità ambientale interna degli edifici: negli ambienti di lavoro della Casaccia manca quasi integralmente un sistema di termoregolazione. Tali sistemi, specie se accoppiati a sistemi di contabilizzazione del calore, garantiscono un enorme potenziale in termini di risparmio energetico.

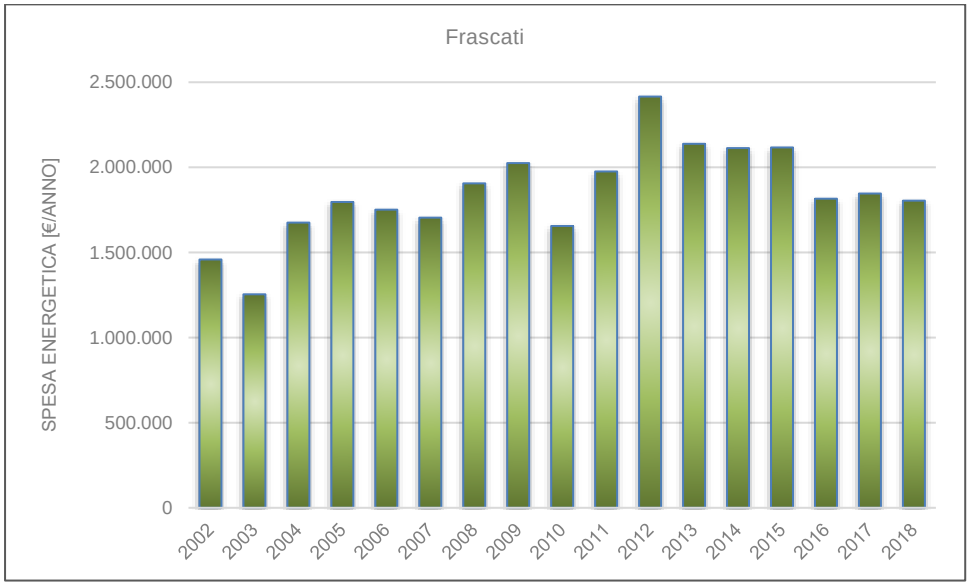
Altro elemento degno di nota: nell'ottica di ottimizzare i costi complessivi e i tempi di ritorno degli investimenti da sostenersi sugli involucri edilizi e sugli impianti di produzione del calore, ricordando che ENEA vanta esperienza pluriennale nella gestione dei meccanismi di incentivazione dell'efficienza energetica, merita di essere studiata la possibilità di applicazione di tali meccanismi negli edifici del Centro Casaccia, compatibilmente con i vincoli di budget, ma quanto più possibile su ampia scala.

In considerazione dei volumi di consumo e delle significative fluttuazioni di costo unitario registrate nel corso del 2018, in termini di tariffazione (sia per ciò che concerne il vettore elettrico sia per ciò che concerne il riscaldamento) risulta doveroso porre la massima attenzione sulle condizioni di acquisto in fase di definizione e rinnovo delle convenzioni attualmente in essere.



Centro della Casaccia.

RL Stefano Agnoli



Andamento della spesa energetica. CR Frascati, 2002÷2018.

Premessa

Il Centro Enea di Frascati si estende su un'area di circa 14 ha, su cui sono ubicati circa 90 fabbricati con diverse destinazioni d'uso.

I primi edifici del Centro risalgono alla seconda metà degli anni '50, periodo in cui mancava una normativa specifica sul tema del risparmio energetico; di conseguenza, anche le tecniche costruttive utilizzate rispondevano esclusivamente alle principali esigenze del tempo. Gli edifici più recenti del Centro comunque furono completati intorno agli anni '80, periodo durante il quale, pur vigendo la legge 373/76 recante "Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici", i livelli di attenzione verso tali temi non erano ancora soddisfacenti.

Allo stato di fatto i fabbricati risultano, in generale, privi di isolamento termico presentando valori di trasmittanza termica dei componenti opachi (pareti verticali, solai e coperture) elevati che danno luogo a forti dispersioni termiche. Fanno eccezione alcuni edifici le cui pareti perimetrali verticali, pur non essendo isolate, sono realizzate in molti casi da muratura a cassetta con intercapedine d'aria. I serramenti, composti in prevalenza da telai in alluminio privi di taglio termico e vetri monolitici, raggiungono valori di trasmittanza termica U_w pari circa a 5.8 W/m^2 K.

Gli impianti di climatizzazione risalgono all'età in cui furono costruiti gli edifici anche se le ultime installazioni risalgono al 2005.

Durante il 2019 sono stati sostituiti i gruppi frigo afferenti all'edificio A0 (mensa) e F50 relativo al raffreddamento della sala CED a causa di guasti sopravvenuti.

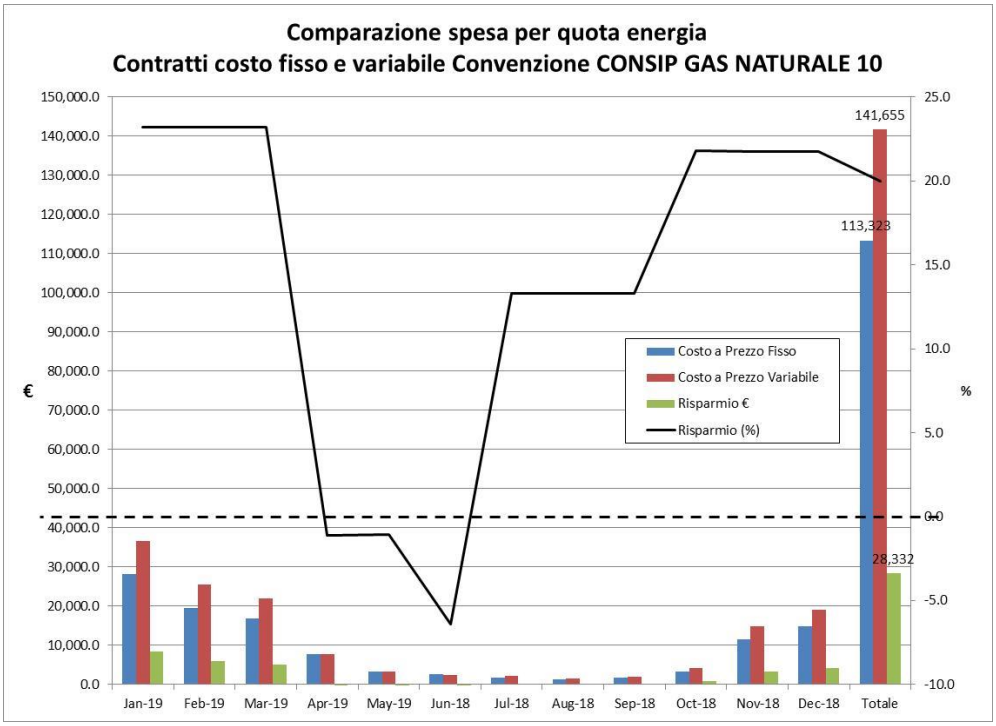
I. Individuazione della tipologia contrattuale per i principali vettori energetici

I.1 Contratto di fornitura del gas

Nel corso del 2018, tra le principali azioni mirate alla riduzione della spesa energetica per il CR di Frascati, venne valutata l'opportunità di modificare i contratti per l'energia elettrica e il gas. Nello stesso anno vennero effettuate simulazioni mirate ad individuare la migliore tipologia contrattuale da adottare per i principali vettori energetici del Centro, che portarono a ritenere vantaggiosa l'adesione alle convenzioni Consip a prezzo fisso.

Le valutazioni risultarono complesse a causa dell'incertezza dell'andamento dei prezzi variabili nel tempo, in comparazione al prezzo fisso che era invece noto. Vennero tuttavia considerate una serie di variabili, alle quali si rimanda all'Appendice per eventuali specifiche, che orientarono la scelta verso il prezzo fisso.

Il graf. 1 riporta il costo mensile relativo alla sola quota energia, in considerazione dei consumi reali registrati nel corso della durata contrattuale, dei prezzi fissi e di quelli variabili relativi alla convenzione Consip GN10 e il risparmio conseguito a seguito della scelta contrattuale adottata, espresso sia in euro che in percentuale.



Graf. 1 – Comparazione dei costi mensili a prezzo variabile e fisso in applicazione della convenzione GN10.

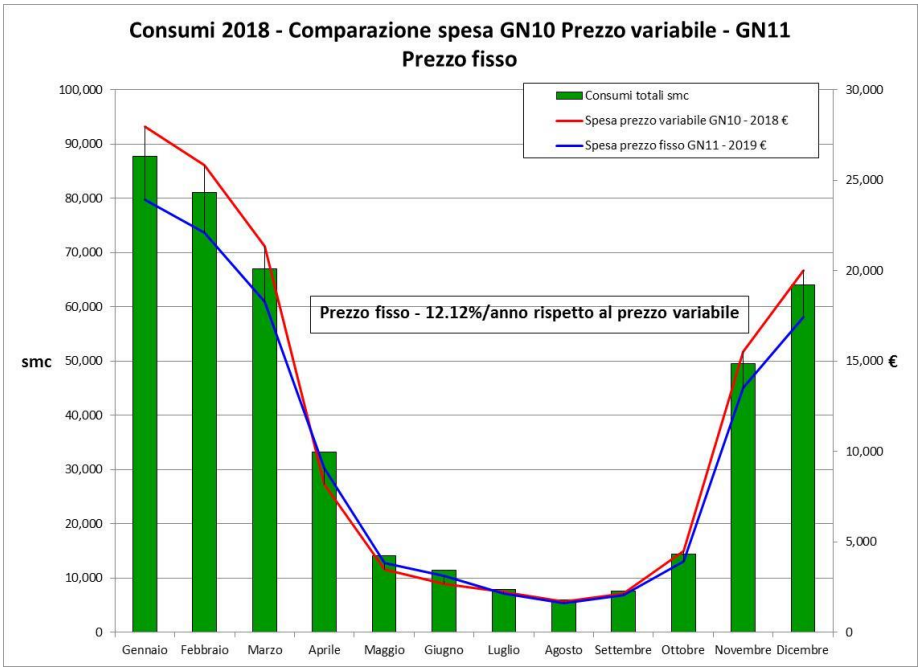
Dal grafico emerge che la scelta di aderire alla convenzione GN10 a prezzo fisso ha comportato per l'ENEA un vantaggio economico considerevole; per tutto il periodo dell'anno, infatti il prezzo fisso è stato sempre più basso rispetto al prezzo variabile, ad eccezione dei mesi di aprile, maggio e giugno caratterizzati per altro da consumi più bassi rispetto agli altri mesi dell'anno. Di conseguenza il costo della quota energia è stato ridotto del 20% rispetto all'ipotetica adesione alla convenzione a prezzo variabile, permettendo di conseguire un risparmio di 28.332,00 €/anno a conferma dell'efficacia della scelta contrattuale adottata.

Anche per il 2019 è stato necessario valutare la convenienza di aderire alla nuova convenzione Consip GN11 scegliendo tra il prezzo fisso o variabile. La scelta tra le due alternative previste dalla nuova convenzione, finalizzata all'ottenimento del massimo risparmio per l'ENEA, risulta complessa poiché necessita di specifiche valutazioni che devono necessariamente tener conto dell'andamento dei prezzi futuri della materia prima. Purtroppo, mentre nel caso di adesione alla convenzione a prezzo fisso il dato di riferimento è noto ed è stato pubblicato sul sito della Consip, i dati relativi ai prezzi variabili, che verrebbero ipoteticamente applicati nel periodo contrattuale d'interesse, non risultano disponibili. Per poter individuare quale sia tra le due tipologie di fornitura disponibili quella più vantaggiosa per l'ENEA è stata confrontata la spesa sostenuta nell'anno 2018, con l'applicazione dei prezzi variabili noti riferiti al contratto GN10, con quella che verrebbe sostenuta nel periodo d'interesse qualora venisse applicato il prezzo fisso previsto dalla convenzione GAS naturale 11, nell'ipotesi che i consumi nei due casi considerati fossero gli stessi di quelli registrati nel 2018. Nella valutazione si è tenuto conto della spesa pesata sui reali consumi del C.R. di Frascati registrati nell'anno 2018, nonché delle categorie d'uso termiche, come definite nella Tabella n. 1 del TISG (Testo Integrato Settlement Gas), attribuite ai diversi PDR, poiché ad esse vengono

applicati prezzi e spread differenti. In particolare a Frascati tutti i misuratori appartengono alla categoria d'uso C1 (riscaldamento) ad eccezione del PDR 881112962202, che appartiene alla categoria d'uso C2 (uso cottura cibi e/o produzione di acqua calda sanitaria.

Il graf. 2 riporta: i consumi mensili registrati nell'anno 2018 nel C.R. di Frascati, la spesa mensile sostenuta in applicazione della convenzione GAS naturale 10 (GN10) a prezzo variabile e la spesa che ipoteticamente si sarebbe sostenuta nel caso fosse stata adottata la convenzione GAS naturale 11 (GN11) a prezzo fisso.

Dal grafico emerge che le due curve relative alla spesa mensile, in applicazione delle due convenzioni GN10 e GN11, risultano pressoché sovrapposte nei mesi compresi tra aprile e ottobre, manifestando una discrepanza pari al 17% nel primo trimestre e al 15% nel quarto trimestre. Dallo stesso si evince che la discrepanza della spesa annua tra le due forniture è pari al 12.12%, risultando favorita la convenzione GN11 a prezzo fisso che verrà adottata.



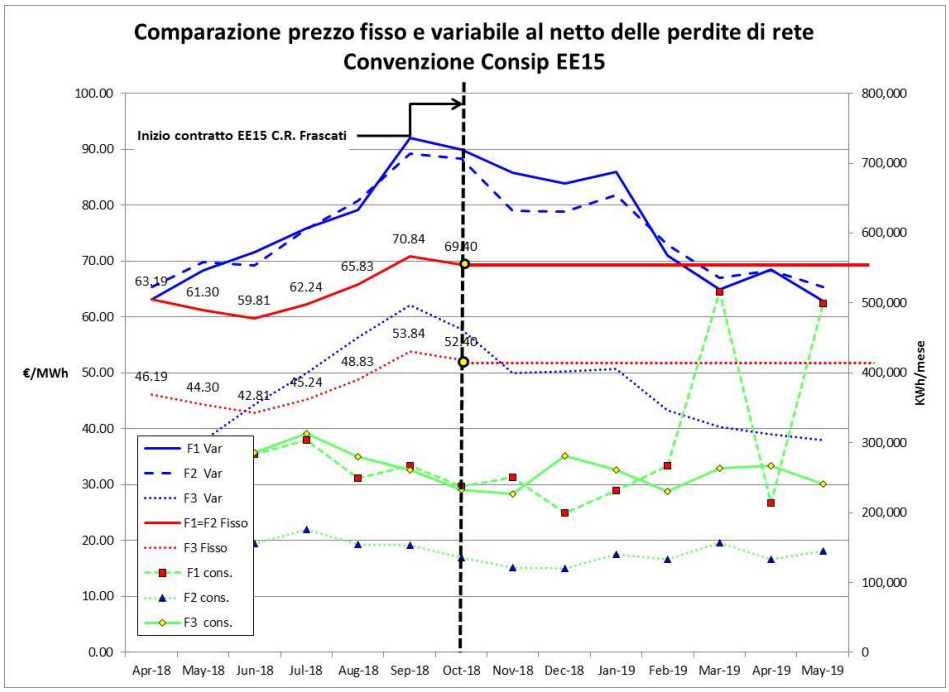
Graf. 2 - Consumi e spesa mensile in applicazione della convenzione GN10 a prezzo variabile e GN11 a prezzo fisso.

I.2 Contratto di fornitura di energia elettrica

La scadenza del contratto di energia elettrica EE15, attualmente in essere, è fissata per il 30 settembre 2019. Nel 2018 la scelta della tipologia di prezzo a cui aderire, relativamente al contratto di energia elettrica in essere, venne fatta con largo anticipo, basandosi sull'osservazione che nei sei mesi precedenti alla data di inizio del contratto stesso i prezzi per la fornitura di energia elettrica nella tipologia a prezzo variabile avevano registrato un continuo incremento, superando ad agosto e a settembre i prezzi fissi che sarebbero stati applicati, in tutte le fasce di consumo, nell'ipotesi di aderire alla nuova convenzione con la tipologia contrattuale a prezzo fisso.

La scelta pertanto ricadde sull'adesione contrattuale a prezzo fisso pur evidenziando la difficoltà della valutazione basata, come nel caso del gas, sull'incertezza relativa alla variabilità dei prezzi futuri.

