



UNIONE EUROPEA
REPUBBLICA ITALIANA
Regione Siciliana



Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità
Dipartimento Regionale dell' Energia

Asse Prioritario IV "Energia Sostenibile e Qualità della Vita" Azione 4.1.1. "Promozione dell'eco-efficienza e riduzione di consumi di energia primaria negli edifici e strutture pubbliche - Interventi di Efficientamento energetico di cui al D.G. n. 519 del 03/06/2019

Progetto esecutivo per la riqualificazione energetica degli immobili di cui al D.D.G n. 519 del 03/06/2019

Oggetto dell'Intervento

Pala Regione - sito a Catania in via Beato Bernardo n.3, 5 e 7

Tav.

2.0

Scala

Elaborato

Diagnosi Energetica

Responsabile Unico del Procedimento
Dott. Ing. Marco Brandaleone

[Signature]

Progettista
Dr. Geom. Santo Bottone

**SANTO
BOTTON
NE**

Firmato
digitalmente da
SANTO
BOTTONNE
Data:
2022.02.14
11:37:10
+01'00'

Energy Manager
Dr. Ing. Roberto Spinasardo

[Signature]

VISTI E APPROVAZIONI

AGGIORNAMENTI E REVISIONI

03					
02					
01					
00	Giugno 2021				Emissione
REVISIONI	DATA				MOTIVO
DISEGNATO:		CONTROLLATO:		APPROVATO:	
DATA	FIRMA	DATA	FIRMA	DATA	FIRMA

DIAGNOSI ENERGETICA

Redatta a norma UNI EN 16247

Oggetto

Diagnosi Energetica redatta in conformità al decreto legislativo n. 102 del 2014

1. Premessa

La diagnosi energetica è un passo fondamentale per una organizzazione, di qualunque dimensione o tipologia, che voglia migliorare la propria efficienza energetica.

La Diagnosi energetica è la procedura sistematica volta a fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di una attività o impianto industriale o di servizi pubblici o privati, volta ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi benefici (definizione dal D.Lgs.115/2008, Art.2, lett. n, come richiamato nel D.Lgs.102/2014).

La diagnosi energetica deve permettere di ottenere una conoscenza approfondita sugli usi e consumi energetici dell'impianto in esame al fine di individuare le modifiche più efficaci; la diagnosi rappresenta quindi la condizione necessaria per realizzare un percorso di riduzione dei consumi di energia negli usi finali, attraverso l'individuazione e la modifica/gestione delle attività a più bassa efficienza energetica attraverso la valutazione dei possibili margini di risparmio conseguibili.

Una Diagnosi energetica necessita di una serie di operazioni di rilievo di dati sia sulle apparecchiature del ciclo produttivo che sugli impianti dei servizi generali questo al fine di rendere possibile l'analisi delle condizioni standard di esercizio e di valutare e calcolare possibili interventi migliorativi.

La procedura per la stesura della diagnosi energetica essenzialmente viene suddivisa in due fasi distinte:

1) Caratterizzazione del sistema di consumo, stesura e calcolo dei modelli energetici, valutazione dei consumi specifici, elaborazione dei bilanci di energia e confronto con tecnologie e dati di riferimento.

2) Valutazione preliminare della fattibilità tecnico economica di eventuali interventi di miglioramento finalizzati ad un incremento dell'efficienza energetica delle apparecchiature.

Gli interventi della seconda fase, in prima analisi, possono essere così classificati:

Miglioramenti gestionali: nuovi contratti, tarature, eliminazione stand-by, riduzione dei picchi di carico.

Miglioramenti tecnici per aumentare l'efficienza energetica in sede di utilizzo e produzione al fine di ridurre i consumi energetici: nuove apparecchiature, installazione di convertitori di frequenza, uso di fonti rinnovabili.

In una seconda fase una volta definiti gli interventi da eseguire, si procede alla stesura di un programma di interventi di miglioramento, previa un'accurata progettazione degli stessi a cui dovrà seguire una attenta direzione lavori nonché la stesura di un piano di manutenzione e monitoraggio degli interventi eseguiti per valutarne la validità.

Per far questo occorre che sulla base dell'analisi dei dati raccolti siano individuati opportuni indicatori energetici; gli indicatori dovranno essere utilizzati per confrontare le performance energetiche dell'azienda rispetto a indicatori di benchmark in modo da poter definire se sia necessario proseguire con l'individuazione di potenziati interventi di miglioramento.

Si intende quindi creare uno strumento che possa consentire di effettuare le scelte per la realizzazione degli interventi necessari, con un'eventuale programmazione in base alle esigenze e all'impegno economico disponibile.

Le fasi seguite per la redazione della presente diagnosi energetica sono state di seguito elencate:

- Acquisizione della documentazione necessaria;

- Sopralluogo dell'intero edificio;
- Elaborazione dei dati raccolti;
- Studio di fattibilità di un possibile intervento;

E' doveroso far presente che la diagnosi energetica, come i profili di consumo e di carico si basano su dati standardizzati in quanto non è stato possibile reperire in modo completo ed esaustivo le bollette energetiche dell'intero edificio. Difatti, quest'ultimo, a destinazione uffici ad uso pubblico, è fruito da diversi Enti per ogni piano. Reperire i consumi energetici di relativa competenza da ogni Ente ha delle tempistiche non congrue a quelle che si hanno a disposizione per la redazione della Diagnosi Energetica. Per tanto si è scelto di operare su consumi in condizioni standard.

2. Quadro normativo

2.1. D.Lgs. 115/08, D. Lgs102/14 e s.m.i.

Il D. Lgs. 115/08 definisce «diagnosi energetica» (in maniera equivalente, sarà usato anche il termine «audit energetico») una procedura sistematica volta a:

- fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di un'attività o impianto industriale o di servizi pubblici o privati;
- individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici;
- riferire in merito ai risultati.

Successivamente al decreto citato è stato pubblicato sulla G.U. serie generale 165 del 18-07-2014, il decreto legislativo nr. 102 del 4 luglio 2014, attuativo della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica. Il decreto è in vigore dal 19 luglio 2014. Come Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE.

Il decreto stabilisce un quadro di misure per la promozione e il miglioramento dell'efficienza energetica che concorrono al conseguimento dell'obiettivo nazionale di risparmio energetico definito all'articolo 3 (riduzione, entro l'anno 2020, di 20 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio dei consumi di energia primaria, pari a 15,5 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio di energia finale, conteggiati a partire dal 2010, in coerenza con la Strategia Energetica Nazionale).

Le aziende sia che siano grandi imprese o imprese a forte consumo energetico dovranno dotarsi di una diagnosi energetica secondo il seguente schema.

- Le grandi imprese dovranno eseguire una diagnosi energetica, condotta da società di servizi energetici, esperti in gestione dell'energia o auditor energetici, nei siti produttivi localizzati sul territorio nazionale entro il 5 dicembre 2015 e successivamente ogni 4 anni. Tale obbligo non si applica alle grandi imprese che hanno adottato sistemi di gestione conformi EMAS e alle norme ISO 50001 o EN ISO 14001, a condizione che il sistema di gestione in questione includa un audit energetico.

- Le imprese a forte consumo di energia dovranno eseguire una diagnosi energetica, condotta da società di servizi energetici, esperti in gestione dell'energia o auditor energetici, nei siti produttivi localizzati sul territorio nazionale entro il 5 dicembre 2015 e successivamente ogni 4 anni. Alternativamente le imprese a forte consumo di energia dovranno dotarsi di un sistema di gestione conforme alla norma ISO 50001 (art. 8).

2.2. La norma CEI EN 16247

La norma di riferimento per le diagnosi energetiche è la norma UNI CEI EN 16247-1:2012 specifica i criteri relativi a "Diagnosi energetiche - Parte 1: Requisiti generali". La norma si applica a tutte le forme di aziende ed organizzazioni, a tutte le forme di energia e di utilizzo della stessa, con l'esclusione delle singole unità immobiliari residenziali.

Definisce i requisiti generali comuni a tutte le diagnosi energetiche: in particolare i requisiti per specifiche diagnosi energetiche relative a edifici, processi industriali e trasporti, sono specificati nelle norme specialistiche:

- UNI CEI EN 16247-2:2014 Diagnosi energetiche - Parte 2: Edifici
- UNI CEI EN 16247-3:2014 Diagnosi energetiche - Parte 3: Processi
- UNI CEI EN 16247-4:2014 Diagnosi energetiche - Parte 4: Trasporto

2.3. Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica

I requisiti generali del servizio di diagnosi energetica sono riportati nella norma su indicata; in particolare, nell'introduzione, viene ribadita l'importanza della diagnosi energetica ai fini del "miglioramento dell'efficienza energetica, della riduzione dei costi per gli approvvigionamenti energetici; del miglioramento della sostenibilità ambientale nella scelta e nell'utilizzo di tali fonti e dell'eventuale riqualificazione del sistema energetico".

Vengono altresì descritti gli strumenti da utilizzare per il conseguimento di tali obiettivi ("razionalizzazione dei flussi energetici, recupero delle energie disperse, individuazione di tecnologie per il risparmio di energia, ottimizzazione dei contratti di fornitura energetica, gestione dei rischi tecnici ed economici, miglioramento delle modalità di conduzione e manutenzione").

2.4. Tabella di sintesi del quadro normativo attuale.

Si riporta di seguito una tabella di sintesi del quadro normativo della diagnosi energetica.

DIRETTIVE EUROPEE

1	Decreto Legislativo 4 aprile 2006, n. 216	Attuazione delle direttive 2003/87 e 2004/101/CE in	Istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità e che modifica la direttiva 96/61/CE del Consiglio
2	Dir. Eu. 2012/27/UE	Direttiva Europea sull'efficienza energetica	Modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE

LEGGI ITALIANE

3	Dir. Eu. 2003/87/CE	Direttiva Europea Emission Trading materia di scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra	Tra i settori industria/i regolati dalla direttiva ETS rientrano anche gli Impianti per la fabbricazione di prodotti ceramici mediante cottura con una capacità di produzione di oltre 75 tonnellate al giorno e con una capacità di forno superiore a 4 m3 e con una densità di colata per forno superiore a 300 kg/m3
4	D.lgs 115/08	Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici	Decreto con cui si promuove la diffusione dell' efficienza energetica in tutti i settori. E' introdotta e definita la diagnosi -energetica. Decreto abrogato dal D.Lgs 102/14
5	D.lgs 102/14	Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica	In aggiunta l'Allegato 2 che riporta i criteri minimi per gli audit energetici, compresi quelli realizzati nel quadro dei sistemi di gestione dell'energia