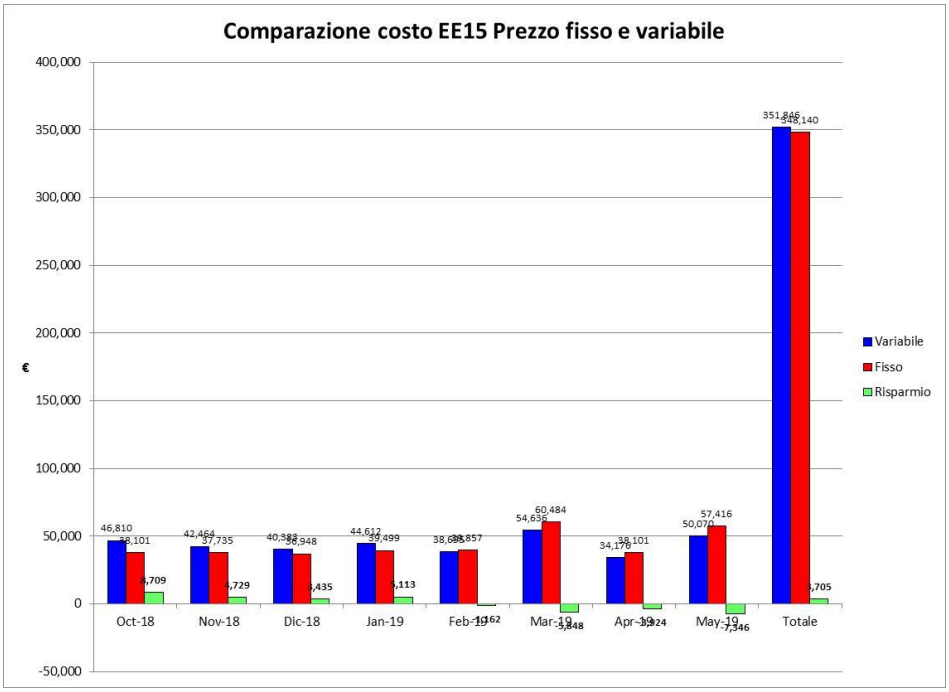
Il graf. 3 riporta l'andamento mensile dei prezzi fissi e variabili, in riferimento al contratto in convenzione Consip EE15, unitamente ai consumi reali nelle tre fasce di consumo nel periodo aprile 2018-maggio 2019.



Graf. 3 – Prezzi nelle 3 fasce di consumo nel contratto in convenzione Consip EE15.

Dal grafico emerge che nei primi quattro mesi dall'inizio del contratto il prezzo variabile ha superato mediamente il prezzo fisso in misura pari al 24% in F1, al 18% in F2, mentre è rimasto in linea con il prezzo fisso in F3. Nel mese di marzo il prezzo variabile ha presentato un minimo in F1 e F2 raggiungendo valori più bassi rispetto al prezzo fisso in misura pari rispettivamente al 6.51% e al 3.34%. Il valore è poi risalito nel mese di aprile riallineandosi con il prezzo fisso e successivamente, nel mese di maggio, ha raggiunto un altro minimo registrando valori più bassi rispetto al prezzo fisso pari rispettivamente al 8.72% e 5.40% nelle due fasce F1 e F2. La tariffa in F3 invece ha registrato una diminuzione a partire dal mese di febbraio, continuando a scendere fino al mese di maggio mese in cui ha raggiunto il minimo dall'inizio contrattuale raggiungendo valori più bassi rispetto al prezzo fisso in misura pari al 28%. I mesi di marzo e maggio sono stati caratterizzati inoltre da un consumo in F1 molto elevato dovuto alle attività di FTU (Frascati Tokamak Upgrade); la circostanza si è manifestata insieme all'abbassamento del prezzo variabile nella stessa fascia.

Il graf. 4 mostra che nei primi quattro mesi dall'inizio del contratto è stato registrato un risparmio sulla quota energia pari a circa € 22.000, nel mese di febbraio si assiste invece ad una lieve perdita mentre nei mesi di marzo e maggio in particolare, in concomitanza dell'aumento dei consumi e dell'abbassamento del prezzo variabile in F1, si registra una spesa maggiore rispettivamente pari a circa € 5.800 e € 7.346. Il bilancio complessivo calcolato ad oggi si chiude comunque in positivo, la scelta di aderire alla convenzione a prezzo fisso infatti ha consentito di assorbire anche quegli eventi di natura imprevedibile, come i picchi di consumo avvenuti in concomitanza dell'abbassamento del prezzo variabile nei mesi di marzo e maggio, registrando un risparmio sull'acquisto della quota energia pari a € 3.705 a conferma dell'efficacia della scelta contrattuale adottata.



Graf. 4 – Comparazione dei costi nelle 3 fasce di consumo relative al contratto a prezzo fisso e variabile in convenzione Consip EE15.

II. Progetto di fattibilità: riqualificazione energetica del CR di Frascati - involucro edilizio, impianti di climatizzazione, impianti elettrici, FER, produzione di energia

Durante il corso dell'anno è continuata l'iniziativa intrapresa nel 2016, relativa alla redazione di uno studio di fattibilità finalizzato ad individuare una serie di interventi di efficientamento energetico mirati al raggiungimento dei massimi risparmi ottenibili relativi alla riduzione di gas naturale ed energia elettrica. Nello studio, che oggi è giunto alle fasi finali, sono stati ipotizzati e valutati diversi interventi di efficientamento, in particolare:

- interventi di riqualificazione dell'involucro edilizio;
- rifacimento degli impianti di riscaldamento e di raffrescamento;
- sostituzione di lampade esterne ed interne con lampade a led;
- realizzazione di impianti fotovoltaici;
- rifacimento della rete elettrica con particolare attenzione alle sottocabine, all'impianto di rifasamento;
- installazione di un impianto di trigenerazione per la produzione di energia elettrica e la climatizzazione del CED.

Per tutti gli edifici ad uso civile, per i quali nel 2017 furono redatti gli attestati di prestazione energetica (APE), sono state effettuate, nell'anno in corso, le diagnosi energetiche. In questo modo è stato possibile individuare, con maggior precisione, le ipotesi di intervento attraverso le quali traguardare i risultati migliori con un livello di affidabilità maggiore. Le diagnosi energetiche sono state validate attraverso la comparazione dei consumi riportati nelle bollette e dei risultati ottenuti con le simulazioni dinamiche eseguite dall'ufficio tecnico dell'ENEA nel corso del 2018, di cui nel successivo graf. 5 sono stati riportati i risultati dei risparmi ottenibili a seguito degli interventi sul solo involucro.

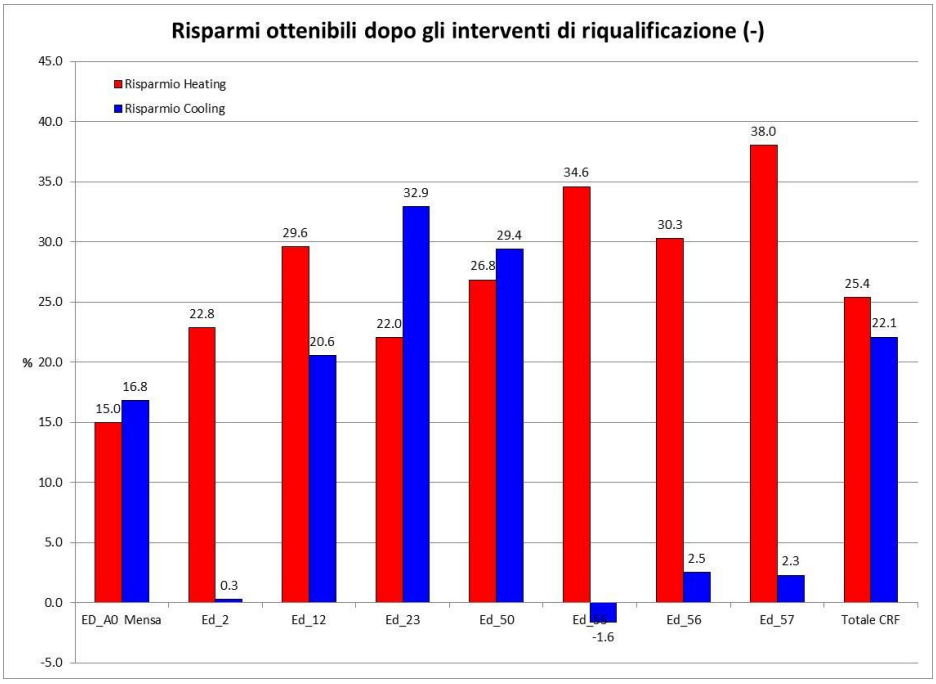
È stata prevista la sostituzione di tutte le centrali termiche e frigorifere esistenti con nuove pompe di calore in modo da garantire rendimenti stagionali più elevati.

È stata valutata la possibilità di installare impianti fotovoltaici sulle coperture degli edifici del Centro Ricerche. In funzione di questo intervento sono state individuate le strutture che: per ubicazione, orientamento, caratteristiche geometriche e per la presenza di parapetti necessari a rispondere alla normativa in materia di sicurezza sul lavoro, fossero più idonei a poterli ospitare. La potenza dell'impianto, che a seguito degli ulteriori approfondimenti è stata ridimensionata a circa 0,5 MWp, è stata calcolata attraverso l'analisi dei consumi di energia elettrica annui, di tutto il Centro, con dettaglio quartiorario.

È stato completato il censimento delle lampade e degli apparecchi illuminanti, sia interni che esterni, che fornisce informazioni circa la tipologia e le potenze delle lampade installate. Le lampade esistenti verranno sostituite con nuove lampade a led che consentiranno di ridurre i consumi di energia elettrica.

È stata prevista l'installazione di un impianto di trigenerazione della potenza di 200 kW_F per la produzione di energia elettrica e per rispondere alle esigenze di raffreddamento della sala CED.

Considerando infine le problematiche legate alla rete elettrica attuale, che comportano instabilità nel segnale, è stato previsto il rifacimento delle sottocabine elettriche in media tensione.



Graf. 5 - Risparmi energetici per la climatizzazione conseguibili dopo gli interventi di riqualificazione energetica

Tale intervento, oltre a migliorare e a rendere più stabile il servizio, migliora anche i livelli di sicurezza del personale addetto alla manutenzione.

Gli interventi di cui sopra comporteranno un potenziale risparmio di circa 400 tep.

Infine è necessario considerare che gli interventi mirati alla riqualificazione tecnologica e all'ottimizzazione delle infrastrutture elettriche, come quelli previsti per il Centro Ricerche di Frascati, producono un ulteriore beneficio poiché sono annoverati tra quelli ammissibili per l'ottenimento dei TEE, e consentono l'accesso agli incentivi previsti dal MISE afferenti al super ammortamento.

III. Interventi effettuati e in corso

Nel corso dell'anno sono stati valutati e, in alcuni casi, effettuati interventi di riqualificazione energetica del CR di Frascati. Alcuni degli interventi di seguito descritti, anche se studiati in modo da ottenere il massimo risparmio energetico possibile, sono scaturiti da ragioni dovute alle condizioni di emergenza in cui versa il Centro.

Negli edifici F35 e F36, a causa delle radici di alcuni alberi che stanno danneggiando il condotto che trasporta l'acqua dell'impianto di climatizzazione, è stata presa in considerazione la possibilità di isolare i due edifici dalle centrali di climatizzazione, realizzando un impianto dedicato. A tal proposito sono state effettuate simulazioni dinamiche finalizzate a dimensionare la potenza degli impianti e dei terminali di erogazione del calore in funzione di ogni singola zona termica. È stato previsto che i due edifici fossero

serviti da un solo impianto a pompa di calore di potenza pari a 72 kW frigoriferi e 65 kW termici.

Nell'edificio F12 è stata cambiata la destinazione d'uso in un locale (precedentemente destinato a sala tecnografico) che verrà adibito a sala riunioni.

La ristrutturazione ha comportato la progettazione dell'impianto di climatizzazione e di illuminazione. Per il nuovo locale, che potrà ospitare un massimo di venti persone, sono state effettuate simulazioni dinamiche per valutare la potenza termica e frigorifera dei terminali. In considerazione della presenza di fan coil esistenti è stato scelto di utilizzare la rete di distribuzione esistente e di sostituire gli stessi con nuovi fan coil a cassetta da installare a soffitto. Contestualmente si è proceduto a sostituire le lampade a neon esistenti con nuove lampade a led riducendo del 35% la potenza elettrica installata pur garantendo il pieno rispetto della normativa in materia di illuminazione dei posti di lavoro.

Negli edifici F71 e F72 è stato realizzato un isolamento a cappotto sulla copertura in ottemperanza alla normativa vigente in materia di risparmio energetico con riferimento alla Pubblica Amministrazione. Non avendo sistemi di misura installati è in corso di valutazione la stima della riduzione dei consumi per la climatizzazione.

Nell'edificio F11 un locale precedentemente destinato ad officina è stato adibito a laboratorio, per lo stesso si stanno effettuando simulazioni per il calcolo degli impianti di illuminazione e climatizzazione.

A seguito delle esigenze legate al nuovo progetto DTT un locale interno all'edificio F23 è stato destinato ad ospitare una sala CED. Per lo stesso locale sono state effettuate simulazioni dinamiche volte a determinare la potenza frigorifera dell'impianto di raffreddamento. In considerazione delle macchine che andranno installate, dei carichi termici dovuti all'irraggiamento solare, alla presenza di persone, all'illuminazione e al numero di ricambi d'aria, è stata determinata la potenza della pompa di calore che andrà a sostituire l'attuale impianto esistente garantendo rendimenti più elevati.

IV. Conclusioni

La scelta di aderire alla convenzione Consip GN10 attraverso le considerazioni prima enunciate, nonostante fosse stata presa nell'incertezza dell'andamento dei prezzi variabili, si è dimostrata vantaggiosa permettendo di raggiungere una riduzione del costo della quota energia di circa il 20% in riferimento a tutto il periodo contrattuale. Analoghe considerazioni sono state fatte nella scelta della tipologia contrattuale relativa al GN11 che ha portato ad adottare le stesse soluzioni.

Anche l'adesione al contratto in convenzione Consip EE15 a prezzo fisso si è dimostrata, fino ad oggi, vantaggiosa. L'andamento dei prezzi variabili infatti, nei mesi che vanno da ottobre 2018 a febbraio 2019, è sempre rimasto più elevato rispetto al prezzo fisso, in particolare nelle fasce di consumo F1 e F2. Ciò ha permesso di raggiungere risparmi tali da assorbire anche i costi relativi ai consumi imprevisti, che nei mesi di marzo e maggio hanno raggiunto valori superiori pari al doppio rispetto alla media degli altri mesi, avvenuti in concomitanza dell'abbassamento del prezzo variabile, chiudendo il bilancio in positivo.

I risultati delle simulazioni hanno dimostrato che gli interventi di isolamento termico delle coperture, la sostituzione dei serramenti e l'installazione di sistemi schermanti, negli edifici del C.R. ENEA di Frascati, hanno comportato un apprezzabile miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici.

In tutti i casi studiati è stata registrata una riduzione dei consumi durante il periodo invernale. Il graf. 5 mostra le percentuali di risparmio raggiunte a seguito degli interventi di riqualificazione energetica sopra descritti.

Durante il periodo estivo invece i risultati più importanti sono stati raggiunti negli edifici in cui la presenza di sistemi schermanti, allo stato di fatto, risulta più limitata, confermando che la protezione solare, intervenendo efficacemente sulla riduzione degli apporti solari, rappresenta uno tra gli interventi da privilegiare per minimizzare i consumi dovuti al raffrescamento estivo.

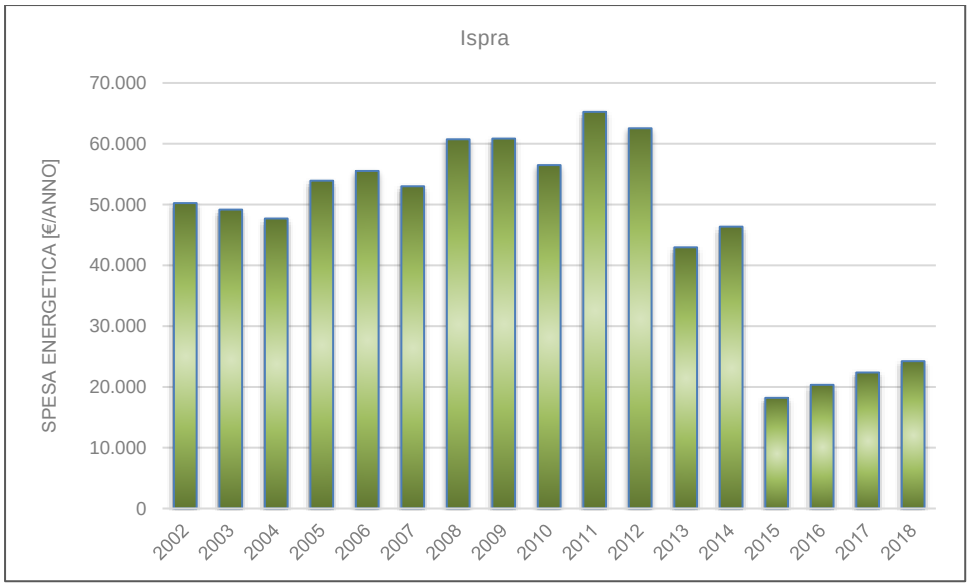
In un solo caso, nell'edificio F55, è stata registrata una lieve penalizzazione sul risparmio ottenibile per il raffrescamento; il fenomeno è riconducibile sia alle caratteristiche termofisiche dell'edificio che alla presenza del un numero rilevante di utenti che ospita, responsabili dell'incremento dei carichi termici interni. Per lo stesso edificio tuttavia i benefici raggiunti durante il periodo invernale compensano ampiamente la perdita registrata durante il periodo estivo e rendono gli interventi comunque vantaggiosi.

Il graf. 5 mostra inoltre che i risultati di risparmio energetico ottenibili sui tutti gli edifici studiati superano il 25% nella stagione invernale e il 22% nella stagione estiva.

I risultati ottenuti dallo studio dimostrano l'efficacia degli interventi proposti che si ritengono pertanto auspicabili.

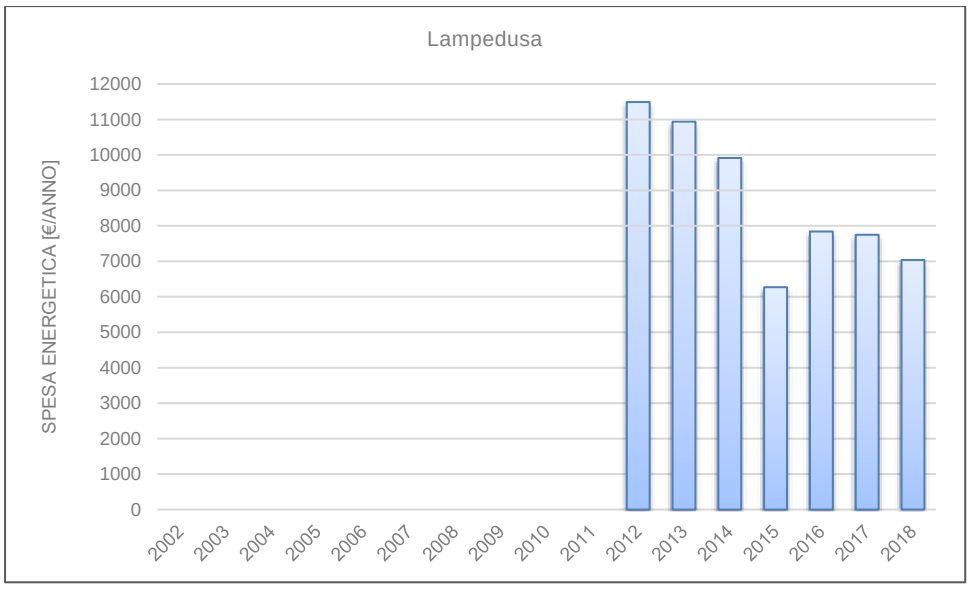
Centro di Frascati.

RL Stefano Anzola



Andamento della spesa energetica. Laboratorio di Ispra, 2002÷2018.

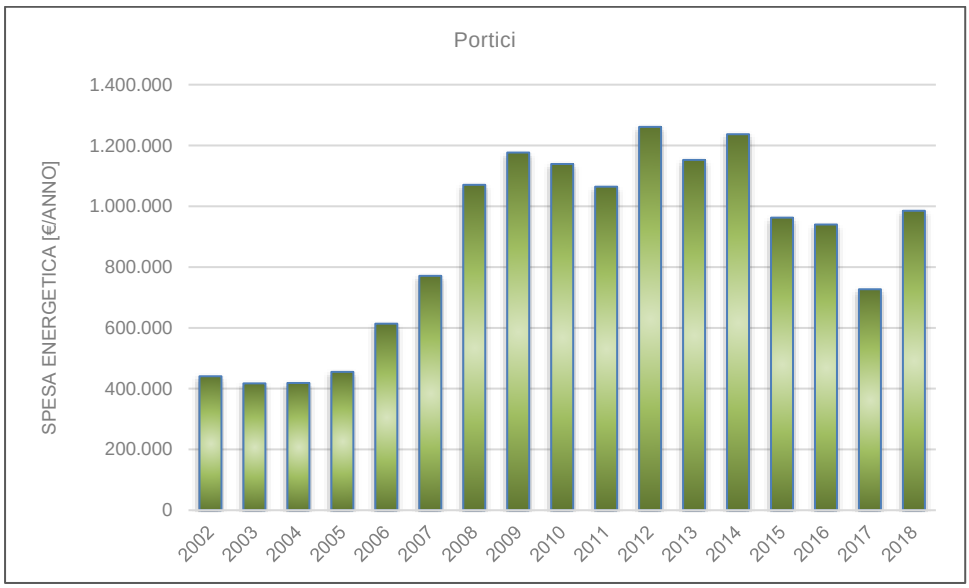
Laboratorio di Ispra.



Andamento della spesa energetica. Lampedusa, 2012÷2018.

Stazione di osservazioni climatiche, Lampedusa.

RL Francesca D'Onza



Andamento della spesa energetica. CR Portici, 2002÷2018.

I. Descrizione del Centro

Il Centro Ricerche ENEA di Portici occupa una superficie catastale di circa 33.860 m^2, di cui coperti 6.750 m^2, corrispondenti ad una volumetria di 99.400 m^3 e a una superficie utile di 14.881 m^2, di cui 5217 m^2 di uffici e 5.038 m^2 di laboratori.

L'area che lo comprende è al Catasto Terreni del Comune di Portici, foglio 7 particella 448, e confina a Est con Via Vecchio Macello (parallela alla linea ferroviaria Napoli-Reggio Calabria), a Sud con i giardini comunali e con il Mar Tirreno, a Ovest con il Mar Tirreno e la spiaggia del Granatello, a Nord con l'area ex CRIAI e Piazza E. Fermi.

Il complesso edilizio che ospita il Centro è stato realizzato in parte negli anni '80 (Edifici 1 e 2) e in parte nel periodo 2003-2006 (Edifici 3 e 4). I vari corpi sono descritti di seguito.

Edificio 1, costituito da:

- un piano interrato di altezza lorda di circa 4 m con locali di supporto alle attività di manutenzione e depositi;

- un volume fuori terra a 3 piani ciascuno di altezza lorda di 4 m con ingresso, sala conferenze, biblioteca, hall tecnologiche destinate alle attività di ricerca (a doppia altezza) e uffici amministrativi.

Edificio 2, costituito da:

- un piano interrato di altezza lorda di circa 4 m con locali dedicati agli impianti di servizio;

- un volume fuori terra a 3 piani ciascuno di altezza lorda di 4 m con laboratori e studi.

Edificio 3, costituito da:

- un piano interrato avente altezza lorda di circa 4 m con locali di supporto alle attività di centro, magazzini, sale che ospitano centri di calcolo;

- un volume fuori terra a 3 piani ciascuno di altezza lorda di 4 m con laboratori e studi, hall tecnologiche destinate alle attività di ricerca (a doppia altezza), cucina e sala mensa.

Edificio 4, costituito da:

- un piano interrato avente altezza lorda di circa 4 m con locali dedicati agli impianti di servizio;

- un volume fuori terra a 3 piani ciascuno di altezza lorda di 4 m con laboratori e studi.

Altri corpi, di cui: un piccolo edificio adibito a portineria, un piccolo edificio adibito a infermeria e depositi, 4 piccoli volumi destinati a magazzini di chimici e gas in bombole e ampie aree

esterne destinate alla viabilità interna, al verde e a ospitare impianti sperimentali nel settore dell'energia solare.

Il Centro è dotato degli impianti di distribuzione di energia elettrica, acqua, gas tecnici e di processo, nonché di 2 impianti centralizzati di condizionamento estivo ed invernale dell'aria, uno per gli edifici 1 e 2 ed uno per gli edifici 3 e 4. Inoltre, nel Centro sono presenti le strutture necessarie a fornire il servizio bar e mensa ai dipendenti e agli ospiti a vario titolo.

Nel Centro sono operativi laboratori ed impianti sperimentali nei seguenti settori:

- tecnologie solari fotovoltaiche (film sottili di silicio, silicio cristallino, materiali organici, fotovoltaico a concentrazione);
- tecnologie per impianti solari termodinamici (film ottici speciali, lenti, concentratori a riflessione, eliostati, storage termico);
- elettronica e sensoristica (TFT, OLED, sensori in grafene per gas, nasi elettronici);
- chimica ambientale (impatto delle tecnologie elettroniche e dei nanomateriali, smaltimento dei moduli fotovoltaici, risanamento di ambienti marini e fluviali);
- integrazione delle fonti rinnovabili nel sistema di produzione e distribuzione dell'energia (smart grid);
- ICT (Information Computational Technology) e calcolo scientifico ad alte prestazioni con il supercalcolatore CRESCO (Centro computazionale di RicErca sui Sistemi COmplessi) che consta di 4 sezioni, la I, II e III attive da tempo e la IV inaugurata nel gennaio del 2014.

È attivo un team di trasferimento tecnologico offrendo alle industrie interessate risultati, competenze e risorse strumentali dell'Agenzia e delle sue partecipate.

Il Centro ospita inoltre l'Istituto per i Materiali Compositi e Biomedici (IMCB) del CNR che svolge attività di ricerca, valorizzazione, trasferimento tecnologico e formazione sulle tematiche dei materiali polimerici e biomedici.

Le attrezzature in dotazione sono tipiche dei laboratori di ricerca dei settori citati:

- strumentazioni per misure elettriche;
- microscopi ottici, SEM, AFM;
- strumentazioni per caratterizzazioni strutturali dei materiali;
- spettrometri;
- cappe chimiche e scrubber;
- stufe e muffole;
- macchine di deposizione e trattamento di film sottili;
- macchine per il trattamento di plastiche e metalli;
- computer e strumentazioni per l'acquisizione dati;
- impianti fotovoltaici sperimentali e apparecchiature di caratterizzazione dei loro componenti.

Tutte le attrezzature di ricerca sono dimensionate in scala di laboratorio.

Gli addetti sono circa 250 tra ricercatori, tecnici e funzionari, e tra dipendenti CNR, assegnisti, borsiti, tesisti, tirocinanti, collaboratori, personale di ditte operanti nel Centro, visitatori.

II. Consumo di elettricità del CR

Il consumo di energia elettrica del Centro per il 2018 è stato di totali 5117 MWh di cui F1=2.360 kWh, F2=1.009 MWh; F3=1.748 MWh. La spesa totale è stata di € 967.962,71, con costo medio di 189,15 €/MWh.

Rispetto al 2017, i consumi sono aumentati di 700 MWh, mentre rispetto al 2016, è stata registrata una diminuzione di 37 MWh. L'andamento descritto è giustificato dal fatto che nel 2017 sono state progressivamente dismesse le sezioni I, II e III del centro di calcolo CRESCO (del quale si dirà nel dettaglio in seguito) in luogo delle quali a inizio 2018 è stata installata la sezione VI, che, a parità di potenza installata (pari a quella totale delle sezioni I, II e III), ha una capacità di calcolo di gran lunga superiore.

Come prima descritto, il CR ha 4 edifici con la possibilità di misurare il consumo complessivo per coppie di edifici. In particolare la percentuale di consumo complessivo è ripartita per il 40% agli edifici 1 e 2 e per il 60% agli edifici 3 e 4.

Sono inoltre presenti più di 100 misuratori, associati ad impianti specifici, le cui misure vengono periodicamente rilevate.

In dettaglio, il consumo si può raggruppare nelle seguenti voci:

A. Servizi

1. Illuminazione esterna;
2. illuminazione interna uffici, sale riunioni, servizi e spazi annessi, laboratori;
3. condizionamento ed. 1 e 2 uffici, sale riunioni, servizi e spazi annessi, laboratori eccetto camere bianche;
4. condizionamento camere bianche;
5. condizionamento ed. 3 e 4 uffici, sale riunioni, servizi e spazi annessi, laboratori;
6. condizionamento CEFAM (Centro Forniture Analisi Ambientali);
7. forza motrice (PC, monitor, stampanti, fotocopiatrici, fax ecc.);
8. pompe pozzi (n. 2);
9. bar (forza motrice, illuminazione e condizionamento);

10. cucina e mensa (forza motrice, illuminazione e condizionamento).

B. Processi

1. Impianti e macchinari camere bianche;
2. impianti e macchinari altri laboratori;
3. impianti aspirazione laboratori;
4. Cresco- Centro computazionale (IT);
5. Cresco - Centro computazionale (CDZ);
6. frigorifero per H_2O di processo ed. 3 e 4.

Al fine di ottenere una più puntuale misurazione dell'energia elettrica consumata nel Centro suddivisa per le voci sopra elencate, sono stati installati 65 misuratori sulle utenze più significative. Dalle misure effettuate si deduce che:

- il 50% dei consumi elettrici totali è attribuibile alla sola infrastruttura del centro di calcolo denominato CRESCO (IT + Raffreddamento), che nel 2018 ha assorbito 2552 MWh su 5117 MWh complessivamente utilizzati nel Centro Ricerche di Portici;
- circa il 20% dei consumi elettrici totali è attribuibile al condizionamento ed al trattamento dell'aria nelle camere pulite (esigenze di produzione);
- circa il 10% dei consumi elettrici totali è attribuibile ai servizi tecnici per esigenze di produzione (acqua refrigerata, acqua di pozzo, aria compressa), pompe da vuoto e sistemi di aspirazione centralizzati per cappe chimiche e macchine caratterizzati da un elevato numero di ore di funzionamento;
- il restante 20% può essere attribuito ai consumi di Centro (aria condizionata, riscaldamento, illuminazione, FM ecc.).

III. Interventi pianificati e/o realizzati e/o verificati

Ai punti A e B sono descritte le attività svolte raggruppate per le voci di consumo dinanzi elencate, al punto C si dà notizia di un piccolo impianto installato di recente nel Centro.

A. SERVIZI

1. Illuminazione interna uffici, sale riunioni, servizi e spazi annessi, laboratori

Allo stato attuale una parte significativa di uffici, laboratori e spazi comuni è illuminata da lampade fluorescenti, con tradizionali reattori ferrorame, le quali possono essere sostituite con altre di tipo LED senza necessità di sostituzione della plafoniera.

Allo scopo sono state acquistate circa 200 lampade lineari a LED che saranno installate progressivamente. È stata inizialmente fatta una prima campagna di sostituzione delle lampade fluorescenti sempre in funzione per motivi di sicurezza (8760 ore/anno), poiché per tali lampade, dato l'elevato numero di ore di funzionamento, il risparmio è massimo e, di conseguenza, il periodo di ritorno dell'investimento è minimo (3 mesi circa).

Successivamente è stata avviata la sostituzione progressiva delle restanti lampade fluorescenti tradizionali, man mano che arrivano a fine vita, con altrettante LED. Per tali lampade, di potenza 45 e 25 W, è da considerarsi un periodo di funzionamento pari a 4300 ore/anno. Ipotizzando lo stesso rapporto di potenza tra lampade fluorescenti e lampade a LED sostitutive, rispetto al caso precedentemente esaminato (lampade fluorescenti da 70 W), a parità di altri fattori, il periodo di ritorno dell'investimento raddoppia, risultando comunque sempre molto breve (circa 6 mesi).

2. Condizionamento camere bianche

- **FOTO**

Le camere bianche foto erano condizionate da un refrigeratore condensato ad acqua di pozzo a perdere di potenza 120 kW. I consumi rilevati da un misuratore installato sulle camere bianche FOTO dal 27/03/2015 al 30/03/2016 sono stati pari a 77,29 MWh, per un costo medio annuale, calcolato sulla base dei prezzi 2018, pari a € di 14.619,40 €.

Recentemente è stata effettuata la sostituzione di tale refrigeratore con un refrigeratore, condensato ad acqua di torre che serve in contemporanea il CEFAM e le camere bianche FOTO, di potenza di 100 kW (invece dei 120 kW del precedente impianto, cui si sommano 55 kW dell'impianto frigorifero del CEFAM). L'investimento è stato di 80.000 €.