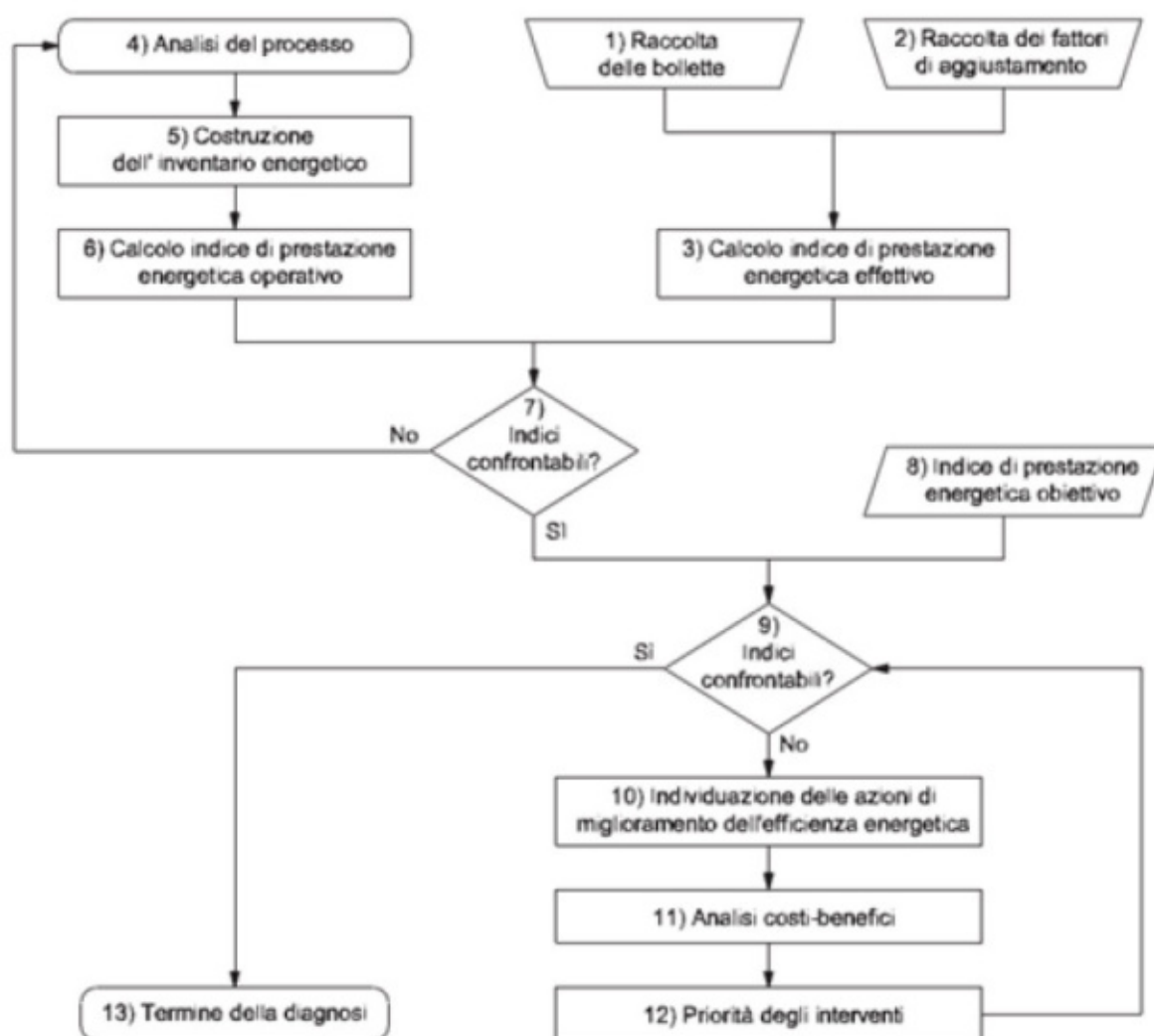
6	UNI CEI EN ISO 50001:2011	Sistemi di gestione dell'energia – Requisiti e linee guida per l'uso	E' la versione ufficiale italiana della norma internazionale ISO 50001. La norma specifica i requisiti per creare, avviare, mantenere e migliorare un sistema di gestione dell'energia. L'obiettivo di tale sistema è di consentire che un'organizzazione persegua, con un approccio sistematico, il miglioramento
---	---------------------------	--	--

			continuo della propria prestazione energetica comprendendo in questa l'efficienza energetica nonché il consumo e l'uso dell'energia. La norma ha sostituito la UNI CE/ EN 16001, di derivazione europea
7	UNI EN ISO 14001:2004	Sistemi di gestione ambientale - Requisiti e guida per l'uso	La ISO 14001 è una norma internazionale di carattere volontario, applicabile a tutte le tipologie di imprese, che definisce come deve essere sviluppato un efficace Sistema di Gestione Ambientale. La Certificazione ISO 14001 dimostra l'impegno concreto nel minimizzare l'impatto ambientale dei processi, prodotti e servizi e attesta l'affidabilità del sistema di gestione
8	UNI CEI 11339	Gestione dell'energia. Esperti in gestione dell'energia. Requisiti generali per la qualificazione	E' la norma che stabilisce i requisiti professionali da possedere per diventare Esperto in Gestione dell'Energia (EGE); compiti, competenze e modalità di valutazione.
9	UNI CEI TR 11428:2011	Gestione dell'energia. Diagnosi energetiche: requisiti generali del servizio di diagnosi energetica	È la norma che regola i requisiti e la metodologia comune per le diagnosi energetiche nonché la documentazione da produrre
10	UNI CEI EN 16247:2012		E' la norma che regola i requisiti e la metodologia comune per le diagnosi energetiche nonché la documentazione da produrre: Parte 1 – Requisiti generali Parte 2 – Edifici Parte 3 – Processi Parte 4 – Trasporti Parte 5 – Auditor energetici
11	UNI CEI EN 16212:2012	Calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica - Metodi top-down (discendente) e bottom-up (ascendente)	La norma ha lo scopo di fornire un approccio generale per i calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica utilizzando metodologie standard. L'impostazione della norma permette l'applicazione ai risparmi energetici negli edifici, nelle automobili, nei processi industriali, ecc. Il suo campo d'applicazione è il consumo energetico in tutti gli usi finali
12	UNI CEI EN 16231:2012	Metodologia di benchmarking dell'efficienza energetica	La norma definisce i requisiti e fornisce raccomandazioni sulla metodologia di benchmarking dell'efficienza energetica. Lo scopo del benchmarking è l'individuazione di dati chiave e indicatori del consumo energetici. Gli indicatori possono essere sia

			tecniche che comportamentali, qualitativi e quantitativi, e devono essere mirati alla comparazione delle prestazioni
--	--	--	--

2.5. Metodologia di diagnosi

Il metodo per l'esecuzione della diagnosi può essere schematizzato nelle seguenti attività proposte dalla Norma UNI CEI EN 16247 - Energy Audit:



3. Personale impiegato nella diagnosi energetica

Il personale coinvolto nelle diagnosi energetiche risulta essere il seguente:

- Dott. Ing. Roberto Sannasardo – Responsabile del Procedimento ed Energy manager della Regione Sicilia
- Dott. Geom. Santo Bottone – Tecnico progettista
- Dott. Ing. Eugenio Bonomo – nelle qualità di EGE e supporto alla progettazione.

La redazione della Diagnosi Energetica è stata eseguita dal gruppo di lavoro in accordo alla metodologia indicata dalle norme UNI CEI EN 16247-1:2012, UNI CEI EN 16247-3:2014 e UNI CEI/TR 11428:2011.

Il responsabile per l'esecuzione (REDE) è Dott. Ing. Roberto Sannasardo, Esperto nella Gestione dell'Energia.

4. Scopo e livello di dettaglio, tempi di esecuzione e limiti d'indagine

Lo scopo del presente documento è di fornire indicazioni ragionate su interventi che possano permettere un effettivo risparmio energetico nelle strutture della pubblica amministrazione.

Il percorso temporale comprensivo di sopralluoghi per le strutture oggetto dell'incarico e di circa tre settimane così suddivise

1° settimana raccolta dati e rilievi;

2° settimana simulazioni energetiche;

3° settimana stesura relazioni e scelta definitiva degli interventi applicabili .

In funzione dei dati raccolti e dei sopralluoghi effettuati l'attendibilità delle simulazioni si attesta con una tolleranza di più o meno 5%.

4.1. Obiettivo

Lo scopo della presente diagnosi è quello di fornire chiare informazioni sulla struttura energetica del sito in esame, analizzandone il reale comportamento energetico. Tale analisi viene effettuata al fine di individuare le opportunità di risparmio energetico più rilevanti e significative. Verranno perseguiti i seguenti obiettivi:

- Miglioramento dell'efficienza energetica.
- Riduzione dei costi per gli approvvigionamenti energetici.
- Eliminazione degli sprechi.

La presente diagnosi si propone di analizzare in maniera completa tutti i vettori energetici entranti nel sito in esame, come essi vengono trasformati ed infine utilizzati.

Verrà presa in esame l'intera superficie del sito e tutte le attività/operazioni che vengono svolte al suo interno. Questo per poter arrivare ad avere un documento di diagnosi che rappresenti realmente la totalità del sito analizzato.

4.2. Strumentazione di misura

Si è utilizzata la seguente strumentazione di misurare al fine di raccogliere i dati durante i sopralluoghi:

- Distanziometro laser
- Metro avvolgibile
- Macchina fotografica

4.3. Indicazione e classificazione dei dati di misura

Si riporta di seguito una tabella di sintesi delle tipologie dei dati reperiti, la loro fonte ed eventuali metodologie di stime effettuate.

Dato	Fonte	Metodologia di stima o misura
Geometria del fabbricato	Committenza + Sopralluogo	Planimetrie in scala verificate e sistemate durante i sopralluoghi effettuati.
Trasmittanza strutture	Sopralluogo	Stima della trasmittanza mediante verifica dimensionale della partizione, tipologia della finitura esterna, anno di costruzione dell'edificio
Impianto di generazione	Sopralluogo	Verifica in loco
Impianto di distribuzione	Sopralluogo	Verifica in loco
Impianto di emissione	Sopralluogo	Verifica in loco
Consumi	Assenti	Assenti

5. Inquadramento territoriale e dati climatici

L'immobile oggetto di diagnosi energetica ricade nel centro storico del comune di Catania, città capoluogo di provincia, il centro più grosso della Sicilia orientale. Secondo il D.P.R. 412 del 93 che suddivide il territorio nazionale in zone climatiche, quella in cui ricade il comune di Catania è ricadente nella zona climatica B, avente 833 Gradi-Giorno, per il quale è previsto un periodo di riscaldamento con inizio giorno 1 Dicembre e fine il 20 Marzo ed un periodo di raffrescamento che inizia il 21 Marzo e finisce il 30 Novembre.

COMUNE

Comune **CATANIA** CAP **95100**

Provincia **CATANIA** Sigla **CT**

Regione **SICILIA**

Dati geografici **Latitudine: 37°30'21" Longitudine: 15°5'15" Altitudine: 7 m**

DATI INVERNALI DI PROGETTO

Zona Climatica B

Temperatura esterna [°C] **5.00**

Umidità relativa esterna [%] **59.80**

Gradi Giorno **833**

Velocità Vento [m/s] **1.10**

DATI ESTIVI DI PROGETTO

Temperatura esterna [°C] **33.6**

Umidità relativa esterna [%] **48.0**

Escursione termica giornaliera [°C] **10.0**

Riduzione irrad. TOT per foschia [%] **0.0**

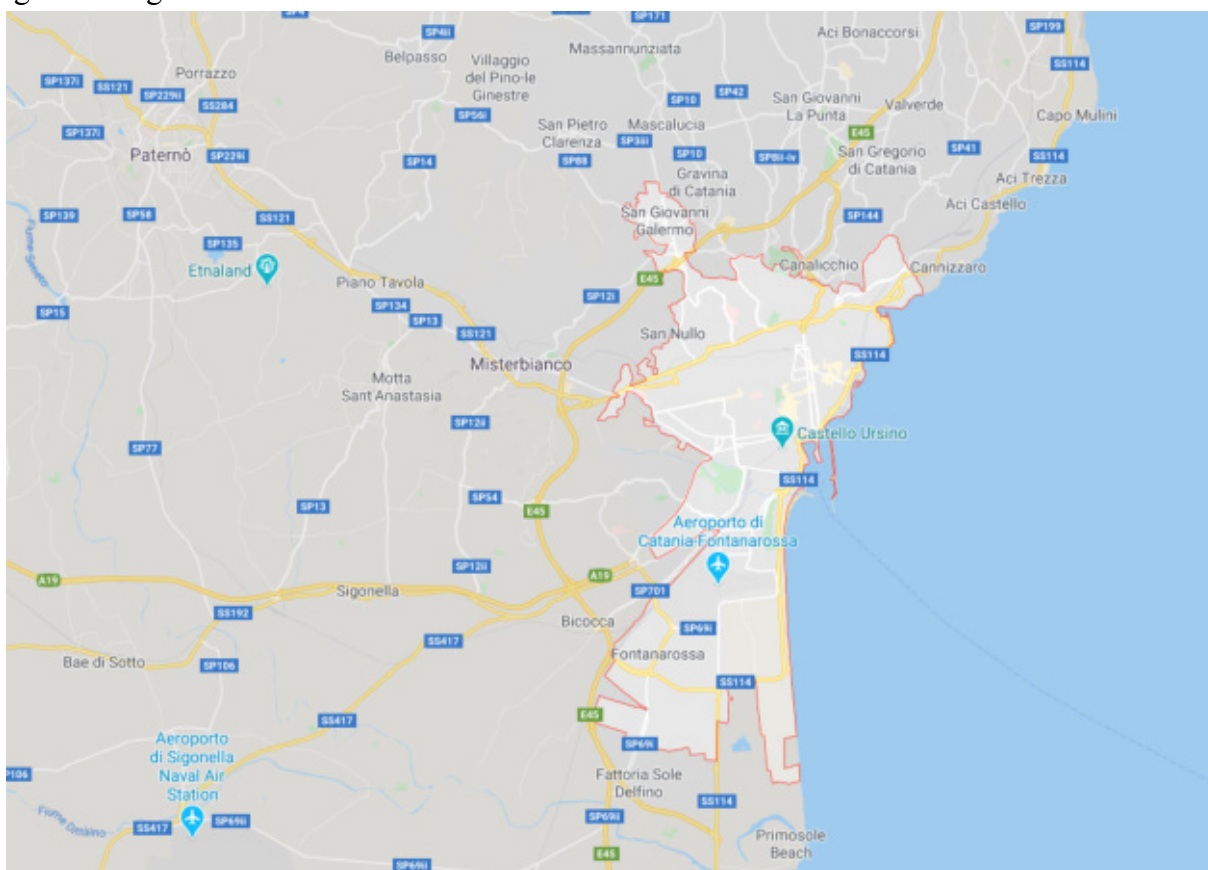
TEMPERATURE MEDIE MENSILI [°C]

gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
11.9	10.4	11.8	15.4	18.8	23.4	25.8	26.5	22.9	19.8	15.1	12.3