Oltre al risparmio energetico, l'intervento ha ridotto il consumo di acqua di pozzo di 33.000 m^3/anno (il consumo registrato è passato da 93.000 a 63.000 m^3/anno).

È prevista al momento l'installazione di un misuratore al fine di monitorare i consumi del nuovo impianto. Sul motore della UTA è stata modificata l'impostazione di funzionamento del variatore di giri. Il motore ha una potenza di circa 30 kW. Nelle ore non lavorative è stato imposto un funzionamento al 30% con verifiche di mantenimento delle condizioni ambientali richieste. I risparmi in percentuale dei consumi sono analoghi a quelli ipotizzati al precedente punto per l'analogo intervento. Dalle misure effettuate si evince che i consumi 2018 (post intervento) ammontano a 80 MWh a fronte di 116 MWh dell'anno precedente. L'intervento ha quindi comportato una riduzione dei consumi del 30%, pari a 36 MWh, per un risparmio di 6.800 € in bolletta.

Considerando 3000 ore lavorate su 8760, dai consumi rilevati si evince che il motore, in condizioni di funzionamento al 30%, utilizza una potenza pari al 54% di quella che corrisponde al pieno regime di funzionamento.

- **Interrate**

Sono stati installati i misuratori per il monitoraggio dei consumi di energia elettrica delle UTA (Unità trattamento aria) asserviti alle camere bianche al fine di effettuare una diagnosi dei consumi e pianificare un eventuale intervento di efficientamento che potrebbe consistere, a seconda dei risultati della diagnosi, nella sostituzione dei motori esistenti con altri a più alta efficienza e/o nell'installazione di variatori di giri considerando il ciclo di produzione.

Al momento i consumi misurati nel triennio 2016 - 2018 sono pressoché costanti e pari rispettivamente a 72,2, 71,7 e 72,4 MWh, per un costo, nel 2018, di 13.694,46 €.

Si può considerare un intervento simile a quello fatto per le camere bianche FOTO, ovvero la regolazione del variatore di giri sul motore della UTA, pensando di impostare un funzionamento al 30% durante le ore non lavorate, con verifiche di mantenimento delle condizioni ambientali richieste.

Per una riduzione dei consumi del 30%, come quella misurata post-intervento sulla UTA camere bianche FOTO, si otterrebbe una riduzione dei consumi pari a circa 21,7 MWh, con un risparmio annuo di 4.1000 €.

3. Condizionamento edifici 3 e 4, uffici, sale riunioni, servizi e spazi annessi, laboratori

In considerazione dell'elevato consumo di acqua calda nella mensa (ed. 3), in particolare per preparazione cibi e lavaggio stoviglie, sarebbe utile un impianto solare termico ad integrazione dell'impianto di produzione di acqua calda centralizzato.

4. Condizionamento CEFAM (Centro Forniture Analisi Ambientali)

Sono stati monitorati i consumi elettrici per pianificare interventi di efficientamento.

Riguardo l'UTA, il monitoraggio nell'ultimo biennio ha riscontrato un consumo annuale pressoché costante, pari a 18.849 kWh e 18.727 kWh rispettivamente. Si ritiene tale consumo più elevato rispetto a quello atteso; ciò viene attribuito all'impiego di una batteria di post riscaldamento del tipo elettrico che, come noto, rappresenta una soluzione dispendiosa. È in stato di valutazione la sostituzione completa della UTA anche in considerazione della sua vetustà.

Riguardo il raffrescamento, come visto al punto 2. FOTO, è stato sostituito l'impianto frigorifero a servizio del CEFAM, di potenza di 55 kW, con un impianto nuovo di potenza 100 kW, a servizio del CEFAM e delle camere bianche FOTO. È prevista l'installazione di un misuratore per misurare gli effettivi consumi annuali, rispetto a quelli pre-intervento. Non essendo infatti noti i reali coefficienti di utilizzo, non è possibile calcolare i consumi sulla base delle potenze installate.

5. Forza motrice (PC, monitor, stampanti, fotocopiatrici, fax ecc.)

Nonostante il consumo di energia elettrica di queste componenti rappresenti una piccola percentuale del consumo complessivo del Centro, si è ritenuto opportuno fare quanto possibile per ridurlo operando in due direzioni:

- inserendo, ove possibile e ove ancora non presenti, le impostazioni di risparmio energertico sulle apparecchiature, sia quelle di uso collettivo sia quelle in uso singolo;
- sensibilizzando gli utenti (dipendenti del Centro e ospiti fissi) alle buone pratiche.

6. Pompe pozzi (n. 2)

Sono stati installati i contatori per il monitoraggio dei consumi delle due pompe esistenti perché abbastanza significativo rispetto al bilancio complessivo: nel 2017 il consumo di energia elettrica delle pompe dei pozzi, unito a quello della centrale antincendio e delle pompe dell'impianto di acqua trattata è stato di 41.734 kWh.

7. Bar (forza motrice, illuminazione e condizionamento)

È stata sostituita la macchina per il caffè espresso con una più efficiente. È stato ripristinato l'uso di un frigorifero. Il consumo annuale misurato ammonta a 1.056 kWh.

8. Cucina e mensa (forza motrice, illuminazione e condizionamento).

Sarebbe opportuna una valutazione dell'opportunità di sostituzione delle 3 celle frigorifere esistenti al fine di aumentare la classe di efficienza, ma al momento non sono disponibili sufficienti dati relativi ai consumi per un'analisi economica. Con ogni probabilità tali celle saranno sostituite con altre di miglior classe di efficienza solo a fine vita, quando sicuramente l'intervento avrà un VAN positivo ed il periodo di ritorno dell'investimento sarà sufficientemente basso.

9. Infissi

Sono stati sostituiti gli infissi della facciata sud-est dell'edificio 2 (totale superficie sostituita 125 m^2) con infissi a taglio termico (vetro 33.1 - distanziale 16 mm con riempimento di Gas Argon - vetro 33.1 mm basso emissivo) per un costo complessivo dell'intervento di 67.000 €.

La trasmittanza degli infissi è passata da 3,7 W/(m^2K) – come da norma UNI TS 11300-1:2014 – nell'ipotesi di rapporto delle superfici telaio/vetro sopra specificate e uso di coefficiente correttivo dovuto alla presenza dei distanziatori dei vetri, a 2,1 W/(m^2K), come certificato dall'azienda produttrice.

È in previsione una diagnosi energetica al fine di valutare il risparmio di energia conseguente all'intervento, incrociando anche i dati dei consumi per il riscaldamento ed il raffrescamento, tenendo conto delle diverse stagionalità succedutesi.

B. PROCESSI

1. *Impianti e macchinari camere bianche.*

Riguardo le pompe da vuoto per le macchine di ricerca, si sta valutando l'ipotesi di uso a potenza differenziata nelle ore di basse attività, pur garantendo il funzionamento nominale durante le ore di attività.

2. Impianti e macchinari altri laboratori

Vale quanto detto al precedente punto 5.

3. Impianti aspirazione (cappe) laboratori

Il sistema di aspirazione delle cappe presenti nel CEFAM è stato modificato. Nella precedente configurazione due motori, di classe IE1/IE2, privi di variatori di giri, a servizio di 7 cappe, funzionavano h24 a pieno regime. Consumi eccessivi rispetto alle necessità derivavano sia dalla classe dei motori, poco efficiente, sia dal funzionamento in continuo degli stessi, senza alcuna modulazione.

Arrivati a fine vita, i due motori della precedente configurazione sono stati dismessi e sostituiti con 7 aspiratori più piccoli, ciascuno a servizio di una sola cappa, dotati di variatori di giri. Tale scelta è stata motivata sia da problemi di gestione dei rifiuti legati a eventuale incompatibilità tra reflui provenienti da cappe diverse, sia dal miglior funzionamento che un aspiratore, a servizio di una singola cappa, ha in quanto regolato solo sulla base dell'attività della stessa. Ne consegue anche un efficientamento energetico.

4A. Cresco- Centro computazionale (IT)

Il Centro di Portici ospita un centro di Supercalcolo: CRESCO (Centro Computazionale di Ricerca sui Sistemi Complessi). Esso è suddiviso in varie sezioni. Periodicamente vengono dismesse le più vecchie per installarne di nuove più performanti, con maggiore capacità di calcolo a parità di potenza installata.

A partire dalla installazione della prima sezione (CRESCO I) ne sono stati installate, nel corso degli anni, in totale 6, oltre all'unità di memoria. Come prima anticipato, le sezioni meno recenti sono state progressivamente disattivate per lasciare spazio alle nuove. Nello specifico, CRESCO I, II e III sono stati dismessi a novembre 2014, dicembre 2015 e marzo 2018 rispettivamente. Al momento sono attivi Cresco IV, V e VI.

L'unità di memoria ha un assorbimento pressoché costante pari a 25 kW.

Le varie sezioni hanno, invece, un assorbimento variabile. Si riportano nella seguente tabella i dati disponibili relativi agli assorbimenti delle sezioni attive e non.

	SEZIONE CRESCO					
	I	II	III	IV	V	VI
P_{min} kW			5	27		30
P_{max} kW	20	100	20	110	10	170
P_{carico} kW	15	75	15	90	7,5	130

Il CRESCO VI è stato installato a marzo 2018 ed aperto agli utenti a luglio dello stesso anno. Ad aprile 2019 ne sono stati raddoppiati i moduli. I valori di assorbimento sopra riportati si riferiscono alla configurazione dopo l'installazione degli ultimi moduli.

Considerando una media di assorbimento nell'anno pari al 90% del pieno carico utente, ad eccezione dell'unità di memoria che ha un assorbimento costante pari a 25 kW, nel 2018 il consumo annuo risulta teoricamente di 2015,01 MWh, congruente con le misure eseguite che hanno restituito un consumo di 2060,30 MWh nel 2018.

4B. Cresco - Centro computazionale (CDZ)

Il CRESCO dispone di due sale, di cui la prima ospitava le sezioni I, II e III (al momento rimosse) e sostituite con la nuova sezione VI, la seconda ospita le IV e V.

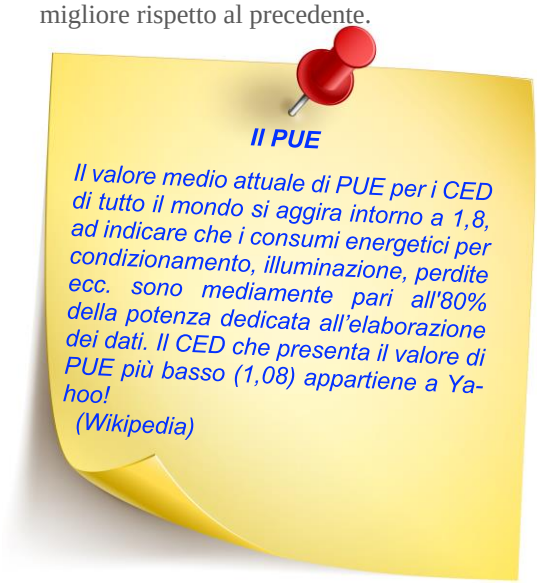
Ciascuna delle due sale ha un condizionamento dedicato. Il primo, a servizio della sezione VI, era del tipo a pompa di calore con aria canalizzata. I compressori delle macchine erano accesi/spento, tipologia che risultava in ogni caso essere adatta al tipo di carico termico presente (carico termico costante). Tale impianto è stato sostituito con un sistema di 4 condizionatori d'aria che è possibile alimentare sia con gas refrigerante R410, sia con acqua a temperatura minore o uguale a 12 °C poiché sono state installate entrambe le batterie relative ai due possibili schemi di funzionamento. Al momento è operativa la prima soluzione (alimentazione con gas refrigerante), più efficiente rispetto all'impianto precedente che utilizzava la stessa tecnologia ma con macchine più vecchia e meno efficiente e con gas meno performante (R407). Il costo dell'intervento è stato di 81.700€. Considerando che i consumi annuali pre-intervento ammontavano a 641 MWh e quelli post-intervento registrati nel 2018 sono stati pari a 492 MWh, il risparmio è stato di 149 MWh, per un risparmio di spesa pari all'incirca a 28.000 €. Il tempo di ritorno dell'investimento è inferiore a 4 anni.

La seconda soluzione (alimentazione ad acqua) risulterebbe particolarmente conveniente per il Centro perché esso ha due pozzi, con acqua a temperatura pressoché costante pari all'incirca a 15 °C. Tale acqua viene utilizzata per alimentare gli impianti frigoriferi per il condizionamento degli edifici 1 e 2. Nei periodi in cui c'è necessità di riscaldamento degli edifici, quindi in inverno e parte delle mezze stagioni, l'acqua, convogliata nelle vasche di accumulo, si riduce di alcuni gradi, raggiungendo temperature inferiori a 12 °C che permetterebbero l'alimentazione delle batterie dei condizionatori asserviti al CRESCO VI. Peraltro, tale soluzione, trasferendo calore all'acqua raffreddata dai sopra citati impianti frigoriferi, contribuirebbe ad elevare la quantità di calore recuperato.

Sicuramente molto funzionale nelle mezze stagioni e nel periodo invernale, lo schema di alimentazione ad acqua non è immediatamente operativo perché necessita dell'installazione dei tubi di collegamento tra le batterie (che si trovano nell'edificio 3) e le vasche di accumulo (che si trovano nell'edificio 1) e delle pompe necessarie al trasporto dell'acqua. Il costo dell'intervento è inferiore a 80.000,00 €; bisogna tuttavia fare una attenta valutazione dei consumi dell'impianto nella configurazione di alimentazione ad acqua, ivi compresi i consumi delle pompe. La convenienza dell'impianto potrebbe essere incrementata utilizzando l'acqua fredda delle vasche di accumulo anche come acqua di processo per gli edifici 3 e 4, come meglio descritto nel seguente paragrafo.

Il secondo impianto, a servizio delle sezioni IV e V, è del tipo a pompa di calore aria-acqua con *free cooling*. I compressori sono regolati da variatori di giri interni alle macchine.

Per un CED (centro di elaborazione dati) è possibile valutare il PUE (*Power Usage Effectiveness*) che corrisponde al rapporto tra l'energia totale consumata dal CED e l'energia utilizzata dal solo elaboratore. È possibile anche riferirsi al DCIE (*Data Center Infrastructure Efficiency*) che corrisponde all'inverso del PUE. Nella condizione pre-interventi il PUE del CRESCO risultava essere pari a 1,51 (DCIE = 66%); valore che si poteva già ritenere indicativo di un buon livello di efficienza. Il PUE post-interventi, calcolato in base alle misure dei consumi sopra riportati, è pari a 1,24 (DCIE = 80%), significativamente migliore rispetto al precedente.



6. Gruppo frigo per acqua refrigerata di processo ed. 3 e 4

Si prevede l'installazione di un contatore per il monitoraggio dei consumi del Gruppo frigo appena possibile. Il sistema a circuito chiuso dell'acqua refrigerata prodotta dai refrigeratori centralizzati a servizio degli edifici 1 e 2 potrebbe essere modificato per alimentare le utenze di acqua di processo nei laboratori degli edifici 3 e 4 previa installazione dei tubi di collegamento tra le due coppie di edifici.

Bisogna tuttavia precisare che l'acqua di processo occorre h24 mentre i refrigeratori degli edifici 1 e 2 fuori orario di ufficio smettono di funzionare e la temperatura dell'acqua nelle vasche

di accumulo ritorna a 14-15 °C, che è la temperatura dell'acqua di pozzo, anziché i 6-7 °C che occorrono. L'uso dell'acqua raffreddata dalle macchine a servizio degli ed. 1 e 2 si limiterebbe quindi alle sole ore di funzionamento dei refrigeratori, mentre l'acqua di processo è necessaria h24 e, di conseguenza, non sarebbe possibile dismettere il refrigeratore attualmente in funzione, o comunque si dovrebbe prevedere l'uso di un sistema complementare per la produzione di acqua di processo quando non disponibile dalle vasche di accumulo. Per contro, ci potrebbe essere il vantaggio di utilizzare parte dell'impianto (pompe e parte dei tubi di collegamento) pensato per l'alimentazione ad acqua delle batterie per il condizionamento del CRESCO VI in modo da ottimizzare il costo di pompe e tubi e parte dell'energia assorbita dalle pompe in regime di funzionamento, perché utilizzati in entrambe i processi. Bisogna valutare nel dettaglio la convenienza dell'intervento sulla base dei costi di realizzazione e dei consumi in regime di funzionamento.

C. INSTALLAZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO COLLEGATO A STAZIONI DI RICARICA PER VEICOLI

Nel primo semestre del 2019 è stata progettata e installata una pensilina fotovoltaica nel Centro di Portici collegata, oltre che all'impianto elettrico del Centro, a due stazioni di ricarica per veicoli elettrici, ad uso del personale dipendente, con disciplina da stabilirsi con specifica circolare.

Le due stazioni di ricarica sono dedicate una a motoveicoli elettrici, denominata EVO BIKE, e una ad autoveicoli elettrici, denominata EVO CAR. La EVO BIKE è dotata di due prese di ricarica da 3,7 kW, mentre la EVO CAR è dotata di due prese di ricarica da 11 e 3,7 kW rispettivamente.

La pensilina è stata installata nel parcheggio dei motoveicoli del Centro e ricopre un'area di 60 m^2. La struttura è realizzata con profilati in alluminio, il cui tetto è costituito da 36 pannelli fotovoltaici, ed è mantenuta al suolo con 4 zavorre in calcestruzzo appoggiate sull'asfalto.

I moduli fotovoltaici sono di tipo vetro-vetro, semitrasparenti, ciascuno con 60 celle in silicio policristallino e una potenza massima di 250 W, per una potenza complessiva installata pari a 9 kW. I pannelli sono esposti a sud-est con una inclinazione di 7 gradi rispetto all'orizzontale.

In considerazione della producibilità media di impianti con simile tecnologia ed esposizione, installati in aree con simili caratteristiche climatiche, si prevede una produzione media annua di 11.500 kWh, che verrebbero integralmente autoconsumati. Ne consegue un risparmio in bolletta di all'incirca 2.175 €.

Il risparmio economico in bolletta non è l'unico beneficio da considerare. Tale iniziativa è stata concepita infatti in considerazione dell'opportunità di incentivare l'utilizzo di veicoli elettrici non solo per una politica di risparmio economico e riduzione dell'utilizzo di combustibili fossili ma anche per altri benefici indiretti quali ad es. la riduzione delle emissioni di gas inquinanti con conseguente miglioramento della qualità dell'aria e riduzione dell'effetto serra nonché dei costi sociali dovuti all'impatto delle emissioni sulla salute e sull'ecosistema.

I pannelli di ultima generazione utilizzati e la tipologia di struttura adottata, solo zavorrata al suolo, rendono l'opera a ridotto impatto ambientale, adatta all'installazione in un pregiato contesto paesaggistico quale quello del Centro Ricerche ENEA di Portici, e in altri siti altrettanto sensibili.

L'iniziativa costituisce un'opportunità di sensibilizzazione all'utilizzo dei veicoli elettrici, tecnologia che, seppur nota, è ancora poco conosciuta e diffusa. Allo scopo, il Centro prevede la possibilità di sostituire una delle auto utilizzate per attività di servizio con un veicolo elettrico in modo da favorire la familiarità dei propri dipendenti con la tecnologia specifica, mediante l'utilizzo diretto.

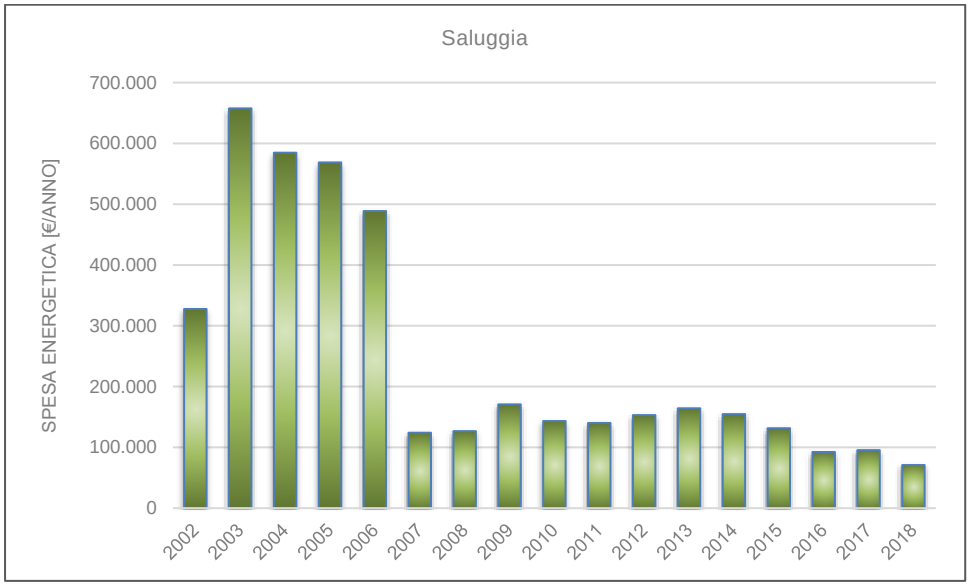
In aggiunta, in considerazione dello stretto rapporto con il territorio del Centro di Portici, come del resto degli altri Centri dell'Agenzia, sedi di iniziative di ricerca specifica ma anche di attività di formazione nonché di eventi aperti ad un più ampio pubblico, tesi ad un trasferimento della conoscenza scientifica su larga scala, l'iniziativa sarà veicolo di diffusione della tecnologia specifica in tutto il territorio di pertinenza.

Il progetto è replicabile negli altri Centri ENEA, con conseguente amplificazione dei benefici ad essa conseguenti.

Bruno Mastroianni-ISER ha collaborato alla stesura del contributo.

Centro di Portici.

RL Stefano Anzola



Andamento della spesa energetica. CR Saluggia, 2002÷2018.

L'intervento principale di efficientemente energetico eseguito nel Centro di Saluggia nel corso del 2018 è stata la sostituzione di una macchina ad utilizzo di climatizzatore e pompa di calore per l'edificio 2400 di potenza complessiva pari a 77,10 kW, con sistema di regolazione di temperatura ambiente mediante microprocessore. I refrigeratori di liquido e le pompe di calore sono equipaggiati, a seconda del modello, con un evaporatore a piastre a singolo o doppio circuito gas e possono integrare il modulo di pompaggio con o senza serbatoio idraulico inerziale. Queste soluzioni permettono di migliorare i valori di efficienza energetica ai bassi carichi, che rappresentano la quota principale nell'arco della vita operativa di una macchina dedicata alla climatizzazione, massimizzando l'indice di prestazione stagionale ESEER (European Seasonal Energy Efficiency Ratio) proposto e utilizzato nel contesto progettuale europeo, che caratterizza l'efficienza media ponderata di un chiller destinato al condizionamento. L'indice esprime, molto meglio dell'EER, il rapporto tra l'effetto utile (energia totale sottratta agli ambienti) e la spesa energetica (energia elettrica consumata) propri di una macchina frigorifera nel corso dell'intera stagione di funzionamento. In relazione alle differenti condizioni operative, e alla frequenza con cui esse si raggiungono, tale indice è calcolato assegnando un peso energetico differente alle corrispondenti prestazioni dell'unità. Per es., ESEER = 4 significa che, nel corso di un'intera stagione di funzionamento, per ogni 4 kWh termici sottratti agli ambienti da raffrescare verrà mediamente speso 1 kWh di energia elettrica. La gestione è affidata ad un controllo a microprocessore, differente tra le unità mono-circuito e doppio circuito, che gestisce in totale autonomia tutte le funzioni principali, tra cui regolazioni, allarmi ed interfaccia con l'esterno. Il fluido frigorigeno utilizzato è l'R410A.

L'evaporatore è del tipo a piastre in acciaio inox saldobrasate con rame, a singolo o doppio circuito gas a seconda dei modelli e singolo circuito acqua. Questi evaporatori sono estremamente efficienti e compatti e richiedono pertanto pochissimo spazio per l'alloggiamento all'interno dell'unità a tutto vantaggio dell'accessibilità interna. In particolare l'impiego di evaporatori a doppio circuito gas permette di incrementare i coefficienti di prestazione ai carichi parziali, rispetto alle soluzioni con evaporatori indipendenti.

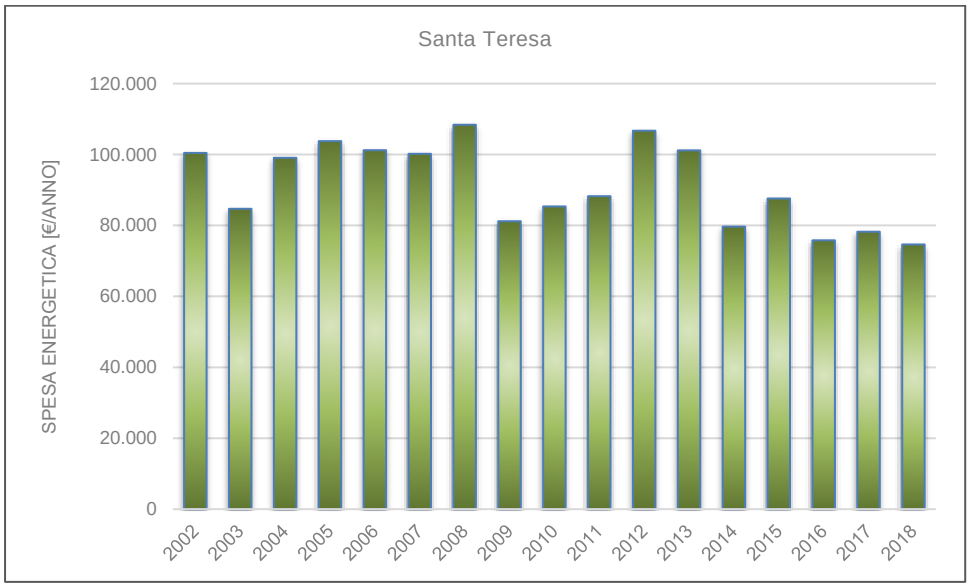
Nella parte più alta dell'evaporatore è sempre presente una valvolina di sfiato; esso è coibentato esternamente con isolante termico ed anticondensa con finitura alluminata ed è protetto dal pericolo di ghiacciamento, causato da eventuali basse temperature di evaporazione, dalla funzione antigelo della centralina elettronica che

controlla la temperatura di uscita dell'acqua. Ogni evaporatore monta un pressostato differenziale acqua che lo protegge dalla mancanza di flusso d'acqua.

Inoltre si sono sostituiti i motori dei ventilatori UTA con motori ad inverter, e ottimizzando la regolazione in funzione dei ricambi d'aria.

Centro di Saluggia.

RL Tommaso Laviola



Andamento della spesa energetica. CR Santa Teresa, 2002÷2018.

1. Forniture energetiche

Il sistema energetico ed idrico del Centro di Santa Teresa è di tipo passivo e si approvvigiona, attualmente, dalle seguenti Società Fornitrici:

- *Energia Elettrica in M.T. 15.000V – 50Hz*, fornitore: ENEL spa
- *Gas naturale per cucina e riscaldamento*, fornitore: ENERGETIC
- *Acqua potabile*, fornitore: ACAM *acque*.

2. Manutenzione conservativa

L'attività di manutenzione conservativa nel 2018 è consistita nella riparazione del cavo di Media Tensione 15 kV, dalla cabina ENEA in MT alla cabina di ricevimento ENEL, a seguito di malfunzionamenti dovuti a micro-interruzioni.
I continui malfunzionamenti hanno causato problemi anche agli UPS.

3. Manutenzione migliorativa

- Sta proseguendo la sostituzione di lampade tradizionali con lampade LED.
- Installazione di una nuova torre di evaporazione più efficiente per l'impianto di raffrescamento.

4. Verifiche dei Consumi

IMPIANTO ELETTRICO

La Tab. 1 mostra, sinteticamente, la distribuzione dei consumi per fascia contrattuale e dei consumi per giorno lavorativo per periodo climatico.

Si rileva il risparmio economico ottenuto negli anni, grazie agli interventi di efficientamento e di manutenzione migliorativa dell'impianto elettrico, fin ad oggi effettuati dal Centro di Santa Teresa.

Nel 2008 il consumo di energia elettrica nel CRAM di Santa Teresa era pari a 400.821 kWh con una spesa di €. 69.663.

I continui lavori di manutenzione migliorativa e di efficientamento hanno prodotto nel 2018 una riduzione dei consumi elettrici del 39,46% e un risparmio economico del 42,42%.

Rispetto al 2014, anno dei primi efficientamenti energetici mirati, i consumi elettrici sono scesi del 14,35%, e il risparmio economico del 22,98%.

Tab. 1 - Consumi e costi annui per fornitura elettrica.

ANNI DI COMPARAZIONE CONSUMI ELETTRICI			
2018		**2014**	
Importo € 47.055		**Importo € 61.094**	
Consumo: 242.648 kWh		**Consumo: 283.297 kWh**	
F1:	47,71%	F1:	45,45%
F2:	18,25%	F2:	18,80%
F3:	34,04%	F3:	35,75%
$\cos\varphi_{medio}$	0,961	$\cos\varphi_{medio}$	0,991
Penali pagate in fattura		**Penali pagate in fattura**	
CTS	€ 841	CTS	€ 722
cosφ	€ 21	cosφ	€ 0
Consumi giornalieri		**Consumi giornalieri**	
Nov.-Ma.:	592 kWh/d	Nov.-Mar.:	738 kWh/d
Aprile:	527 kWh/d	Aprile:	605 kWh/d
Mag. e Ott.:	512 kWh/d	Mag. e Ott.:	679 kWh/d
Giu. - Sett.:	866 kWh/d	Giu. - Sett.:	915 kWh/d

- Considerate le attività svolte nel Centro, con 50 unità tra dipendenti ed ospiti fissi, nonché la maggior consapevolezza al risparmio di energia, si ritiene appropriato un Indice Elettrico di Riferimento di 5.400 kWh/(dip · anno), equivalente ad un Indice di 100 kWh/(m^2 · anno) per la zona climatica "D"[1].
- Quanto sopra ha portato a far convergere gli sforzi per avere un'efficienza energetica sufficiente a ottenere consumi elettrici di circa 270.000 kWh/anno.
- Dalle tabb. 1 e 2 e dal graf. 1 si evince che l'obiettivo prefissato è stato raggiunto negli ultimi anni, e superato nel 2018.

Tab. 2 - Fornitura elettrica: congruità di consumi e costi.

CRAM SANTA TERESA – LERICI — Aggiornato : 11 Febbraio 2019 — redatto da: TOMMASO LAVIOLA

Consumo ENERGIA ELETTRICA

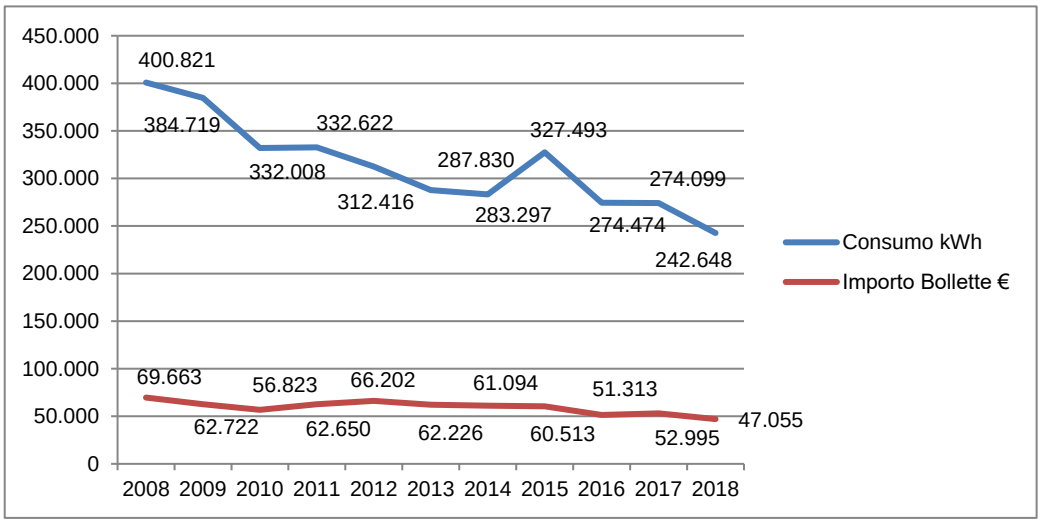
Centro Ricerca Marina di Santa Teresa - Lerici (SP)

Tabella di Congruità

mq edificio:	2.700	Zona Climatica Lerici:	D	Indice Enea metodo kWh/m^2 anno:	125	337.500	Indice Enea metodo misto:	366.000
		Giorni medi di lavoro:	240	Numero medio di personale presenti:	50	Indice Enea metodo numero dipendenti (6000)		300.000

Anno	Totali Consumi Energia Attiva in bolletta kWh	Variazione Consumi con l'anno precedente %	Totali Importi Bollette €.	Variazione Importi Bollette con l'anno precedente %	Variazione prezzo acquisto energia con l'anno precedente €/kWh	Totali Consumi Energia Reattiva in bolletta kVarh	Fattore di Potenza medio annuale cosϕ	Totali Penali per basso cosϕ €.	Totali Penali CTS CEI 0-16 €.	Verifica di confronto con indicatore di consumo Enea metodo dipendenti	Verifica di confronto con indicatore di consumo Enea metodo misto	Verifica di confronto con indicatore di consumo Enea metodo superficie
2007												
2008	400.821		69.663		0,174	100.094	0,963	29	0	consumo elevato	consumo elevato	consumo elevato
2009	384.719	-4,02	62.722	-9,96	0,163	160.102	0,914	307	207	consumo elevato	consumo elevato	consumo elevato
2010	332.008	-13,70	56.823	-9,41	0,171	222.082	0,834	615	624	consumo elevato	OK	OK
2011	332.622	0,18	62.650	10,25	0,188	223.887	0,846	636	1.256	consumo elevato	OK	OK
2012	312.416	-6,07	66.202	5,67	0,212	57.241	0,858	368	745	consumo elevato	OK	OK
2013	287.830	-7,87	62.226	-6,01	0,216	42.629	0,975	103	665	OK	OK	OK
2014	283.297	-1,57	61.094	-1,82	0,216	22.678	0,991	0	722	OK	OK	OK
2015	327.493	15,60	35.709	-41,55	0,109	15.838	0,998	16	724	consumo elevato	OK	OK
2016	274.474	-16,19	51.313	43,70	0,187	51.401	0,977	40	722	OK	OK	OK
2017	274.099	-0,14	52.995	3,28	0,193	66.321	0,974	38	780	OK	OK	OK
2018	242.648	-11,47	47.055	-11,21	0,194	65.522	0,961	21	782	OK	OK	OK
2019	17.383	-92,84	3.403	-92,77	0,196	883	0,999	0	0	OK	OK	OK
2020												
2021												

[1] Congruente a quanto riportato in "*Report RSE/2009/121 di Santini, Elia, Fasano – ENEA"*, v. Tab. 6.1, pag. 27, zona climatica D: Indicatore di Consumo Elettrico di 125 kWh/(m^2 anno).