UMIDITA' RELATIVA MENSILE [%]

gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
77.10	66.60	65.40	76.90	72.10	61.70	57.00	59.90	63.90	77.20	74.10	71.90

In figura si riporta l'individuazione territoriale del Comune in cui è ubicato l'edificio oggetto di diagnosi energetica.



6. Sezione descrittiva

Dai numerosi sopralluoghi effettuati in sito si possono evincere i seguenti punti critici dal punto di vista energetico:

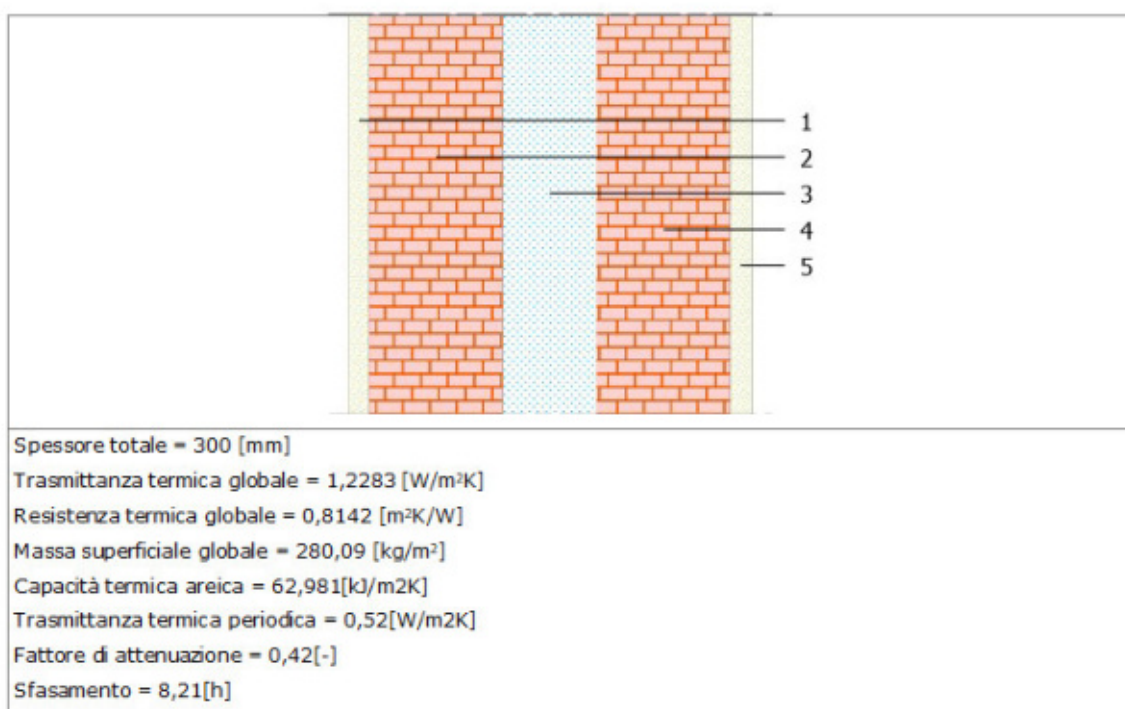
1. Involucro edilizio “colabrodo” sia opaco che trasparente e di colore scuro;
2. Presenza di numerosi ponti termici;
3. Promiscuità impianti termici;
4. Assenza di controllo e regolazione dell'impianto termico;
5. Impianto di illuminazione a lampade fluorescenti ed, in alcuni casi, a lampade incandescenti;
6. Produzione di ACS tramite bollitori elettrici;
7. Assenza di impianti di produzione di energia da fonte rinnovabile;
8. Impianto di sollevamento vetusto ed energivoro.

Di seguito verranno analizzati i precedenti punti in dettaglio.

6.1. Involucro edilizio

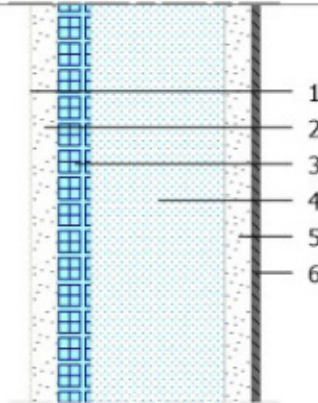
L'involucro edilizio verticale si suddivide per la maggior parte dell'edificio in due tipologie differenti. Una parte in muratura cassa vuota sul lato nord dell'edificio, del tutto priva di coibentazione, come riportato nell'immagine seguente.

Strato	Descrizione	Spessore [mm]	Conduttività [W/mK]	Conduttanza [W/m²K]	Massa superficiale [kg/m²]	Resistenza al vapore [-]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza [m²K/W]
	Adduttanza interna	0		7,7000				0,1299
1	Intonaco di calce e gesso	15	0,7000	46,6667	21,00	10,7222	1'000	0,0214
2	Mattoni pieni, forati, leggeri - densità 1400	100	0,5000	5,0000	140,00	7,5068	840	0,2000
3	Strato d'aria verticale da 7 cm	70		5,5556	0,09	1,0000	1'008	0,1800
4	Mattoni pieni, forati, leggeri - densità 1400	100	0,5000	5,0000	140,00	7,5068	840	0,2000
5	Intonaco di gesso puro	15	0,3500	23,3333	18,00	10,7222	1'000	0,0429
	Adduttanza esterna	0		25,0000				0,0400



Mentre tutte le altre facciate sono dotate di un pannello sandwich quasi privo di coibentane e con assenza di inerzia termica, in quanto con attenuazione quasi nulla e sfasamento pari a 1,44 h.

Strato	Descrizione	Spessore [mm]	Conduttività [W/mK]	Conduttanza [W/m²K]	Massa superficiale [kg/m²]	Resistenza al vapore [-]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza [m²K/W]
	Adduttanza interna	0		7,7 000				0,1299
1	Intonaco in gesso - densità 1000	2	0,4000	266,6667	1,50	10,0000	1 ' 000	0,0038
2	Cartongesso - densità 900	20	0,2500	12,5000	18,00	10,0000	1 ' 000	0,0800
3	Pannello lana di vetro - densità 85	25	0,0310	1,2400	2,13	193,0000	1 ' 030	0,8065
4	Strato d'aria verticale da 10 cm	100		5,5556	0,13	1,0000	1 ' 008	0,1800
5	Cartongesso - densità 700	20	0,2100	10,5000	14,00	10,0000	1 ' 000	0,0952
6	Alluminio	5	220,0000	44 ' 000,0000	13,50	barriera	900	0,0000
	Adduttanza esterna	0		25,0000				0,0400



Spessore totale = 172 [mm]

Trasmittanza termica globale = 0,7489 [W/m²K]

Resistenza termica globale = 1,3353 [m²K/W]

Massa superficiale globale = 47,76 [kg/m²]

Capacità termica areica = 19,475[kJ/m²K]

Trasmittanza termica periodica = 0,73[W/m²K]

Fattore di attenuazione = 0,97[-]

Sfasamento = 1,44[h]

La superficie orizzontale di copertura, anch'essa priva di coibentazione è realizzata con mattonelle in laterizio di colore rosso scuro che accrescono l'assorbimento dell'energia termica solare e di fatto appesantiscono il carico termico estivo dell'edificio.



6.2. Ponti termici

Esistono due tipologie di ponti termici, quelli per forma e quelli invece causati dalle discontinuità di materiale. Come è facile capire le prime dipendono esclusivamente dalla geometria dell'edificio e quindi risulta impossibile poter intervenire; mentre la seconda tipologia costituisce l'aliquota maggiore ed è possibile contrastarli.



Dall'analisi della facciata è possibile definire i ponti termici presenti per discontinuità di materiale:

- aggetti;
- solai intermedi
- solai di copertura
- infissi.

6.3. Promiscuità impianti termici

Come accade per la stragrande maggioranza degli edifici coevi a quello oggetto dell'intervento l'introduzione delle pompe di calore monosplit ad espansione diretta ha costituito un grande problema. Difatti, è molto semplice intervenire in modo puntuale e indipendentemente da qualsiasi circostanza. Solo che in questo modo ad essere penalizzata è l'efficienza energetica per il duplice aspetto che esistono una moltitudine di generatori e che la regolazione non si basa sui requisiti di

comfort termo-igrometrico, ma è ad esclusiva discrezione del fruitore. Inoltre, non meno importante, non si regola in alcun modo l'umidità relativa, variabile importantissima per il comfort ambientale. Quello che si registra in modo preponderante che allo stato attuale non esiste nessun tipo di regolazione globale che valuti il benessere ambientale.



Allo stato attuale la climatizzazione è così distribuita:

Piano terra e primo, monosplit.

Piano secondo, quarto, quinto, sesto e settimo VRF centralizzati.

Piano terzo in ristrutturazione, ma dovrà essere realizzato un VRF centralizzato.

6.4. Impianto di illuminazione

Per illuminare l'edificio si adoperano delle lampade a fluorescenza, per la stragrande parte di tipo tubolare. Mentre in alcuni casi, come nei bagni e nella salone posto sotto la sala congressi si trovano delle lampade a filamento.

Non esistono, inoltre, sistemi di rivelatori di presenza, bensì solo comandi on-off.

Di seguito si riportano delle immagini di quanto riscontrato allo stato attuale.







6.5. Produzione di ACS

L'Acqua Calda Sanitaria a servizio dei bagni viene prodotta da singoli bollitori che utilizzano le resistenze elettriche. La produzione di calore attraverso le resistenze elettriche è il modo meno efficiente in assoluto, per cui si renderà necessario intervenire su questo aspetto.