Graf. 1 - Consumi elettrici [kWh] e spesa [€], CRAM Santa Teresa 2008÷2018.

IMPIANTO TERMICO

La tab. 3 mostra, sinteticamente, oltre alla distribuzione dei consumi per periodo climatico, il risparmio ottenuto negli anni grazie alla manutenzione conservativa finora svolta nel Centro di Santa Teresa, e soprattutto grazie ad una maggior consapevolezza del miglior utilizzo del riscaldamento invernale.

Il minor consumo termico si è verificato nel 2014 con 28.942 Sm^3 di gas naturale a fronte di una spesa di € 25.283.

Dal 2015 la curva discendente dei consumi di gas naturale si è invertita, come si evince dalle tabb. 3 e 4 e dal graf. 2.

L'inversione è probabilmente dovuta al sempre più vetusto impianto di riscaldamento (e anche di raffrescamento), nonché alla disposizione della Centrale Termica rispetto alla distribuzione del calore (e del freddo) negli uffici, che è estremamente decentrata.

Gli uffici periferici con finestrature rivolte verso Nord non raggiungono quasi mai la temperatura di minimo conforto nelle rigide giornate di pieno inverno.

Considerando un Indice di Riferimento Termico per la zona climatica "D" di 11,25 $Sm^3/(m^2 \cdot anno)$, funzione dello stato dell'impianto, e corrispondente a un indice di 91,73 $kWh/(m^2 \cdot anno)$, raggiungere o tendere ad un consumo inferiore ai 30.375 Sm^3/anno di gas naturale sarà sempre più arduo, a meno che non accadano inverni miti. In effetti, i consumi reali, nel periodo invernale, dal 2013 al 2018, hanno subito delle oscillazioni dovute alle condizioni climatiche ambientali:

Anno	Consumo specifico [$kWh/(m^2 \cdot anno)$]
2013	137
2014	79,7
2015	83,3
2016	87,5
2017	94,9
2018	110,8

Per migliorare le prestazioni dell'impianto termico e di refrigerazione occorrono significativi investimenti per la realizzazione di nuovi impianti, macchinari ed un migliore isolamento termico dell'edificio.

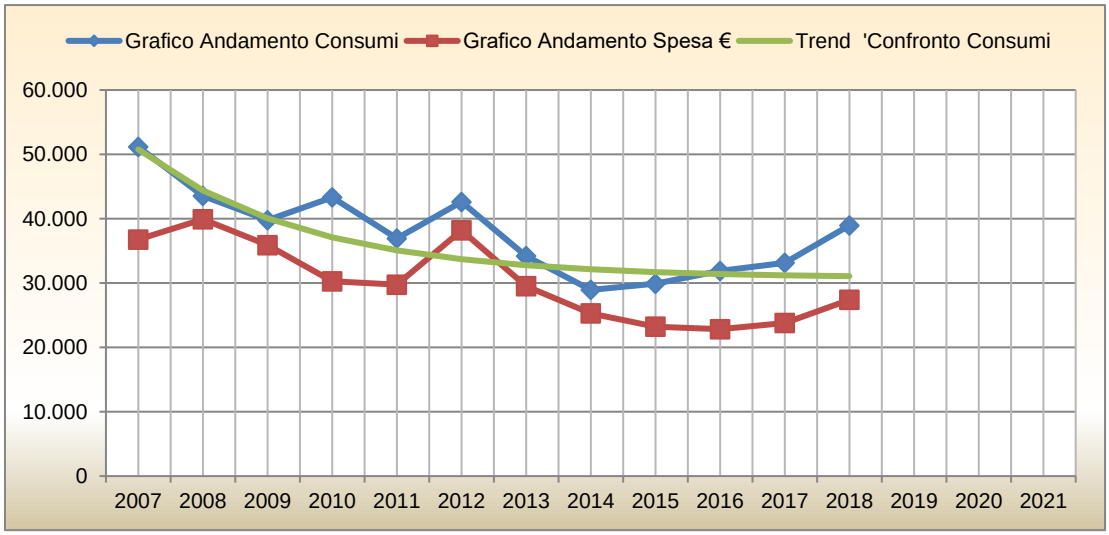
Tab. 3 – Consumi e costi per fornitura di gas naturale.

ANNI DI COMPARAZIONE CONSUMI GAS NATURALE			
2018	**2017**	**2016**	**2007**
Importo: € 26.942	**Importo: € 23.789**	**Importo: € 22.839**	**Importo: € 36.762**
Consumo: 39.302 Sm^3	Consumo: 33.949 Sm^3	Consumo: 32.716 Sm^3	Consumo: 52.046 Sm^3
Consumi giornalieri	**Consumi giornalieri**	**Consumi giornalieri**	**Consumi giornalieri**
Nov.-Mar.: 357 Sm^3/d	Nov.-Mar.: 318 Sm^3/d	Nov.-Mar.: 291 Sm^3/d	Nov.-Mar.: 460 Sm^3/d
Aprile: 159 Sm^3/d	Aprile: 16 Sm^3/d	Aprile: 61 Sm^3/d	Aprile: 123 Sm^3/d
Mag.-Ott.:19 Sm^3/d	Mag.-Ott.:16 Sm^3/d	Mag.-Ott.:21 Sm^3/d	Mag.-Ott.: 122 Sm^3/d

Tab. 4 - Fornitura di gas naturale: congruità di consumi e costi.

ENEA	CRAM SANTA TERESA - LERICI							Aggiornato in	Data: 28 febbraio 2019 redatto da: TOMMASO LAVIOLA
Consumo GAS "Riscaldamento Uffici+Laboratori+Cucina"									
Centro Ricerca Marina di Santa Teresa - Lerici (SP)									
Tabella di Congruità									
mq edificio:	2.700	Zona Climatica Lerici:	D			Indicatore Enea m^3/m^2:	9,00	Indicatore Energy Manager:	11,25 m^3/m^2
Dipendenti N°:	50	Giorni medi di lavoro:	239			Indicatore Enea kWh/m^2 anno:	86,4	Indicatore Energy Manager:	91,73 kWh/m^2

Anno	Totale Consumi in bolletta m^3	Media mensile/anno Consumi m^3	Variazione Consumi con l'anno precedente %	Totale Fattura €.	Costo medio mensile del gas €/m^3	Indice di consumo calcolato m^3/m^2	Verifica di confronto con indicatore di consumo Enea m^3/m^2	Verifica di confronto con indicatore Enea kWh/m^2 anno	Note
2007	52.046	9.303,8		36.762	0,708	19,28	consumo elevato	157,18	
2008	44.336	7.916,2	-14,81	39.922	0,897	16,42	consumo elevato	133,89	
2009	41.197	7.232,4	-7,08	35.893	0,878	15,26	consumo elevato	124,41	
2010	43.998	7.876,0	6,80	30.275	0,688	16,30	consumo elevato	132,87	
2011	38.115	6.716,9	-13,37	29.749	0,781	14,12	consumo elevato	115,11	
2012	43.498	7.747,3	14,12	38.188	0,873	16,11	consumo elevato	131,36	
2013	35.281	4.104,7	-18,89	29.510	0,836	13,07	consumo elevato	106,55	
2014	29.879	2.489,9	-15,31	25.283	0,846	11,07	consumo elevato	90,23	
2015	30.846	2.570,5	3,24	23.225	0,753	11,42	consumo elevato	93,15	
2016	32.716	2.726,3	6,06	22.839	0,698	12,12	consumo elevato	98,80	
2017	33.949	2.829,1	3,77	23.789	0,701	12,57	consumo elevato	102,53	
2018	39.730	3.310,8	17,03	27.404	0,690	14,71	consumo elevato	119,98	
2019	14.687	14.687,0	-63,03	10.028	0,683	5,44	OK	44,35	
2020									
2021									



Graf. 2 - Consumi di gas naturale [Sm^3] e spesa [€], CRAM Santa Teresa 2007÷2018.

4. *Attività di studio degli impianti e delle normative*

Per migliorare sia l'efficienza energetica che la sicurezza degli impianti, nonché il confort nell'utilizzo, si è considerato:

- rischio da luce blu dei LED;
- guasto da arco elettrico in serie;
- squilibrio del carico di utenze monofasi;
- obsolescenza delle lampade;
- calcolo della convenienza del cambio del trasformatore MT/BT in cabina elettrica.

5. *Progetti Futuri di Efficienza*

Compatibilmente con le risorse economiche disponibili:

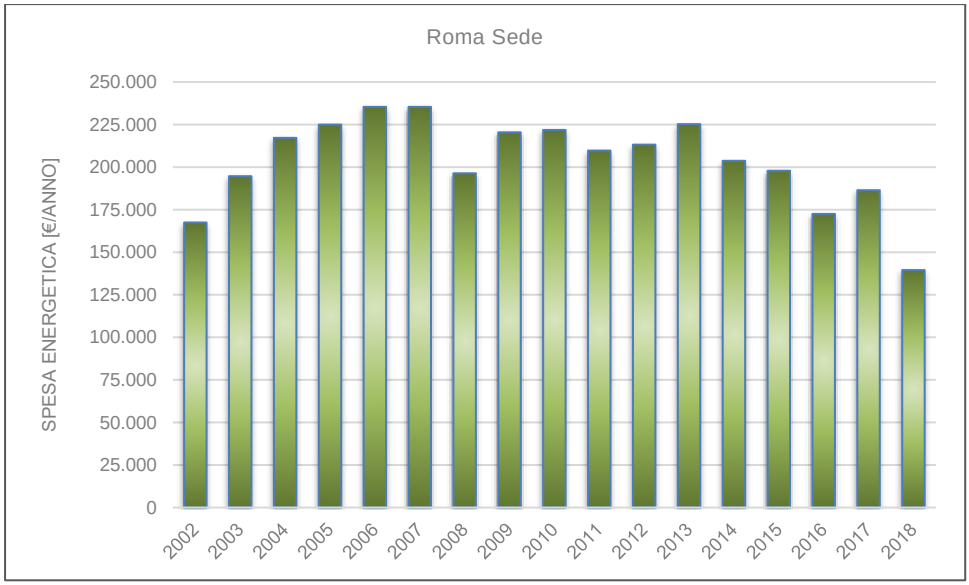
- installazione di multimetro digitale sul quadro generale BT di cabina elettrica;

- installazione dii contatori digitali di energia elettrica nelle zone di maggior interesse come:
  - uffici CNR
  - impianto di illuminazione esterna
  - CED
  - laboratori
  - officine
- controllo/verifica delle grandi macchine elettriche, come i motori, per valutare la loro efficienza e prendere di conseguenza decisioni al riguardo;
- perfezionamento dell'iter burocratico per l'adeguamento della cabina elettrica di ricevimento e trasformazione MT/BT alla norma CEI 0-16, per non pagare più le more sul CTS;
- nuova componentistica per migliore refrigerazione degli ambienti e migliore efficienza energetica.

Antonio Mori-ISER ha collaborato alla stesura del contributo.

Centro di Santa Teresa.

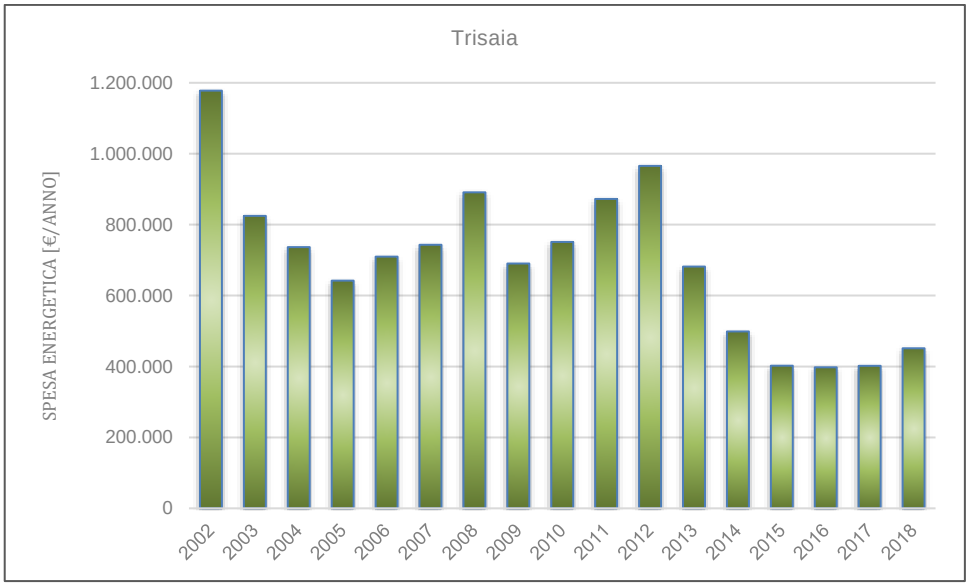
RL Federico Cipolla



Andamento della spesa energetica. Roma Sede legale, 2002÷2018.

Sede legale ENEA, Roma.

RL Giambattista La Battaglia



Andamento della spesa energetica. CR Trisaia, 2002÷2018.

I. Situazione degli usi energetici

Il C.R. Trisaia rappresenta uno dei poli di ricerca italiana attrezzato per fare ricerca e sviluppo in un'ampia varietà di settori che, in base alle strategie dell'Agenzia ENEA, rispondono alle finalità di seguito indicate.

- **Energia:** conversione di biomasse, produzione d'idrogeno da fonti rinnovabili, qualificazione di componenti solari
- **Sviluppo economico sostenibile:** biotecnologie, tecnologie ambientali, radioprotezione
- **Nuove Tecnologie:**
  - *metrologia*
  - *recupero di materiali preziosi con tecnologie mutuate dal nucleare*
  - *nuovi processi di saldatura laser*
  - *nuovi processi e sistemi per l'agroalimentare*
  - *dimostrazione di tecnologie di automazione di processi manifatturieri*
  - *studio e dimostrazione di tecnologie per il trasporto ferroviario*
  - *tecniche e metodiche per la diagnosi e il recupero edilizio*
  - *servizi e assistenza per il recupero e il riciclo di residui industriali*

Il CR Trisaia è sede operativa di SOGIN e di alcune società partecipate ENEA quali ad esempio:

- CALEF, *Consorzio per la ricerca e lo sviluppo delle Applicazioni industriali del Laser E del Fascio elettronico,*
- TRAIN, *Consorzio per la ricerca e lo sviluppo di Tecnologie per il TRAsporto INnovativo,*

Queste società si configurano quindi come organizzazioni completamente autonome, anche se dislocate fisicamente all'interno del sito di Trisaia e il rapporto con esse si limita alla fornitura, da parte della Direzione Centro, di alcuni "servizi" (rete idrica, fognaria, mensa ecc.).

II. Collocazione Geografica e Descrizione del Centro

Il Centro è localizzato in Basilicata, in località Trisaia inferiore, nel comune di Rotondella (Matera), all'estremità sud della Piana del Metapontino, sotto il golfo di Taranto. L'area occupa circa 110 ettari e dista, in linea d'aria, circa 4 km dalla costa Jonica. In particolare si estende lungo la statale Jonica 106 al km 419,500 in prossimità del fiume Sinni e dal bosco Pantano di Policoro. Le cifre che descrivono attualmente il Centro sono:

- *140 dipendenti tutti a tempo indeterminato*
- *88 ettari di estensione di terreni edificabili*

- *39.000 m^2 di cui circa 32.000 adibiti ad attività programmatiche*
- *19 laboratori*
- *16 impianti di ricerca*

III. Reti e Impianti Tecnici di Servizio

❖ ENERGIA

- Il riscaldamento/condizionamento degli uffici, dei laboratori e degli impianti di ricerca del Centro avviene all'80% attraverso pompe di calore (PdC) dislocate nei diversi edifici; il restante attraverso 2 centrali termiche a gasolio, depositato in serbatoi riforniti da una ditta esterna a richiesta del Centro.

- Il sistema di protezione fisica comprende l'impianto antintrusione e quello d'illuminazione perimetrale dell'intero Centro, costituto da 108 pali con lampade LED da 90 W.

- La rete idrica antincendio copre tutta l'area del Centro ed è realizzata parte in PVC e parte in acciaio; è interrata e solo all'interno di alcuni locali è a vista. L'acqua di approvvigionamento è assicurata da due elettropompe che attingono acqua dal fiume Sinni, ma, in caso di necessità, può essere emunta direttamente dall'impianto adduttore della rete dell'acquedotto. La rete alimenta un certo numero d'idranti antincendio: estintori portatili o carrellati, colonnine idranti soprassuolo, idranti, manichetta a parete, descritti dettagliatamente nel Piano di emergenza incendi.

- Due reti informatiche permettono il collegamento intranet e internet a tutti i dipendenti.

- Rete di distribuzione di energia elettrica, chiusa ad anello per l'arrivo al Centro; la distribuzione all'interno del Centro e nei reparti produttivi e uffici è interrata.

Le principali fonti energetiche utilizzate nel Centro sono:

- energia elettrica utilizzata sia per uffici e servizi, sia per il funzionamento degli impianti di ricerca;
- energia termica utilizzata sia per uffici e servizi, sia per il funzionamento degli impianti di ricerca;
- benzina e gasolio per mezzi di trasporto e mobili interni.

La fornitura di energia elettrica nel Centro avviene tramite ENEL con tensione di consegna di 20 kV alla sottostazione elettrica.

Alla sottostazione elettrica si ha la trasformazione tramite un trafo da 5000 kVA da 20 kV a 8,4 kV. La distribuzione interna avviene quindi a 8,4 kV sino alle 9 cabine, dove avviene poi la trasformazione da 8400 a 380/400 V. La potenza contrattuale installata è di 1596 kW. In fig. 1 è riportato il nuovo schema di distribuzione della rete elettrica interna al Centro.

L'energia elettrica rappresenta la principale fonte di consumo per il Centro.

I consumi elettrici del CR comprendono anche i consumi SOGIN per una quota pari a circa il 50%.

➢ RENDICONTO STORICO

Gli elevati consumi di energia elettrica hanno portato alla definizione sin dal 2003 di interventi finalizzati al risparmio energetico attraverso:

- monitoraggio dei consumi
- azioni sull'edilizia (diagnosi e certificazione energetica, interventi sull'involucro)
- uso di energie rinnovabili in sostituzione di alcuni impianti ad energia convenzionale
- introduzione di sistemi ad alta efficienza per il riscaldamento degli uffici.

Fino al 2003, le attività di monitoraggio sono state compiute attraverso il rilevamento dei consumi di energia elettrica, desumibili dai documenti contabili emessi dall'azienda erogatrice; negli anni successivi i consumi sono stati rilevati da contatori installati nei singoli impianti, laboratori e uffici.

Alla fine del 2006 è stato realizzato un Progetto di trasformazione dei consumi energetici da energia convenzionale a energia "alternativa" sostituendo la caldaia mensa con un sistema elettrico integrato con collettori solari per la produzione di acqua calda. L'impianto, costituito da 28 pannelli solari di 2,5 m^2 ciascuno, ha una potenzialità produttiva massima di 120 GJ/anno e mediamente produce circa 60 GJ/anno di energia termica. Tale consumo di energia rinnovabile rispetto al totale dei consumi di energia termica del 2009 risulta pari al 4,7%.

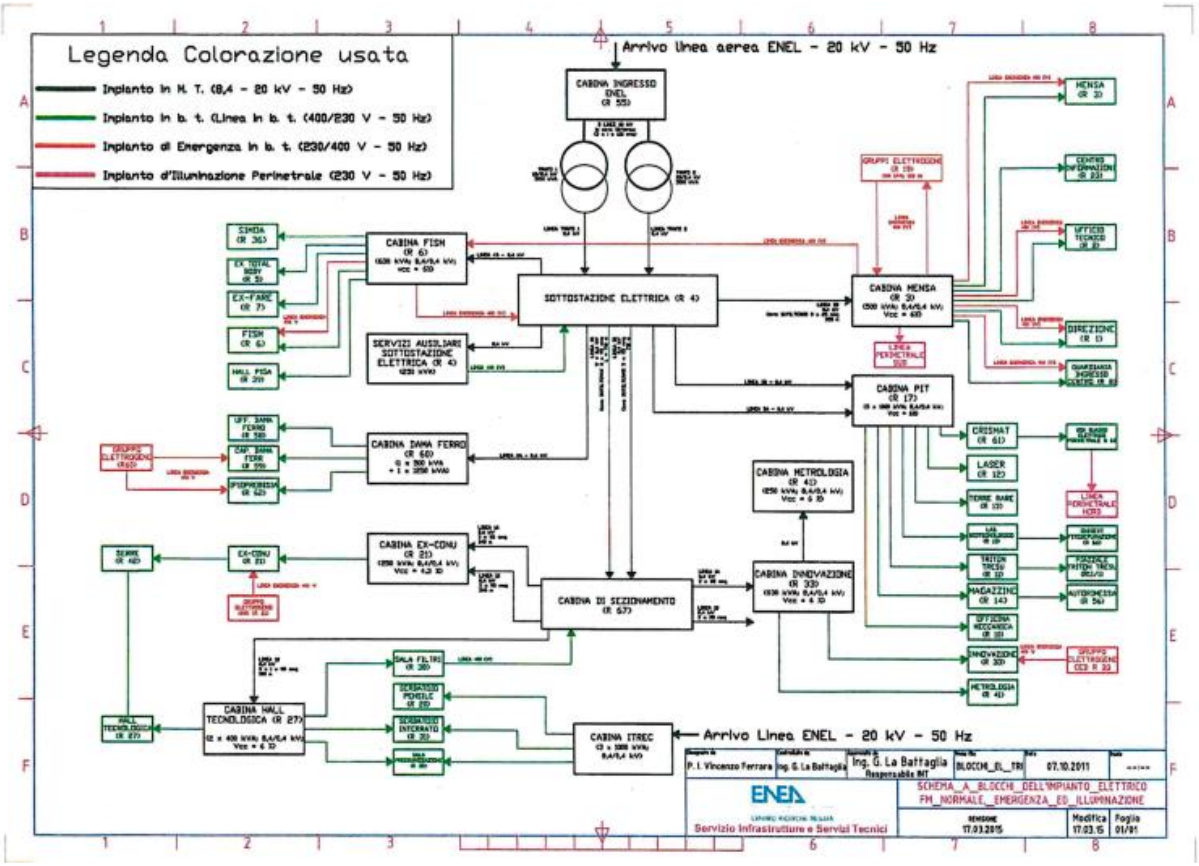


Fig. 1 - Schema unifilare elettrico del CR Trisaia, 2018.

Al fine di ridurre i consumi sono state adottate altre misure specifiche. In particolare:

- l'illuminazione delle strade interne è effettuata con lampade a risparmio energetico da 60 W di marca Megaman-Clusterlite, mentre sul perimetro esterno nell'anno 2007, a fronte di una valutazione del responsabile energetico, è stato possibile eliminare il 50% delle lampade esistenti riducendo notevolmente i consumi elettrici;
- una Circolare del Direttore sensibilizza il personale sulla necessità di utilizzare l'acqua e l'energia elettrica in maniera sostenibile;
- nel 2008 la sostituzione degli infissi di alcuni edifici tra i meno efficienti dal punto di vista energetico (compresi quelli dell'edificio mensa, per i quali è stato concesso un finanziamento POR Basilicata) con altri a tenuta termica maggiore ha consentito una riduzione dei consumi di energia elettrica di circa l'8% rispetto all'anno precedente;
- gli stessi lavori strutturali insieme ad una più attenta gestione degli impianti di riscaldamento, dei gruppi elettrogeni ecc., hanno consentito anche la riduzione del consumo di gasolio di circa il 33% rispetto al 2007;
- nel 2009 sono stati avviati i lavori di sostituzione delle PdC di alcuni edifici con sistemi ad alta efficienza consentendo anche la sostituzione del gas R22 con le miscele R407/410 non lesive per l'ozono. Altri interventi realizzati nel 2009:
  - > la sostituzione delle lampade sia per l'illuminazione stradale interna che per quella di alcuni uffici e laboratori con tipologie a risparmio energetico;
  - > censimento delle fonti di consumo elettrico in tutti gli edifici del Centro.

L'intervento di sostituzione della caldaia dell'edificio mensa con un sistema integrato elettrico/collettori solari per la produzione di acqua calda e di sostituzione dei relativi infissi per una sup. di 300 m^2 ha consentito un risparmio tra il 2006 e il 2007 di 41.790 kWh, equivalenti a 12 t di CO_2 eq non emessa in atmosfera. Il beneficio totale, calcolato tenendo conto anche della riduzione di gasolio di circa 13 t, equivalenti a circa 38 t di CO_2 eq risparmiata, tra il 2006 e il 2008 è risultato essere di 50 t di CO_2 eq risparmiata. Gli interventi realizzati nel 2009 hanno permesso di risparmiare il 3% rispetto ai consumi elettrici del 2008. Purtroppo alcuni interventi programmati per il 2010 e riproposti nel 2011 non sono stati

realizzati e non sarà possibile realizzarli, almeno a breve termine, a causa della mancanza dei finanziamenti; questo ha comportato un significativo ridimensionato degli obiettivi di miglioramento previsti per il 2012.

Il miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici è sicuramente il più importante obiettivo programmato, a medio-lungo termine, per razionalizzare i consumi di energia nel Centro.

La diagnosi energetica degli edifici del centro, completata nel 2011, ha permesso di "fotografare" il fabbisogno energetico di gran parte degli edifici e di identificare azioni precise per il contenimento dei consumi attraverso una serie di interventi tecnici sugli impianti e sulle strutture, già progettati e in attesa di essere avviati.

La natura delle attività di ricerca tecnologica è tale per cui la realizzazione e la sperimentazione dei nuovi impianti o laboratori richiede spesso, forzatamente, l'impiego di energia e della risorsa idrica, in quantità difficilmente pianificabili a priori e ottimizzabili solo con l'avanzare della sperimentazione stessa. Pertanto, i consumi di energia e acqua costituiscono un aspetto ambientale significativo sul quale è piuttosto difficile intervenire agendo in maniera efficace sulle attività di ricerca.

❖ CONSUMI DELLE RISORSE IDRICHE

L'acqua proveniente dalle acque del Sinni, tramite due pozzi, è depositata in un serbatoio pensile (350 m^3) e, attraverso una specifica rete, è utilizzata per l'impianto antincendio, per irrigare e come acqua di raffreddamento. Dato che il livello dell'acqua nel serbatoio pensile non può scendere sotto un certo valore per ragioni di sicurezza, la rete potabile serve anche a reintegrare, all'occorrenza, il serbatoio tramite il pompaggio dell'acqua potabile da un serbatoio interrato (600 m^3) al pensile. Serve altresì l'accumulo dell'acqua potabile nel serbatoio interrato per eventuale mancanza di acqua dell'acquedotto.

Allo scopo di migliorare la filtrazione dell'acqua emunta dai pozzi e quindi la funzionalità del sistema idrico nonché l'afflusso alle utenze, a seguito di una gara d'appalto, nel mese di settembre 2012 è stata aggiudicata la sostituzione dei filtri esistenti, installati negli anni '70 e quindi ormai obsoleti, con filtri a maggiore efficienza.

L'acqua potabile è utilizzata per i servizi igienici, per la mensa e la foresteria, e per quei laboratori e impianti che non possono utilizzare l'acqua non potabile proveniente dai pozzi (per es. nelle agrobiotecnologie).

➢ RENDICONTO STORICO

Per spiegare l'andamento dei consumi nel tempo è necessario aggiungere che, fino al 2005, il contratto di fornitura dell'acqua potabile non era commisurato al consumo ma l'erogazione era "aperta" e, quindi, era pagata in realtà l'acqua "erogata" dall'Ente acquedotto (contratto a deflusso libero: 5 l/sec). A fine 2005 il contratto è stato modificato e ora il costo è addebitato sulla base del consumo reale. Inoltre, nel 2006 è stata completata la realizzazione di una nuova rete idrica adduttrice in sostituzione completa della preesistente e, come si può vedere dalla tabella 6, i consumi si sono ridotti di circa il 40% al completamento dell'anno riferibile ai lavori di sostituzione della rete e del 60% per tutto il 2007. I dati contenuti nelle tabelle aggiornati al 2008, indicano le medie annuali di consumi, arrotondate alle migliaia di m^3. Il 2008 a fronte del proseguimento delle attività di ricerca nel Centro, riporta una riduzione del consumo annuale di acqua per usi civili riconducibile ad una più attenta gestione del sistema idrico. Il consumo relativo al 2009 risulta lievemente in calo rispetto all'anno precedente e riflette sia il rallentamento delle attività di ricerca a causa della riorganizzazione interna sia il decremento del personale operante nel Centro.

Nel 2010 il consumo annuale di acqua per usi civili, nonostante l'ulteriore diminuzione del personale, ha registrato un lieve incremento dovuto essenzialmente alla ripresa delle attività di ricerca entrate a regime dopo il riassetto organizzativo dell'agenzia. Nel 2011/2014 lo stesso consumo si è mantenuto coerente a quello dell'anno precedente.

IV. Interventi realizzati

➢ RENDICONTO STORICO

È stato eseguito il censimento delle plafoniere per illuminazione interni agli uffici e laboratori. È stato sottoposto a Beghelli lo stato dell'arte col numero di ore di accensione giornaliero in previsione dell'audit esterno (fatto da Beghelli stessa). In conformità a ciò Beghelli ha formulato la miglior offerta per la sostituzione dei corpi illuminanti, in seguito si analizzerà la convenienza per ENEA. Risultano 336 kW di plafoniere installati.

Illuminazione interna

Nei corridoi sono stati scollegati due tubi fluorescenti su 4 per ogni plafoniera, ottenendo localmente una riduzione del 50% dei consumi e rientrando nei limiti illuminotecnici.

Illuminazione esterna

Si è passati nel tempo da lampade al mercurio Hg a lampade al sodio ad alta pressione NaHP. Due quadri comandano alternativamente ca 100 pali dell'illuminazione esterna all'interno del CR; dalle h. 22,00 viene tenuto acceso solo 1 palo ogni 2.

Illuminazione perimetrale del Centro

È su 108 pali, nel 2014 per esigenze di sicurezza sulla perimetrale non è stata attivata l'accensione di un palo ogni due; da quest'anno si riprende l'accensione di 54 pali.