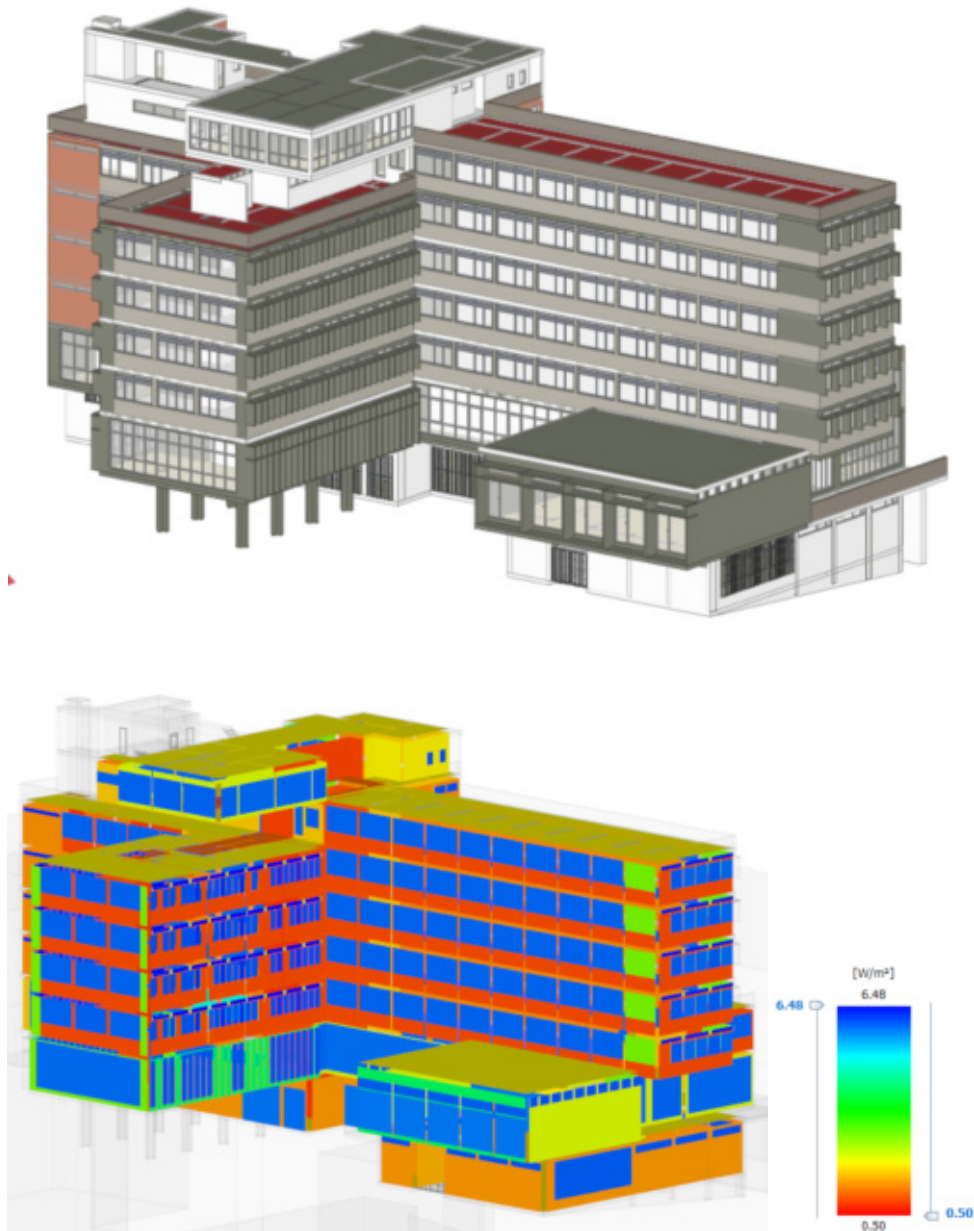
6.6. Impianto di sollevamento

L'impianto di sollevamento è stato realizzato assieme all'edificio per cui risulta poco efficiente e vetusto. Considerando che il numero di corse che esso deve effettuare giornalmente è cospicuo esso concorre in modo sostanziale nei consumi energetici dell'edificio.



7. Modellazione BIM e base line di riferimento

Per la modellazione energetica dell'edificio è stato adottato un software BIM, con tale modello è stato possibile evidenziare tutte le criticità sopra descritte e iniziare a impostare le prime valutazioni sugli interventi da prevedere.



Modello in BIM ed analisi delle dispersioni termiche

Come sopra descritto la base line è effettuata secondo consumi di riferimento standard, da cui è scaturito un indice di prestazione globale non rinnovabile $E_{pgl,nren}$ pari a 239,53 kWh/m²anno.

PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO



8. Proposta di miglioramento dell'efficienza energetica

1.1 L'involucro edilizio

Per quanto riguarda l'involucro edilizio nel suo insieme viene previsto innanzitutto un adeguamento dei limiti di trasmittanza a quanto imposto nel decreto di riferimento.

Particolare attenzione è stata posta nel raggiungimento di prestazioni idonee all'assolvimento dei carichi termici estivi, ovvero ai valori di sfasamento e smorzamento dell'onda termica.

I colori contribuiranno ad abbattere il carico termico estivo, difatti sono stati scelti colori con tonalità molto chiare, in modo da limitare l'assorbimento di energia termica.

La scelta progettuale è quella di dotare le chiusure verticali opache di una doppia pelle, un doppio sistema di protezione dalle escursioni termiche in inverno ed un efficiente sistema per il raffrescamento passivo. Il primo si ottiene mediante un isolamento termo acustico di 6 cm a cappotto mediante l'apposizione di pannelli sandwich in poliuretano espanso. Tale soluzione mi permette di eliminare del tutto i numerosi ponti termici presenti.

Il secondo, soprattutto sul fronte Sud dell'involucro dove le aperture sono limitate, consente di beneficiare dell'effetto camino dovuto alla convezione naturale, la cosiddetta facciata ventilata. Quest'ultima verrà realizzata mediante pannelli in alluminio rinforzato all'interno con resina dello spessore complessivo di 4 mm. Il sistema verrà posto in opera a secco mediante l'installazione di profili metallici da installare sulla facciata esistente.

Nelle chisure orizzontali di copertura è prevista la sostituzione della pavimentazione esistente e del massetto, con un sistema di protezione dalle escursioni termiche costituito dai seguenti elementi nell'ordine di seguito descritti:

- 1) barriera al vapore;
- 2) coibente cm 6;
- 3) guaina mm 4;
- 4) massetto isolante cm 4
- 5) collante cm 1;
- 6) pavimentazione in marmette pressate di cemento e graniglia di marmo di colore bianco, delle dimensioni di 25x25 cm.

1.1.1 Infissi

I serramenti costituiscono la gran parte delle superfici disperdenti. Di norma esso costituisce la parte debole dell'involucro edilizio. La soluzione progettuale è quella di andare oltre le performance richieste dal decreto requisiti minimi che prescrive infissi le cui trasmittanze devono essere inferiori a $3 \text{ W/m}^2\text{K}$. Difatti la scelta è quella di adottare infissi in PVC (UNI EN 12608), a taglio termico, sezione mm $80 \div 90$, spessore mm 90. Il vetro sarà triplo con intercapedine con argon e doppio rivestimento basso emissivo, ovvero al fine di ottenere il massimo possibile sul mercato attuale.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella posa in opera in modo da annullare i ponti termici tra infisso e chiusura verticale. Di seguito un'immagine del nodo di connessione tra parete ventilata ed infisso.

2. Sostituzione dell'impianto termico e sistema di Building automation

L'impianto che si prevede di realizzare col presente intervento consiste nell'installazione di n. 7 unità di rinnovo dell'aria. Esse avranno il principale scopo di introdurre aria neutra all'interno dei locali e soddisfare il relativo fabbisogno. In particolare verrà adoperata una unità per piano ed una di taglia più grande servirà la sala congressi del primo piano e le zone limitrofe in modo da essere attivata solo all'occorrenza. Le macchine sono autonome compatte e dotate di un sistema autonomo per la produzione dell'energia termica e/o frigorifera, con recupero termodinamico sull'energia espulsa. Le macchine di taglie diverse a seconda della zona termica da servire avranno le seguenti potenzialità:

- portata nominale di 7200 m³/h ed una potenza frigorifera di 58,4 KWf ed una potenza termica di 32,9 kW per la macchina a servizio della sala congressi, sala comuni e limitrofe;

- portata nominale di 4600 m³/h ed una potenza frigorifera di 38,7 KWf ed una potenza termica di 21,00 kW per la macchina a servizio dei vari livelli.

E' da far presente che costituiscono un'unica zona termica il piano terra ed il primo piano nella parte adibita ad uffici, così come il piano sesto e settimo, entrambi con la possibilità di sezionare i due livelli ed accrescere il risparmio energetico.

Il rinnovo dell'aria risulta indispensabile quando si punta ad avere un livello alto di qualità dell'aria (IAQ), anche grazie all'adozione di filtri elettrostatici facilmente pulibili ed ispezionabili. Tali filtri saranno di tipo elettronico efficaci su fumi particolato PM10, PM2,5, PM1, virus e batteri. L'efficienza di filtrazione è H10, ovvero come filtro assoluto. Requisito indispensabile soprattutto in questo momento storico, ovvero con una pandemia epidemiologica a livello mondiale.

Inoltre, i filtri possono essere lavati ed estratti in modo estremamente semplice, così da ridurre i costi di gestione e manutenzione delle performance dell'impianto

Grazie all'ausilio del recupero termodinamico sull'aria espulsa le macchine saranno in grado di fornire prestazioni altamente performanti con EER>4,5 e COP>7,5, in condizioni standard. Il sistema di produzione dell'energia termica è alimentato da un compressore scroll con tecnologia ad inverter in modo da modulare la potenza erogata in funzione delle necessità reali.

L'impianto, inoltre, così come concepito, darà la possibilità di sfruttare il freecooling durante le mezze stagioni o quando le condizioni atmosferiche esterne lo consentiranno; difatti in queste condizioni la macchina per il rinnovo dell'aria senza attivare i compressori del circuito frigorifero e quindi come una semplice VMC (Ventilazione Meccanica Controllata).

Al fine di soddisfare i carichi termici di picco e di ottenere una migliore regolazione della temperatura all'interno degli ambienti si è pensato di sfruttare l'impianto VRF esistente. Difatti, l'intervento prevede di aggiungere delle unità interne nei locali dove mancano del tutto come al piano terra e sostituirle dove sono presenti i monosplit, ovvero a piano terra. Spostare le unità esterne, che sono nuove e si trovano in un discreto stato di conservazione, in copertura al settimo piano e centralizzare tutto. Il cuore del sistema sarà difatti l'automazione che gestirà le macchine indipendentemente a seconda delle necessità di ogni zona termica.

In definitiva la logica di funzionamento sarà la seguente: inizialmente si attiveranno le macchine HVAC (Heating Ventilation and Air Conditioning) e doteranno l'edificio di aria di rinnovo ed una certa potenzialità termica o frigorifera a secondo dei casi. In seconda battuta, al fine di soddisfare gli eventuali picchi interverranno i VRF. Inoltre, sarà possibile implementare dei TENDR utili al monitoraggio delle prestazioni degli impianti. In questo modo si otterrà un cospicuo risparmio energetico soprattutto in termini di gestione dell'impianto.

Di seguito lo schema funzionale dell'impianto che è si prevede di realizzare.

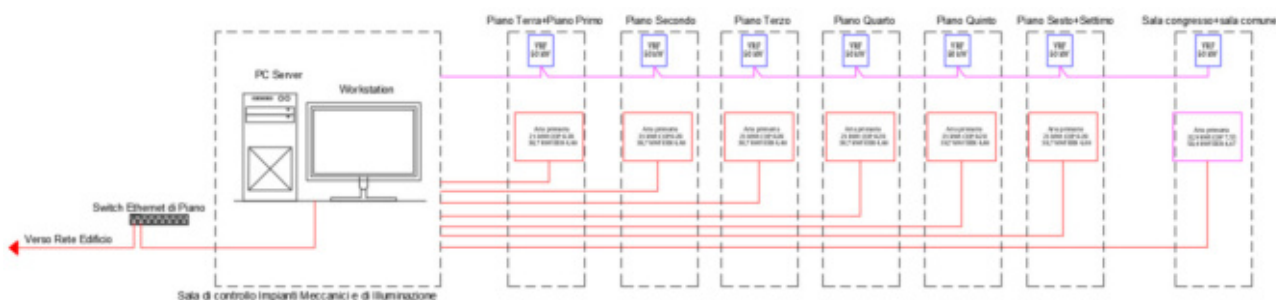


Immagine n. 9 - Schema funzionale dell'impianto termico

3. Sostituzione dei corpi illuminanti con sistema integrato di gestione del flusso luminoso

3.1 Corpi illuminanti

In tutti i piani è stato previsto di sostituire i corpi illuminanti esistenti, in gran parte a luce fluorescente ma in alcuni casi anche ad incandescenza, con quelli più efficienti a LED. Con l'adozione di questa tecnologia, come evidenziato nella Diagnosi energetica, si otterranno riduzioni delle potenze di oltre il 50% con conseguente riduzione dei consumi di pari aliquota.