Altri interventi

- Trasformatori: sulle 9 cabine secondarie di trasformazione da 8400/380 sono presenti 13 Trafo; ne è sempre inserito uno mentre l'altro è di riserva. Tutti in resina. I Trafo nella cabina principale 20000/8400 sono in olio, da 5000 kVA l'uno. Solo uno è inserito.
- In alcuni casi è stata razionalizzata la distribuzione, allacciando zone alla cabina più vicina (e non a cabine lontane come in precedenza).
- Nella maggior parte degli edifici il riscaldamento avviene con PdC; eliminate le precedenti caldaie a gasolio. Ormai in corso di totale abolizione dell'R22 in favore dell'R410. Quando occorre rabboccare, il gas R22 non si trova più in commercio, e ciò induce necessariamente il passaggio a nuovi fluidi refrigeranti. Non sono state osservate diminuzioni del COP nella transizione di fluido.
- Edificio SIMOA. È stata spenta PdC da 65 kW ed installati tre split da 12000 Btu negli uffici e uno nel laboratorio, per un totale di circa 8 kW. La modifica non ha manifestato controindicazioni.
- Abolita la caldaia in mensa, e sostituita con una PdC che fornisce acqua calda a palazzine vicine per riscaldamento ambienti tramite fan coil.
- Su 4 edifici sono stati cambiati gli infissi. Per un edificio - mensa - presi contributi dalla Regione in misura del 40% dell'investimento (28.000 €).
- Sono stati installati pannelli solari a edifici mensa-direzione-ufficio tecnico per produzione di acqua calda nel 2005. I pannelli hanno funzionato regolarmente i primi anni, ora necessitano di manutenzione. Presenti caldaie a gasolio e GPL per soccorso.

Gestione acqua

Il Centro Trisaia ha due anelli separati, uno per l'acqua potabile e uno per l'antincendio. L'antincendio viene prelevata da pozzi. Sulle acque reflue è stato installato un impianto di fitodepurazione. L'acqua in uscita viene utilizzata per innaffiare una parte delle aree a verde. L'acqua per uso potabile è prelevata da acquedotto lucano. Nel tempo si è passati da un costo a forfait (ca 150.000 €/anno) ad uno a consumo (ca 50.000 €/anno) con una riduzione drastica della spesa.

Nel 1991-93 è stato sdoppiato l'anello acs-antincendio + costruzione di un serbatoio in cemento

armato da 600 m^3 per acqua calda sanitaria, per un costo di 1.750.000.000 Lit (ca 900.000 €).

Nel 2004-05 realizzata la fitodepurazione, per un costo di 200.000 € + IVA. Impianto realizzato poiché il precedente impianto Oxigest non garantiva più i livelli tabellari della prescrizione di legge. Oggi si applica la legge 152/06 con parametri più restrittivi.

Nel 2006 realizzato l'allaccio all'acquedotto lucano per una spesa di 153.000 € + IVA, per 1000 m (da acquedotto fino a serbatoio) di linea 180 pressione 2,5 bar in peat di spessore 3-4 cm.

Aria compressa

Nel Centro sono presenti tre piccoli compressori, installati dove c'è necessità di aria compressa.

Interventi realizzati nel 2013

- Alcuni interventi di razionalizzazione degli spazi sono stati già eseguiti, alcuni edifici o parti di essi sono stati chiusi (R7, R59, R33, R41) e si procederà in seguito a valle d'indicazioni ENEA.
- All'edificio Fisica Sanitaria (R6) è presente un sistema caldaia gasolio-gruppo frigo con torre evaporativa (l'unica presente nel Centro). Si è progettato il rifacimento della termoregolazione, non più funzionante, per un importo € 21.000, questo ha comportato un buon risparmio oltre alla funzionalità dell'impianto e al miglioramento del benessere climatico per gli occupanti atteso che nel programma di razionalizzazione degli spazi l'edificio R6 che ha una volumetria riscaldata di circa 8000 mc è occupato da 29 dipendenti circa il 21% del personale in questo periodo operante nel Centro.
- È stato aggiornato il progetto della realizzazione del "cappotto" all' edificio R33 in cemento armato prefabbricato, per diminuire perdite, ponti termici e infiltrazioni d'acqua da lesioni; inserito nel programma triennale dei lavori pubblici con annualità 2016, in attesa del finanziamento ENEA.
- La SOGIN dal 01 luglio 2013 si è staccata dalla cabina di arrivo ENEA ed è quindi autonoma. Il distacco di SOGIN ha prodotto un abbassamento dei consumi di energia elettrica di circa il 40%, mentre la miglioria gestionale ha prodotto un ulteriore 10% di risparmio.
- Nel 2014 all'edificio R58 sono state sostituite le PdC centralizzate con gli split autonomi negli uffici con un risparmio energetico di circa il 20% e notevole riduzione di interventi manutentivi. Inoltre, si è riproposto il sotto elencato intervento, inserito nel programma triennale dei lavori con annualità 2015.
- Progettazione della nuova cabina elettrica all'interno dell'Edificio Mensa R3 del Centro di Ricerche Trisaia dell'ENEA. In particolare sono previsti solo lavori di realizzazione e adeguamento dei quadri elettrici MT e BT di cabina e la realizzazione di una nuova cabina elettrica nell'edificio R3 che alimenta l'edificio Mensa, l'edificio R2 (ex ufficio tecnico), l'edificio R1 (Direzione Centro), l'edificio R23 (Centro Informazione), R8 (edificio Ingresso) e l'alimentazione di emergenza dell'edificio R6 (Medicina del Lavoro), è necessario sostituire le parti elettriche e i componenti dell'impianto che risultano obsoleti e datati, non garantiscono più le loro normali prestazioni e i ricambi non sono più reperibili sul mercato considerato che i quadri di MT sono stati installati negli anni '70. Tale intervento si ritiene necessario anche alla luce dei requisiti di sicurezza che l'impianto elettrico deve garantire (isolamento da parti attive, protezione dei contatti diretti e indiretti, mancato intervento degli interruttori magnetotermici a causa del blocco dei meccanismi e leveraggi ecc.) e per la miglioria energetica.
- Si proporrà la revisione contrattuale con ENEL, per abbassare la potenza contrattuale installata, attualmente di 1596 kW.
- Si analizzeranno i costi e la fattibilità del progetto per portare all'interno del Centro la distribuzione elettrica a 400 V.

Interventi realizzati nel 2015

Nell'anno 2015, grazie, a una gara di fornitura di energia elettrica per il Centro di Trisaia e Portici esperita con criteri sotto i valori utilizzati da Consip, si è avuto un risparmio economico tale da portare il costo €/kWh a circa 0,19.

Avuti i fondi per la ristrutturazione della cabina elettrica all'interno dell'Edificio Mensa R3, si sta procedendo alla progettazione e in seguito alla gara ed esecuzione, il tutto dovrebbe completarsi per la fine dell'anno 2016.

L'oculatezza nella gestione dell'illuminazione esterna agli edifici ha prodotto un abbassamento dei consumi, la stessa cosa si è avuta per quanto riguarda il consumo di gasolio per riscaldamento grazie anche a un intervento sulla termoregolazione all'edificio R6 (FISM).

Si sta procedendo alla progettazione per rinnovare l'impianto d'illuminazione con l'installazione di 108 lampioni a LED in sostituzione dei vecchi modelli con lampade a vapori di mercurio lungo la strada perimetrale al Centro e l'installazione di circa 80 lampioni interni al Centro.

Si è progettato e nell'anno si realizzerà l'installazione di centraline per l'irrigazione dei prati verdi; questo ha lo scopo di poter irrigare durante la notte nel periodo estivo con risparmio di acqua dei pozzi anche per la diminuzione dell'evaporazione e non è più necessario impegnare l'addetto per l'apertura manuale delle valvole con risparmio nell'appalto della manutenzione aree verdi.

Interventi realizzati nel 2016

Anche quest'anno si è proceduti ad esperire la gara di fornitura di energia elettrica per il Centro di Trisaia e Portici con criteri sotto i valori utilizzati da Consip, si è avuto un risparmio economico tale da confermare il costo €/kWh a circa 0,19.

Si è proceduto ad aggiudicare la gara di appalto per il rifacimento della cabina elettrica all'interno dell'Edificio Mensa R3; i lavori inizieranno all'inizio dell'anno 2017.

Si sta rivedendo la progettazione per rinnovare l'impianto d'illuminazione con l'installazione di 108 lampioni a LED in sostituzione dei vecchi modelli con lampade a vapori di mercurio lungo la strada perimetrale al Centro e l'installazione di circa 80 lampioni interni al Centro; inoltre si procederà alla progettazione di sostituzione dei cavi elettrici che dalle cabine di MT/BT portano ai pali dell'illuminazione perimetrale.
Concluso il progetto per l'installazione di centraline per l'irrigazione dei prati verdi; questo ha lo scopo di poter irrigare durante la notte nel periodo estivo con risparmio di acqua dei pozzi anche per la diminuzione dell'evaporazione e non è più necessario impegnare l'addetto per l'apertura manuale delle valvole con risparmio nell'appalto della manutenzione aree verdi. La realizzazione dovrebbe avvenire, con i fondi della manutenzione edile, nell'anno 2017/2018.

Fitodepurazione

Nel 2011 il consumo è rimasto coerente a quello dell'anno precedente (v. tab. 1).

L'incremento dei consumi dell'acqua potabile registrato nel 2012 è dovuto al fatto che si è verificato un malfunzionamento delle pompe del fiume Sinni, per cui il serbatoio pensile è stato più volte reintegrato con acqua potabile, nel 2014 invece si sono verificate delle perdite causate da rotture della condotta interna.

Nel 2015 e nel 2016 si stima che circa il 70% dell'acqua emunta dai pozzi sia stata utilizzata da Sogin.

Nel 2017 dal mese di settembre l'emungimento dai pozzi è stato interrotto per procedere ad analizzare l'acqua.

Tab. 1 – Volumi di acqua estratta, CR Trisaia anni 2011÷2018

		VOLUME MEDIO ANNUO DI ACQUA ESTRATTA							
RISORSE	U.M.								
POZZO N. 1	m^3	49103	50000	39900	41267	54423	49217	26858	0
POZZO N. 2	m^3	49103	50000	39900	41267	54423	49217	26858	0

Il consumo pro capite di acqua potabile viene considerato senza il numero dei dipendenti di SOGIN (v. tab. 2). Togliendo il consumo di SOGIN di circa 10.000 m^3, il consumo pro capite ENEA è di 300,83 m^3.

Il consumo pro capite è comprensivo dei consumi mensa, per la fornitura alle PdC, agli impianti di ricerca e per il personale delle ditte esterne che operano nel Centro (pulizie, manutenzioni ecc.)

Tab. 2 – Consumi di acqua per usi finali, CR Trisaia anni 2011÷2018

RISORSE	U.M.	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ACQUA PER USI CIVILI	m^3	39.370	55.684	46.130	55.364	48.906	45.535	50.913	46.405
Unità lavoro annue (ULA)	UL	149	145	146	145	140	139	136	134
ACQUA PER USI CIVILI / ULA	m^3 / ULA	264,22	384,03	315,96	381,82	349,33	327,59	374,36	346,3

Interventi realizzati nel 2017

Quest'anno la fornitura di energia elettrica per il Centro di Trisaia e Portici è stata conseguita tramite adesione a Consip, al costo €/kWh di circa 0,18.

Nel mese di agosto 2017 si sono conclusi i lavori di rifacimento della cabina elettrica all'interno dell'Edificio Mensa R3.

Si è proceduto all'acquisto di lampade a LED da installare nel 2018, con la ditta di manutenzioni, nell'impianto d'illuminazione di 108 pali lungo la strada perimetrale al Centro.

Si è aggiudicato l'appalto per i lavori di installazione di centraline per l'irrigazione dei prati verdi; questo ha lo scopo di irrigare durante la notte nel periodo estivo con risparmio di acqua dei pozzi anche per la diminuzione dell'evaporazione, e non sarà più necessario impegnare l'addetto per l'apertura manuale delle valvole con risparmio nell'appalto della manutenzione aree verdi. Il completamento dei lavori dovrebbe avvenire entro luglio 2018.

Interventi realizzati nel 2018

Si è proceduto all'installazione di lampade a LED all'impianto d'illuminazione di 108 pali lungo la strada perimetrale al Centro.

Sono stati completati i lavori di installazione di centraline per l'irrigazione dei prati verdi.

Sono state acquistate le lampade a LED da installare, nell'anno in corso, ai pali della illuminazione interna.

I consumi di energia elettrica per il 2018 sono riportati nella tab. 3, mentre la tab. 4 riporta la distribuzione della potenza elettrica installata per i vari usi finali.

Tab. 3 – Consumi di energia elettrica, CR Trisaia anno 2018.

	ENERGIA ATTIVA [kWh]			
	F1	F2	F3	F1+F2+F3
gen-18	80.461	36.287	72.445	189.192
feb-18	84.334	42.976	70.443	197.753
mar-18	78.579	40.953	67.831	187.363
apr-18	41.677	24.714	54.330	120.721
mag-18	44.498	25.064	46.703	116.265
giu-18	76.272	40.223	70.386	186.881
lug-18	95.220	48.461	82.184	225.864
ago-18	63.368	32.822	57.721	153.910
set-18	72.134	39.318	63.265	174.717
ott-18	55.602	27.648	47.258	130.508
nov-18	57.777	31.408	56.070	145.254
dic-18	61.569	34.778	77.317	173.663
TOTALE 2018	**811.489**	**424.650**	**765.952**	**2.002.090**

Tab. 4 – Ripartizione della potenza elettrica installata, CR Trisaia anno 2018.

Edificio	Utenza	P_{Frigo} [kW]	$P_{Termica}$ [kW]
R 1	Fan Coil P. Rialzato	0,56	0,65
	Fan Coil P. Primo	1,24	1,45
	Fan Coil P. Secondo	1,06	1,23
Totale Edificio		**2,86**	**3,33**
R 2	Fan Coil 1 e 2	12,39	14,55
	Pompe RHOSS	345,12	314,72
Totale Edificio		**357,51**	**329,27**
R 3	Fan Coil Piano Rialzato	2,19	2,55
	Fan Coil Piano Primo	4,26	4,97
Totale Edificio		**6,45**	**7,52**
R 7	N. A.	2,50	2,75
Totale Edificio		**2,50**	**2,75**
R 8	Fan Coil Piano Terra	6,60	7,04
	Fan Coil Piano Primo	32,14	34,76
Totale Edificio		**38,74**	**41,80**
R 23	Fan Coil	21,05	21,75
Totale Edificio		**21,05**	**21,75**
	Totale Istallata Edifici [kWt]	**429**	**406**

Nel corso del 2018 si è provveduto a verificare la funzionalità dei quadri di MT e BT consistente in un audit delle apparecchiature MT & BT, per programmare successivamente un'idonea manutenzione:

1. Conformità alle principali norme locali di sicurezza elettrica delle apparecchiature e delle persone;
2. Verifica delle condizioni d'installazione e del deterioramento nel tempo;
3. Ambiente della vostra cabina elettrica e osservazioni su eventuali possibili cause di rischio;
4. Ispezione visiva delle apparecchiature elettriche della vostra installazione e identificazione dello stato di obsolescenza;
5. Condizioni operative delle vostre apparecchiature elettriche nella sottostazione;
6. Condizione di manutenzione delle vostre apparecchiature elettriche, in funzione delle raccomandazioni del costruttore.

Cabina R4 sottostazione elettrica

Cabina R67

Centro della Trisaia.

Bibliografia

[1] **CNR**, *Rapporto sull'Efficienza Energetica* (2013), a cura di Delle Site V., http://eprints.bice.rm.cnr.it/14964/

[2] **ENEA**, *Rapporto Annuale Efficienza Energetica* (2019). http://www.enea.it/it/seguici/pubblicazioni/edizioni-enea/2019/rapporto-annuale-efficienza-energetica-2019

[3] **FIRE**, *Linee guida per la nomina dell'energy manager. Come utilizzare la piattaforma NEMO*, versione 2.1 (2018). http://em.fire-italia.org/linee-guida-nomina-em/

[4] **FIRE,** *I responsabili per l'uso dell'energia in Italia* (2018). http://em.fire-italia.org/libro-energy-manager-2018/

[5] **Terna**, *Analisi dei dati elettrici* (2016).

[6] **GSE**, *Rapporto delle attività 2018*.

[7] **MEF,** Dipartimento dell'Amministrazione Generale, del Personale e dei Servizi, Rilevazione dei *prezzi relativi a beni e servizi per le pubbliche amministrazioni-Edizione 2018.* http://www.mef.gov.it/focus/documenti/allegati/Presentazione_Rilevazione_MEF-ISTAT_2018.pdf

[8] **ARERA,** *Relazione Annuale, Attività Svolta 31 marzo 2019, Volume 2, pag. 93, TAV. 3.2.* https://www.arera.it/allegati/relaz_ann/19/RA19_volume2.pdf

---

Edito da

ENEA – Servizio Promozione e Comunicazione

enea.it

Ottobre 2019

Revisione editoriale: Giuliano Ghisu

Progetto copertina: Paola Carabotta

Stampa: Laboratorio tecnografico ENEA – Centro Ricerche Frascati