	Plafoniera a LED stagna IP 65 da 18 W
	Pannelli LED 60x60 cm da 38 W - Driver elettronico DALI
	Pannelli a LED da 120x30 cm da 36 W - Driver elettronico DALI
	Luci a LED compatte da 10 W (attacco E27)
	Luci a LED a parete da 10 W
	Luci di emergenza a LED 8 W
	Faro a LED da 150 W

Immagine n. 10 – Tipologie degli corpi illuminanti utilizzati

Si riporta di seguito la potenza di ogni singolo elemento, la sommatoria delle plafoniere fluorescenti, di quelle incandescenti e di quelle a LED. Nelle tabelle seguenti sono riportati, per ogni piano e per ogni locale, gli elementi esistenti da sostituire con quelli a LED. In particolare sono

state adottati dei corpi illuminanti tecnologia DALI che consentono la regolazione del flusso luminoso in funzione delle esigenze visive.

Piano secondo seminterrato

locale	lampade fluorescenti			lampade incandescenti			lampade LED		
n	n	p/cad [W]	p/tot [W]	n	p/cad [W]	p/tot [W]	n	p/cad [W]	p/tot [W]
1	2	72	144				2	38	76
2				1	60	60	1	10	10
3				1	60	60	1	10	10
4	5	72	360				5	38	190
5	3	72	216				3	38	114
6				6	60	360	6	10	60
7				5	60	300	5	10	50
scala				2	60	120	2	10	20
Sommano	10		576	15		780	25		530

Sommano [W]	ex-ante	1356	ex-post	530
--------------------	----------------	-------------	----------------	------------

Riduzione	61%
------------------	------------

Piano primo seminterrato

locale	plafoniere fluorescenti			lampade incandescenti			lampade LED		
	n	p/cad [W]	p/tot [W]	n	p/cad [W]	p/tot [W]	n	p/cad [W]	p/tot [W]
1				3	60	180	3	10	30
2	3	72	216				3	38	114
3				1	60	60	1	10	10
4	5	72	360				5	38	190
5				1	60	60	1	10	10
6				1	60	60	1	10	10
7				3	60	180	3	10	30
8				2	60	120	2	10	20
9				1	60	60	1	10	10
deposito 1				1	60	60	1	10	10
deposito 2				2	60	120	2	10	20
deposito 3				3	60	180	3	10	30
deposito 4				1	60	60	1	10	10
archivio 1	2	72	144				2	38	76
archivio 2	1	72	72				1	38	38
magazzino				1	60	60	1	10	10
anti salone	2	72	144				2	38	76
salone	8	72	576				8	38	304
wc1				4	60	240	4	10	40
wc2				4	60	240	4	10	40
wc3				3	60	180	3	10	30
riserva idrica				2	60	120	2	10	20
locale pompe				1	60	60	1	10	10
garage	7	36	252				7	18	126
locale batterie				1	60	60	1	10	10
locale contatori	4	72	288				4	38	152
locale cabina tras				4	60	240	4	10	40
Ingresso via Cappuccini	2	72	144				2	38	76
Ingresso via Bernanrdo	5	72	360				5	38	190
scale	3	72	216				3	38	114

Sommano	42		2772	39		2340	81		1846
			Sommano [W]	ex-ante		5112	ex-post		1846

Riduzione 64%

Piano Terra

locale	plafoniere fluorescenti			fluorescenti compatte			lampade incandescenti			lampade LED		
n	n	p/cad [W]	p/tot [W]	n	p/cad [W]	p/tot [W]	n	p/cad [W]	p/tot [W]	n	p/cad [W]	p/tot [W]
A	4	72	288							8	38	304
				8	23	184						0
B				45	23	1035				22	38	836
				4	40	160						0
1	1	36	36							1	18	18
2	1	36	36							1	18	18
3	1	36	36							1	18	18
4	1	36	36							1	18	18
5	1	36	36							1	18	18
6	4	72	288							4	38	152
7	1	72	72							1	38	38
8	1	36	36							1	18	18
salone sotto liv.							##	60	2580	43	10	430
wc							3	60	180	3	10	30
wc uomini							3	60	180	3	10	30
wc donne							1	60	60	1	10	10
wc disabili							1	60	60	1	10	10
disimpegno							1	60	60	1	10	10
r1							1	60	60	1	10	10
r2							1	60	60	1	8	8
r3							1	60	60	1	8	8
r4							1	60	60	1	8	8
r5							1	60	60	1	8	8
deposito 1							1	60	60	1	8	8
deposito 2										0		
alloggio custode1	1	36	36							1	38	38
alloggio custode2							1	60	60	1	8	8
alloggio custode3	1	36	36							1	38	38
alloggio custode4							1	60	60	1	8	8
alloggio custode5	1	72	72							1	38	38
alloggio custode6	1	72	72							1	38	38
alloggio custode7	4	72	288							4	38	152
wc custode							1	60	60	1	8	8
esterno	9	72	648							7	18	126
faretti esterni	2	40	80							8	150	1200
scale emergenza	2	72	144							2	38	76
Sommano	36		2240	57		1379	##		3660	###		3738
			Sommano [W] ex-ante						7279	ex-post		

Riduzione 49%

Piano Primo

locale	plafon. Fluorescenti			lampade fluorescenti			lampade incandescenti			lampade LED		
n	n	p/cad [W]	p/tot [W]	n	p/cad [W]	p/tot [W]	n	p/cad [W]	p/tot [W]	n	p/cad [W]	p/tot [W]
1	2	72	144							2	38	76
2	1	72	72							1	38	38
3	1	72	72							1	38	38
4	2	72	144							2	38	76
5	6	72	432							6	38	228
6	1	72	72							1	38	38
7	1	72	72							1	38	38
8	3	72	216							3	38	114
9	1	72	72							1	38	38
10	1	72	72							1	38	38
							1	60	60	1	10	10
				5	23	115				5	10	50
11				15	23	345				15	10	150
12				13	23	299				13	10	130
13	10	72	720							10	38	380
14	1	72	72							1	38	38
				9	40	360				9	10	90
15	1	72	72							1	38	38
				7	40	280				7	10	70
16	2	72	144							2	38	76
				7	40	280				7	10	70
17	4	72	288							4	38	152
18	6	72	432							6	38	228
19	5	72	360							5	38	190
20	6	72	432							6	38	228
21	6	72	432							6	38	228
22	4	72	288							4	38	152
23	4	72	288							4	38	152
24										0		
25	9	72	648							9	38	342
26							5	60	300	5	10	50
27	6	72	432							6	38	228
salone congressi	168	23	3864							49	38	1862
Sala riunioni	6	72	432							6	38	228
wc uomini							4	60	240	4	10	40
wc donne							3	60	180	3	10	30
wc disabili							1	60	60	1	10	10
scale emergenza	2	72	144							2	38	76
R							1	60	60	1	10	10
Sommano	259		10416	56		1679	##		900	211		6030
				Sommano [W] ex-ante						12995		
										ex-post		
										Riduzione		
										54%		

Piano Secondo

locale	lampade fluorescenti			lampade incandescenti			lampade LED		
	n	p/cad [W]	p/tot [W]	n	p/cad [W]	p/tot [W]	n	p/cad [W]	p/tot [W]
1	4	72	288				4	38	152
2	2	72	144				2	38	76
3	3	72	216				3	38	114
4	3	72	216				3	38	114
5	5	72	360				5	38	190
6	2	72	144				2	38	76
7	2	72	144				2	38	76
8	3	72	216				3	38	114
9	3	72	216				3	38	114
10	3	72	216				3	38	114
11	3	72	216				3	38	114
12	4	72	288				4	38	152
13	5	72	360				5	38	190
14	3	72	216				3	38	114
15	2	72	144				2	38	76
16	3	72	216				3	38	114
17	4	72	288				4	38	152
18	1	72	72				1	38	38
19	2	72	144				2	38	76
20	2	72	144				2	38	76
21	2	72	144				2	38	76
22	2	72	144				2	38	76
23	2	72	144				2	38	76
24	2	72	144				2	38	76
25	2	72	144				2	38	76
26	2	72	144				2	38	76
27	2	72	144				2	38	76
28	3	72	216				3	38	114
29	5	72	360				5	38	190
30	4	72	288				4	38	152
wc uomini				4	60	240	4	10	40
wc donne				3	60	180	3	10	30
wc disabili				1	60	60	1	10	10
scale	3	72	216				8	38	304
R				1	60	60	1	10	10
sommano	88		6336	9		540	102		3624
Sommano [W]				ex-ante		6876	ex-post		3624
							Riduzione		47%

Piano Terzo

locale	lampade fluorescenti			lampade incandescenti			lampade LED		
n	n	p/cad [W]	p/tot [W]	n	p/cad [W]	p/tot [W]	n	p/cad [W]	p/tot [W]
1	4	72	288				4	38	152
1a	1	72	72				1	38	38
2	1	72	72				1	38	38
3	3	72	216				3	38	114
4	1	72	72				1	38	38
5	5	72	360				5	38	190
6	2	72	144				2	38	76
7	2	72	144				2	38	76
8	3	72	216				3	38	114
9	3	72	216				3	38	114
10	3	72	216				3	38	114
11	3	72	216				3	38	114
12	4	72	288				4	38	152
13	5	72	360				5	38	190
14	2	72	144				2	38	76
15	3	72	216				3	38	114
16	3	72	216				3	38	114
17	5	72	360				5	38	190
18	1	72	72				1	38	38
19	2	72	144				2	38	76
20	2	72	144				2	38	76
21	2	72	144				2	38	76
22	2	72	144				2	38	76
23	2	72	144				2	38	76
24	2	72	144				2	38	76
25	2	72	144				2	38	76
26	2	72	144				2	38	76
27	2	72	144				2	38	76
28	3	72	216				3	38	114
29	5	72	360				5	38	190
wc uomini				4	60	240	4	10	40
wc donne				3	60	180	3	10	30
wc disabili				1	60	60	1	10	10
scale	3	72	216				3	38	114
R				1	60	60	1	10	10
sommano	83		5976	9		540	92		3244
Sommano [W]				ex-ante		6516	ex-post		3244
							Riduzione		50%

Piano Quarto

locale	lampade fluorescenti			lampade incandescenti			lampade LED		
n	n	p/cad [W]	p/tot [W]	n	p/cad [W]	p/tot [W]	n	p/cad [W]	p/tot [W]
1	4	72	288				4	38	152
2	1	72	72				1	38	38
3	3	72	216				3	38	114
4	1	72	72				1	38	38
5	5	72	360				5	38	190
6	2	72	144				2	38	76
7	2	72	144				2	38	76
8	3	72	216				3	38	114
9	3	72	216				3	38	114
10	3	72	216				3	38	114
11	3	72	216				3	38	114
12	4	72	288				4	38	152
13	5	72	360				5	38	190
14	2	72	144				2	38	76
15	3	72	216				3	38	114
16	3	72	216				3	38	114
17	5	72	360				5	38	190
18	1	72	72				1	38	38
19	2	72	144				2	38	76
20	2	72	144				2	38	76
21	2	72	144				2	38	76
22	2	72	144				2	38	76
23	2	72	144				2	38	76
24	2	72	144				2	38	76
25	2	72	144				2	38	76
26	2	72	144				2	38	76
27	2	72	144				2	38	76
28	3	72	216				3	38	114
29	5	72	360				5	38	190
wc uomini				4	60	240	4	10	40
wc donne				3	60	180	3	10	30
wc disabili				1	60	60	1	10	10
scale	3	72	216				3	38	114
R				1	60	60	1	10	10
sommano	82		5904	9		540	91		3206
Sommano [W]				ex-ante		6444	ex-post		3206
							Riduzione		50%

Piano Quinto

locale	lampade fluorescenti			lampade incandescenti			lampade LED		
n	n	p/cad [W]	p/tot [W]	n	p/cad [W]	p/tot [W]	n	p/cad [W]	p/tot [W]
1	4	72	288				4	38	152
2	1	72	72				1	38	38
3	2	72	144				2	38	76
4	3	72	216				3	38	114
5	5	72	360				5	38	190
6	2	72	144				2	38	76
7	2	72	144				2	38	76
8	3	72	216				3	38	114
9	3	72	216				3	38	114
10	3	72	216				3	38	114
11	3	72	216				3	38	114
12	4	72	288				4	38	152
13	5	72	360				5	38	190
14	2	72	144				2	38	76
15	3	72	216				3	38	114
16	3	72	216				3	38	114
17	5	72	360				5	38	190
18	1	72	72				1	38	38
19	2	72	144				2	38	76
20	2	72	144				2	38	76
21	2	72	144				2	38	76
22	2	72	144				2	38	76
23	2	72	144				2	38	76
24	2	72	144				2	38	76
25	2	72	144				2	38	76
26	2	72	144				2	38	76
27	2	72	144				2	38	76
28	3	72	216				3	38	114
29	5	72	360				5	38	190
wc uomini				4	60	240	4	10	40
wc donne				3	60	180	3	10	30
wc disabili				1	60	60	1	10	10
scale	3	72	216				3	38	114
R				1	60	60	1	10	10
Sommano	83		5976	9		540	92		3244
Sommano [W]				ex-ante		6516	ex-post		3244
							Riduzione		50%

Piano Sesto

locale	lampade fluorescenti			lampade incandescenti			lampade LED		
n	n	p/cad [W]	p/tot [W]	n	p/cad [W]	p/tot [W]	n	p/cad [W]	p/tot [W]
1	4	72	288				4	38	152
2	3	72	216				3	38	114
3	4	72	288				4	38	152
4	3	72	216				3	38	114
5	5	72	360				5	38	190
6	2	72	144				2	38	76
7	2	72	144				2	38	76
8	2	72	144				2	38	76
9	2	72	144				2	38	76
10	2	72	144				2	38	76
11	2	72	144				2	38	76
12	2	72	144				2	38	76
13	2	72	144				2	38	76
14	2	72	144				2	38	76
15	3	72	216				3	38	114
16	5	72	360				5	38	190
wc uomini				4	60	240	4	10	40
wc donne				3	60	180	3	10	30
wc disabili				1	60	60	1	10	10
scale	3	72	216				3	38	114
R				1	60	60	1	10	10
Esterno				5	60	300	5	10	50
Sommano	48		3456	14		840	62		1964
				Sommano [W] ex-ante			4296		
							ex-post		
							1964		
							Riduzione		
							54%		

Piano Settimo

locale	lampade fluorescenti			lampade incandescenti			lampade LED		
n	n	p/cad [W]	p/tot [W]	n	p/cad [W]	p/tot [W]	n	p/cad [W]	p/tot [W]
1	1	72	72				1	38	38
2	2	72	144				2	38	76
3	1	72	72				1	38	38
4	2	72	144				2	38	76
5	2	72	144				2	38	76
6	2	72	144				2	38	76
7	2	72	144				2	38	76
8	1	72	72				1	38	38
9				1	60	60	1	10	10
deposito				2	60	120	1	10	10
wc				4	60	240	4	10	40
terrazzo				10	60	600	1	10	10
R				1	60	60	1	10	10
scale	3	72	216				3	38	114
sommano	16		1152	18		1080			688
				Sommano [W] ex-ante			2232		
							ex-post		
							688		
							Riduzione		
							69%		

Il Digital Addressable Lighting Inter-face, infatti, è un sistema inter funzionale utilizzato per il controllo di ballast elettronici nelle tecnologie di illuminazione. Il bus DALI consente la ricezione di comandi di commutazione e regolazione dell'intensità luminosa. L'interfaccia DALI può essere, inoltre, utilizzata per ottenere informazioni sullo stato dei valori luminosi o per la notifica di guasti. Al fine di accrescere da un lato l'efficienza energetica ed il comfort visivo si adopererà un sistema di controllo del flusso luminoso che consentirà di gestire in modo intelligente l'edificio. E' stato previsto di gestire l'intensità luminosa dei corpi illuminanti in modo completamente automatico, grazie all'utilizzo di appositi sensori di luminosità che in funzione della quantità di luce rilevata, variano il flusso luminoso dei singoli corpi illuminanti. Nelle stanze inoltre, i sensori di luminosità inoltre permettono rilevare o meno, la presenza dell'occupante, così da poter spegnere tutte le luci dell'ambiente nel caso non fosse più occupato. Sarà comunque possibile effettuare delle forzature locali così da permettere all'operatore della stanza di poter adattare i flussi luminosi secondo la propria esigenza.

3.2 Sistema domotico

Il sistema domotico basato sullo standard Konnex (KNX) sarà composto da una linea bus e da dispositivi di installazione compatibili come sensori, attuatori, gateway, visualizzatori e componenti di sistema generici, il cui protocollo di comunicazione (7 livelli ISO/OSI) è rispondente alla norma EN 50090. L'elemento base minimo di ciascun sistema è la linea. Ogni linea richiede almeno un alimentatore, che opportunamente dimensionato, provvede a fornire ai componenti collegati la tensione (SELV) di funzionamento. L'alimentazione elettrica necessaria al funzionamento dei dispositivi e il segnale dati (telegrammi), sono veicolati dal medesimo cavo bus (doppino). A ciascuna linea possono essere collegati fino a 64 dispositivi; è possibile attraverso l'utilizzo di appositi accoppiatori di linea (LC) collegare fino a un massimo di 15 linee (AREA). Un sistema può comprendere fino a un massimo di 15 Aree collegate tra loro mediante accoppiatori di area o campo (BC); da ciò si deduce, che ogni singolo sistema KNX può far dialogare oltre 14.000 dispositivi. Il sistema Knx è un sistema bus decentralizzato in cui ogni dispositivo è dotato del proprio micro controllore. I dispositivi possono scambiarsi le informazioni direttamente, ovvero senza un'unità centrale, utilizzando il bus seriale. Ad ogni dispositivo viene assegnato un indirizzo fisico che risulta essere univoco per tutto il sistema e che consente attraverso la sua lettura, l'identificazione dei parametri che rappresentano rispettivamente l'area, la linea e numero del dispositivo. L'indirizzo di gruppo invece, determina l'assegnazione reciproca dei dispositivi collegati al bus definendone di fatto il "collegamento logico". Il sistema è quindi dotato di intelligenza distribuita, pilotato da eventi e con trasmissione dati seriale per le funzioni operative di comando, attuazione, controllo, monitoraggio e segnalazione. Tramite una linea di trasmissione comune (il bus), tutti gli

apparecchi bus collegati si scambiano informazioni; la trasmissione dati deve avvenire in modo seriale secondo regole stabilite: il protocollo di trasmissione bus. I dispositivi dialogano tra loro attraverso i “telegrammi”, che contengono oltre agli indirizzi sorgenti e di destinazione, anche tutte le informazioni operative necessarie a svolgere le funzioni richieste; a completare la struttura del telegramma ci sono poi i campi di controllo e conferma, che servono alla verifica e alla sicurezza del telegramma stesso. Per evitare inutili invii e la conseguente saturazione della linea è previsto che un dispositivo KNX possa ripetere la trasmissione del telegramma fino a un massimo di tre volte. Per evitare la collisione dei telegrammi e la perdita dei dati, viene utilizzato il protocollo CSMA/CA. I telegrammi vengono modulati su tensione continua; uno zero logico viene trasmesso come impulso, mentre l’assenza di impulsi viene interpretata come un uno logico.

Di seguito si riporta un immagine con la tipologia di “architettura” pensata per l’edificio in esame.

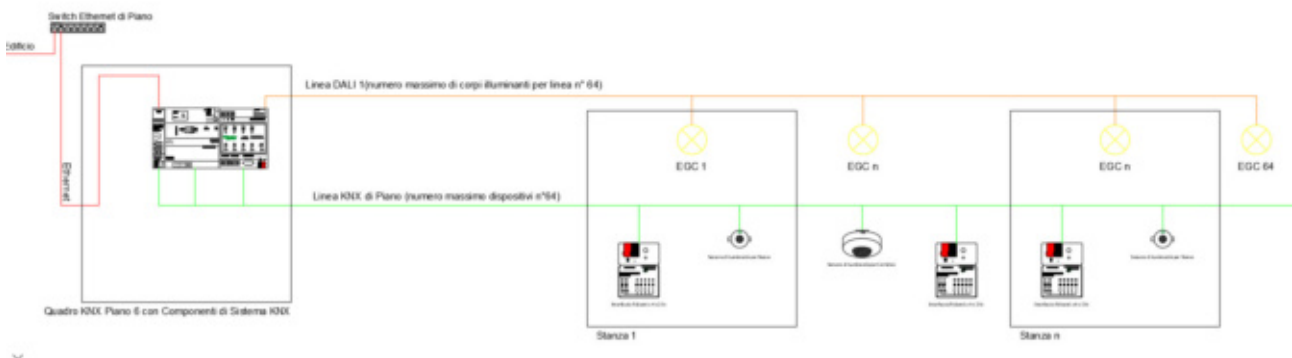


Immagine n. 11 - Schema impianto di controllo dell'illuminazione

4. Impianto solare Termico

A piano ottavo, in una parte della terrazza, è prevista la collocazione di n. 8 collettori solari, della superficie complessiva di 16 m² per la produzione di acqua calda sanitaria per i servizi igienici. Quest’ultimi sono disposti quasi interamente sul lato sud dell’edificio, quindi sarà facile prevedere una colonna montante di distribuzione a loro servizio. Il sistema solare sarà a circolazione forzata, con un boiler da 2000 l che funge da volano termico per l’impianto. Ad esclusiva integrazione del Solare Termico vi è l’integrazione di una Pompa di Calore idronica da 13 kW_t. Tutti gli impianti verranno collocati all’interno dell’attuale centrale termica, come indicato nelle tavole di riferimento. Di seguito si riporta lo schema impiantistico dell’impianto previsto in progetto.

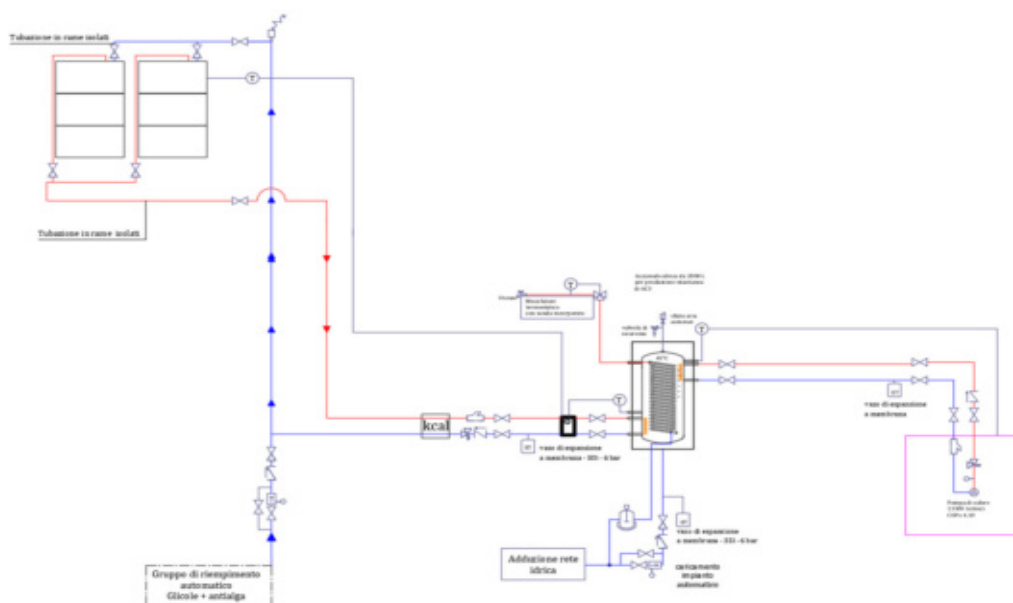


Immagine n. 12 - Schema funzionamento impianto solare termico

5. Impianto solare Fotovoltaico

A servizio dell'intero edificio verrà installato un impianto fotovoltaico da 69,6 kWp. Esso verrà distribuito nella terrazza a piano settimo ed in quella a piano copertura, in particolare si avrà la seguente distribuzione

- piano settimo: l'impianto con n. 96 pannelli da 300 Wp ha una potenza complessiva pari a kWp 28,80;
- piano copertura: l'impianto con n. 136 pannelli da 300 Wp ha una potenza complessiva pari a kWp 40,80.

L'impianto è stato dimensionato in funzione della superficie massima disponibile, come è possibile vedere nei dati di produzione della centrale termica, l'energia che si prevede di esportare sulla rete è pressoché nulla.

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOT
ENERGIA PRODOTTA ED ESPORTATA [kWh]													
Totale prodotta	3'731	4'750	7'552	7'830	10'383	10'658	11'597	10'204	7'569	6'068	4'437	3'371	88'150
Totale esportata	0	0	0	0	1'050	273	0	0	0	0	0	0	1'323

Immagine n. 13 – produzione dell'impianto fotovoltaico durante i mesi dell'anno

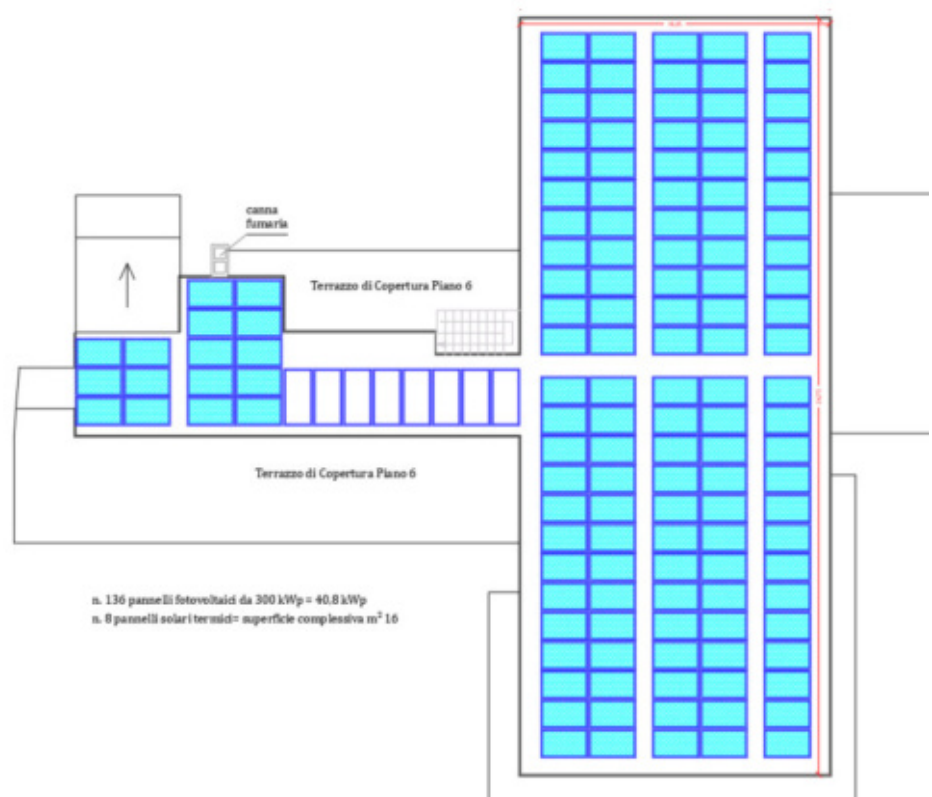
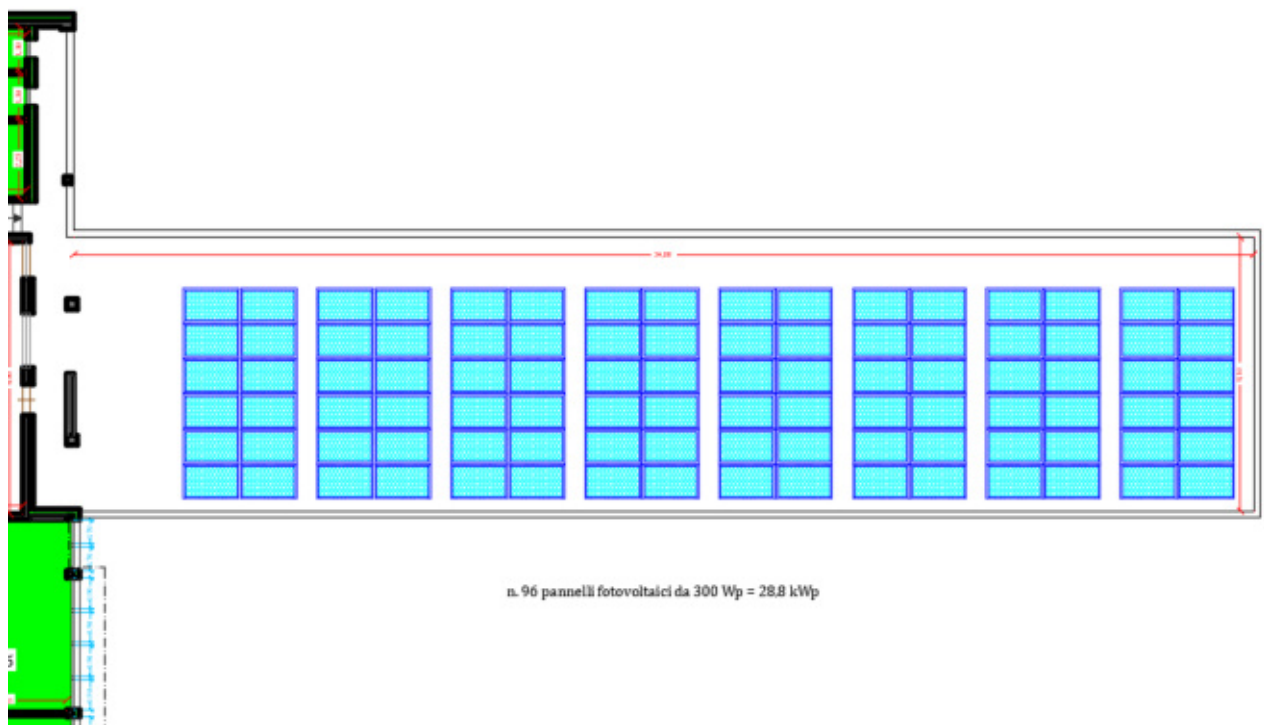


Immagine n. 14 - Distribuzione planimetrica dei moduli fotovoltaici rispettivamente al piano sesto e settimo

6. Impianto di sollevamento

Negli edifici pubblici a concorrere al fabbisogno energetico bisogna considerare l'aliquota relativa al trasporto di persone. Gli ascensori presenti sono vetusti ed energivori per cui si prevede si sostituirli con nuovi e più efficienti. Essi oltre ad essere più confortevoli e sicuri saranno dotati di tecnologia ad inverter per accrescere il risparmio energetico.

Si prevede di sostituire il corpo ascensore principale ovvero quello che collega il piano secondo seminterrato con quello sesto. In particolare gli ascensori saranno a funi con macchina in alto, portata kg 525, apertura centrale/laterale e capienza 7 persone. Avranno porte automatiche a scorrimento laterale a tre partite telescopiche dim. L 800 x H 2000 mm finitura inox antigraffio.

Inoltre saranno dotati di illuminazione a LED.

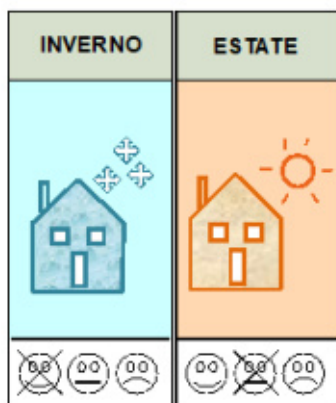
Le porte di piano automatiche saranno REI 120, a tre partite telescopiche abbinate alle porte di cabina, finitura acciaio inox antigraffio, luce netta 800 x 2000 mm.

7. Conclusioni

In seguito all'intervento di efficientamento energetico del palazzo della Regione Siciliana a Catania l'edificio sarà migliorato dal punto di vista architettonico come mostrato nei render di seguito riportati. Ma ciò che più importa, a seguito degli interventi di efficientamento energetico si prevede di ottenere un Edificio ad **energia quasi zero**, ovvero uno NZEB, avente un consumo specifico in condizioni standard di 16,46 kWh/m²anno.

PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO

Prestazione energetica del fabbricato



Prestazione energetica globale



Riferimenti
Gli immobili simili
avrebbero in
media la
seguente
classificazione:

Se nuovi:

A3 (68.12)

Se esistenti:

SERVIZI ENERGETICI PRESENTI

- | | | |
|---|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Climatizzazione invernale | <input checked="" type="checkbox"/> Ventilazione meccanica | <input checked="" type="checkbox"/> Illuminazione |
| <input checked="" type="checkbox"/> Climatizzazione estiva | <input checked="" type="checkbox"/> Prod. acqua calda sanitaria | <input checked="" type="checkbox"/> Trasporto di persone o cose |

Immagine n. 16 – Prestazione energetica dell'edificio in seguito all'intervento di efficientamento energetico

Edificio						
Descrizione	UM	SdF	IIM	Variazione	%	
EMISSIONI di CO2 TOTALI	kgCO2	116 051.50	16 772.39	-99279.11	-86	↓
COSTO TOTALE di esercizio	€	66 973.40	9 679.36	-57294.04	-86	↓
Fabbisogno di energia primaria TOTALE (QP)	kWh	1 873 486.01	218 838.12	-1654647.89	-88	↓
Fabbisogno di energia termica utile per riscaldamento (Qh_nd)	kWh	292 791.37	14 783.87	-278007.50	-95	↓
Fabbisogno di energia termica utile per raffrescamento (Qc_nd)	kWh	-241 945.81	-240 336.63	1609.18	-1	↑
Fabbisogno di energia termica per ACS (Qw)	kWh	0.00	0.00	---		—
Fabbisogno di energia primaria per riscaldamento (QPh)	kWh	1 404 263.52	54 087.25	-1350176.27	-96	↓
Fabbisogno di energia primaria per raffrescamento (QPc)	kWh	90 515.84	52 640.43	-37875.41	-42	↓
Fabbisogno di energia primaria per ACS (QPw)	kWh	76 317.12	12 741.06	-63576.06	-83	↓
Fabbisogno totale di energia elettrica ausiliari per riscaldamento (Qxh)	kWh	58 370.40	23 522.40	-34848.00	-60	↓
Fabbisogno totale di energia elettrica ausiliari per raffrescamento (Qxc)	kWh	0.00	0.00	---		—
Fabbisogno totale di energia elettrica ausiliari per ACS (Qxw)	kWh	17 520.00	260.00	-17260.00	-99	↓
Fabbisogno di energia elettrica per ventilazione meccanica (QxVe)	kWh	0.00	0.00	---		—
Fabbisogno di energia elettrica per illuminazione artificiale (Qxill)	kWh	105 172.47	47 180.57	-57991.91	-55	↓
Fabbisogno di energia elettrica per trasporti (QxT)	kWh	36 035.90	36 963.74	927.84	3	↑
Energia prodotta dall'impianto Solare Termico (Q_STout)	kWh	0.00	8 368.11	---		—
Energia termica utile fornita dall'impianto solare termico per Riscaldamento (QhSTutile)	kWh	0.00	0.00	---		—
Energia termica utile fornita dall'impianto solare termico per ACS (QwSTutile)	kWh	0.00	8 368.11	---		—
Energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico (QelPVout)	kWh	0.00	88 149.85	---		—
Energia elettrica prodotta dal cogeneratore (QxOut)	kWh	0.00	0.00	---		—
Energia totale prodotta da fonti rinnovabili per riscaldamento	kWh	236 048.79	19 192.12	-216856.67	-92	↓
Energia totale prodotta da fonti rinnovabili per raffrescamento	kWh	0.00	14 360.41	---		—
Energia totale prodotta da fonti rinnovabili per ACS	kWh	0.00	12 405.01	---		—
Costo di esercizio per riscaldamento	€	20 312.22	3 604.87	-16707.35	-82	↓
Costo di esercizio per raffrescamento	€	7 538.59	507.46	-7031.13	-93	↓
Costo di esercizio per ACS	€	7 884.00	35.24	-7848.76	-100	↓
Costo dell'energia elettrica per ventilazione, illuminazione e trasporto	€	31 238.59	5 531.79	-25706.80	-82	↓
Emissioni di CO2 per riscaldamento (CO2h)	kgCO2	35 197.01	6 246.52	-28950.50	-82	↓
Emissioni di CO2 per raffrescamento (CO2c)	kgCO2	13 062.87	879.33	-12183.54	-93	↓
Emissioni di CO2 per ACS (CO2w)	kgCO2	13 661.40	61.07	-13600.33	-100	↓
Emissioni di CO2 per ventilazione, illuminazione e trasporto (CO2v + CO2l + CO2t)	kgCO2	54 130.23	9 585.48	-44544.75	-82	↓
Fabbisogno totale di energia elettrica da rete (Qx_Rete)	kWh	267 893.59	38 717.43	-229176.16	-86	↓
Energia elettrica esportata (QxExp)	kWh	0.00	1 322.84	---		—
Elettricità	kWh	67 048.84	3 037.69	-64011.14	-95	↓

I risultati sono la SOMMATORIA dei corrispondenti dati di tutti i singoli EODC.

CENTRALE TERMICA					
Descrizione	UM	SdF	IIM	Variazione	%
EMISSIONI di CO2 TOTALI	kgCO2	116 051.50	16 772.39	-99279.11	-86 ↓
COSTO TOTALE di esercizio	€	66 973.40	9 679.36	-57294.04	-86 ↓
Fabbisogno di energia primaria TOTALE (QP)	kWh	1 873 486.01	218 838.12	-1654647.89	-88 ↓
Fabbisogno di energia termica utile per riscaldamento (Qh_nd)	kWh	292 791.37	14 783.87	-278007.50	-95 ↓
Fabbisogno di energia termica utile per raffrescamento (Qc_nd)	kWh	-241 945.81	-240 336.63	1609.18	-1 ↑
Fabbisogno di energia termica per ACS (Qw)	kWh	0.00	0.00	---	—
Fabbisogno di energia primaria per riscaldamento (QPh)	kWh	1 404 263.52	54 087.25	-1350176.27	-96 ↓
Fabbisogno di energia primaria per raffrescamento (QPc)	kWh	90 515.84	52 640.43	-37875.41	-42 ↓
Fabbisogno di energia primaria per ACS (QPw)	kWh	76 317.12	12 741.06	-63576.06	-83 ↓
Fabbisogno totale di energia elettrica ausiliari per riscaldamento (Qxh)	kWh	58 370.40	23 522.40	-34848.00	-60 ↓
Fabbisogno totale di energia elettrica ausiliari per raffrescamento (Qxc)	kWh	0.00	0.00	---	—
Fabbisogno totale di energia elettrica ausiliari per ACS (Qxw)	kWh	17 520.00	260.00	-17260.00	-99 ↓
Fabbisogno di energia elettrica per ventilazione meccanica (QxVe)	kWh	0.00	0.00	---	—
Fabbisogno di energia elettrica per illuminazione artificiale (Qxill)	kWh	105 172.47	47 180.57	-57991.91	-55 ↓
Fabbisogno di energia elettrica per trasporti (QxT)	kWh	36 035.90	36 963.74	927.84	3 ↑
Energia prodotta dall'impianto Solare Termico (Q_STout)	kWh	0.00	8 368.11	---	—
Energia termica utile fornita dall'impianto solare termico per Riscaldamento (QhSTutile)	kWh	0.00	0.00	---	—
Energia termica utile fornita dall'impianto solare termico per ACS (QwSTutile)	kWh	0.00	8 368.11	---	—
Energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico (QelPVout)	kWh	0.00	88 149.85	---	—
Costo di esercizio per riscaldamento	€	20 312.22	3 604.87	-16707.35	-82 ↓
Costo di esercizio per raffrescamento	€	7 538.59	507.46	-7031.13	-93 ↓
Costo di esercizio per ACS	€	7 884.00	35.24	-7848.76	-100 ↓
Costo dell'energia elettrica per ventilazione, illuminazione e trasporto	€	31 238.59	5 531.79	-25706.80	-82 ↓
Emissioni di CO2 per riscaldamento (CO2h)	kgCO2	35 197.01	6 246.52	-28950.50	-82 ↓
Emissioni di CO2 per raffrescamento (CO2c)	kgCO2	13 062.87	879.33	-12183.54	-93 ↓
Emissioni di CO2 per ACS (CO2w)	kgCO2	13 661.40	61.07	-13600.33	-100 ↓
Emissioni di CO2 per ventilazione, illuminazione e trasporto (CO2v + CO2l + CO2t)	kgCO2	54 130.23	9 585.48	-44544.75	-82 ↓
Fabbisogno totale di energia elettrica da rete (Qx_Rete)	kWh	267 893.59	38 717.43	-229176.16	-86 ↓
Energia elettrica esportata (QxExp)					
Elettricità	kWh	67 048.84	3 037.69	-64011.14	-95
I risultati sono la SOMMATORIA dei corrispondenti dati dei singoli EOdc legati alla centrale termica.					

CENTRALE TERMICA: EOdC (Edificio Oggetto di Certificazione)					
Descrizione	UM	SdF	IIM	Variazione	%
CLASSE ENERGETICA	-	C	A4	---	↓
EMISSIONI di CO2 TOTALI	kgCO2	116 051.50	16 772.39	-99279.11	-86 ↓
COSTO TOTALE di esercizio	€	66 973.40	9 679.36	-57294.04	-86 ↓
Fabbisogno di energia primaria TOTALE (QP)	kWh	1 873 486.01	218 838.12	-1654647.89	-88 ↓
INDICE prestazione energetica globale non rinnovabile (EPglnr) per la classificazione energetica	kWh/m²	239.64	16.47	-223.17	-93 ↓
INDICE prestazione energetica globale rinnovabile (EPglr)	kWh/m²	100.63	23.93	-76.71	-76 ↓
INDICE prestazione energetica globale non rinnovabile (EPglnr)	kWh/m²	239.64	16.47	-223.17	-93 ↓
INDICE prestazione termica utile per riscaldamento (EPH_nd)	kWh/m²	75.82	26.09	-49.72	-66 ↓
INDICE prestazione termica utile per raffrescamento (EPc_nd)	kWh/m²	39.14	23.17	-15.97	-41 ↓
Area solare equivalente estiva (A'sol)	m²	0.0743	0.0359	-0.04	-54 ↓
Fabbisogno di energia termica utile per riscaldamento (Qh_nd)	kWh	287 195.04	14 783.87	-272411.17	-95 ↓
Fabbisogno di energia termica utile per raffrescamento (Qc_nd)	kWh	-241 945.81	-240 336.63	1609.18	-1 ↑
Fabbisogno di energia termica per ACS (Qw)	kWh	10 348.73	10 183.28	-165.45	-2 ↓
Fabbisogno di energia primaria per riscaldamento (QPh)	kWh	1 404 263.52	54 087.25	-1350176.27	-96 ↓
Fabbisogno di energia primaria per raffrescamento (QPc)	kWh	90 515.84	52 640.43	-37875.41	-42 ↓
Fabbisogno di energia primaria per ACS (QPw)	kWh	76 317.12	12 741.06	-63576.06	-83 ↓
Fabbisogno totale di energia elettrica ausiliari per riscaldamento (Qxh)	kWh	58 370.40	23 522.40	-34848.00	-60 ↓
Fabbisogno totale di energia elettrica ausiliari per raffrescamento (Qxc)	kWh	0.00	0.00	---	—
Fabbisogno totale di energia elettrica ausiliari per ACS (Qxw)	kWh	17 520.00	260.00	-17260.00	-99 ↓
Fabbisogno di energia elettrica per ventilazione meccanica (QxVe)	kWh	0.00	0.00	---	—
Fabbisogno di energia elettrica per illuminazione artificiale (Qxill)	kWh	105 172.47	47 180.57	-57991.91	-55 ↓
Fabbisogno di energia elettrica per trasporto (QxT)	kWh	19 781.88	20 768.28	986.40	5 ↑
Energia prodotta dall'impianto Solare Termico (Q_STout)	kWh	0.00	8 368.11	---	—
Energia termica utile fornita dall'impianto solare termico per Riscaldamento (QhSTutile)	kWh	0.00	0.00	---	—
Energia termica utile fornita dall'impianto solare termico per ACS (QwSTutile)	kWh	0.00	8 368.11	---	—
Energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico (QelPVout)	kWh	0.00	88 149.85	---	—
Energia totale prodotta da fonti rinnovabili per riscaldamento	kWh	236 048.79	19 192.12	-216856.67	-92 ↓
Energia totale prodotta da fonti rinnovabili per raffrescamento	kWh	0.00	31 246.10	---	—
Energia totale prodotta da fonti rinnovabili per ACS	kWh	0.00	12 405.01	---	—
Rendimento medio globale per riscaldamento (EtaGh)	-	0.30	2.61	2.32	780
Rendimento medio globale per raffrescamento (EtaGc)	-	2.38	2.39	0.00	0
Rendimento medio globale per ACS (EtaGw)	-	0.14	0.80	0.66	487
Rendimento globale medio (EtaGhw)	-	0.20	0.37	0.17	85
Costo dell'energia elettrica per ventilazione, illuminazione e trasporto	€	31 238.59	5 531.79	-25706.80	-82
Costo globale per l'esercizio dell'impianto di riscaldamento	€	20 312.22	3 604.87	-16707.35	-82
Costo globale per l'esercizio dell'impianto di raffrescamento	€	7 538.59	507.46	-7031.13	-93
Costo globale per l'esercizio dell'impianto di ACS	€	7 884.00	35.24	-7848.76	-100
Emissioni di CO2 per riscaldamento (CO2h)	kgCO2	35 197.01	6 246.52	-28950.50	-82
Emissioni di CO2 per raffrescamento (CO2c)	kgCO2	13 062.87	879.33	-12183.54	-93
Emissioni di CO2 per ACS (CO2w)	kgCO2	13 661.40	61.07	-13600.33	-100
Emissioni di CO2 per ventilazione, illuminazione e trasporti (CO2v + CO2l + CO2t)	kgCO2	54 130.23	9 585.48	-44544.75	-82
Fabbisogno di energia elettrica da rete per riscaldamento (Qxh_Rete)	kWh	81 248.88	14 419.47	-66829.40	-82

					↓
Fabbisogno di energia elettrica da rete per ACS (Q _{xw_Rete})	kWh	31 536.00	140.97	-31395.03	-100 ↓
Fabbisogno di energia elettrica da rete per raffrescamento (Q _{xc_Rete})	kWh	30 154.36	2 029.85	-28124.51	-93 ↓
Fabbisogno di energia elettrica da rete per ventilazione (Q _{xv_Rete})	kWh	0.00	0.00	---	—
Fabbisogno di energia elettrica da rete per illuminazione (Q _{xl_Rete})	kWh	105 172.47	15 476.00	-89696.47	-85 ↓
Fabbisogno di energia elettrica da rete per trasporti (Q _{xT_Rete})	kWh	19 781.88	6 651.14	-13130.74	-66 ↓
Fabbisogno totale di energia elettrica da rete (Q _{x_Rete})	kWh	267 893.59	38 717.43	-229176.16	-86 ↓
Energia elettrica esportata (Q _{xExp})	kWh	0.00	1 322.84	---	—
Elettricità	kWh	67 048.84	3 037.69	-64011.14	-95 ↓