

COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ
ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO
MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA



COMMITTENTE | COMUNE DI GENOVA DIREZIONE PROGETTAZIONE | arch. Luca Patrone
arch. Mirco Grassi | RUP direttore attuazione nuove opere
dott. Pierangelo Campodonico | direzione scientifica progetto espositivo

☐ **PROGETTO DEFINITIVO**

☒ **PROGETTO ESECUTIVO | lotto 1**



GNOSIS progetti
via medina 40 | 80133 | **napoli**
+39 081 5523312
corso alcide de gasperi 278 | 70125 | **bari**
gnosis@gnosis.it
www.gnosis.it

resp. integrazioni specialistiche e coordinamento:
arch. Francesco Felice BUONFANTINO
project manager:
arch. Federica DE STEFANO
rapporti con gli enti e supporto al coordinamento:
arch. Andrea MARTINUZZI
tecnologie per l'allestimento museografico:
Limite A0

responsabile architettura:
arch. Francesco F. BUONFANTINO
responsabile strutture:
ing. Riccardo AUTIERI
responsabile impianti meccanici:
ing. Enrico LANZILLO
responsabile impianti elettrici:
ing. Antonio PERILLO
responsabile geologia:
geol. Antonio RIVIELLO
responsabile sicurezza:
arch. Francesco F. BUONFANTINO
consulenza scientifica restauro architettonico:
prof.arch. Renata PICONE
diagnosi energetica:
ing. Viviana Amato



GN.62-18-GP

cod. commessa

DIAGNOSI ENERGETICA

Tit. Tavola

PE-G_ENE

cod. tavola

Gnosis\2018\GN.62.18_GP-Genova Museo dell'Emigrazione

rev.	descrizione	scala	data	formato	elaborato da	controllato da	approvato da
00	PRIMA EMISSIONE	-	24.02.2020	A4	VA	EL	EL
01	REVISIONE PER PRIMO REPORT	-	20.03.2020	A4	VA	EL	EL
02	revisione lotti funzionali	-	10.05.2020	A4	VA	EL	EL

NOTE ALLE OSSERVAZIONI

A seguito del report di verifica è stata redatta una revisione dell'elaborato in oggetto, recependo tutte le osservazioni fatte.

Per agevolare la comprensione del nuovo documento si risponde puntualmente alle osservazioni fatte, rimandando alla lettura del nuovo elaborato per maggiori dettagli di analisi:

1. Pag. 8 del report di DE_R00: [...] *Non si configura come una riqualificazione completa dell'edificio, ma solo come una ristrutturazione dell'impianto.*

Il progetto esecutivo prevede la sostituzione completa degli impianti meccanici (condizionamento, idrico di carico e scarico, ventilazione meccanica ove presente) degli impianti elettrici e la parziale sostituzione degli elementi trasparenti.

2. Pag. 20 del report di DE_R00: [...] *meccanici? Si tratta di impianti di climatizzazione e produzione acs*

Il progetto esecutivo prevede il rifacimento degli impianti di condizionamento, impianti idrici di carico e scarico, che rientrano nella categoria degli impianti meccanici "per civile abitazione".

3. Pag. 25 del report di DE_R00: [...] *errore nel testo evidenziato*

Errore di battitura, corretto nella nuova revisione.

4. Pag. 29 del report di DE_R00: [...] *All'interno della durata della stagione termica di riscaldamento non è plausibile che l'impianto sia spento se l'edificio è utilizzato anche nei giorni festivi. Correggere valore o giustificare l'indicazione riportata.*

Errore di battitura, corretto nella nuova revisione.

5. Pag. 30 del report di DE_R00: [...] *Non risulta evidente la differenza tra gli elementi riportati nel grafico indicati come "ore" e quelli indicati come "Regime". Specificare meglio le grandezze indicate.*

La differenza tra gli elementi riportati riguarda il numero di ore di funzionamento dell'impianto di riscaldamento secondo il DPR'74 - 2013 e quello reale di effettivo funzionamento. Il grafico è stato tuttavia aggiornato e modificato a seguito della revisione dei dati inseriti (cfr. REPORT REV.01)

6. Pag. 32 del report di DE_R00: [...] *Per il calcolo dei GG reali è necessario fare riferimento ad una delle centraline ARPAL ubicate nel territorio del Comune di Genova.*

I dati sono stati aggiornati secondo la stazione meteo climatica più vicina al complesso in esame. Cfr. report. rev.01

7. Pag. 46 del report di DE_R00: [...] *Il contributo non dovrebbe essere significativo, considerando la presenza di un unico boiler elettrico. Correggere descrizione.*

Errore di battitura corretto nella nuova revisione.

8. Pag. 47 del report di DE_R00: [...] *Non è indicata la capacità in lt. Correggere*

Errore di battitura corretto nella nuova revisione.

9. Pag. 51 del report di DE_R00: [...] *2018*

Errore di battitura corretto nella nuova revisione.

10. Pag. 53 del report di DE_R00: [...] *specificare cosa si intende A.S.*

La dicitura inserita è l'acronimo di Anno Solare. A seguito dell'aggiornamento dei dati climatici e della revisione dei dati desunti da fattura, tale tabella è stata correttamente aggiornata nel report rev.01

Pag. 54 del report di DE_R00: [...] *Non risulta chiaro perchè siano presenti dei consumi di gas metano in periodi in cui l'impianto di riscaldamento dovrebbe essere spento. Potrebbero essere state date deroghe all'accensione degli impianti ma tali variazioni dovrebbero essere considerate anche nell'ambito del calcolo dei Gradi Giorno reali. Verificare valori ed eventualmente correggere.*

I dati sono stati correttamente inseriti nella nuova rev.

11. Pag. 58 del report di DE_R00: [...] *Rimuovere il valore del consumo totale dal grafico in quanto il valore non è cumulabile agli altri valori indicati. (Osservazione valida anche per il grafico successivo)*

I dati sono stati correttamente inseriti nella nuova rev.

12. Pag. 67 -68 - 70 del report di DE_R00: [...] *Considerando il valore di baseline pari a 75.402 riportato nella tabella 12 e il consumo teorico ($Q_{gn,in}$) riportato nella tabella soprastante pari a 82.545 il modello non risulterebbe validato. Verificare i valori riportati ed esplicitare quelli considerati per la taratura del modello*

I dati erano stati mal estrapolati dal modello, facendo riferimento ad una revisione precedente.

Errore corretto nella report rev.01

13. Pag. 79 del report di DE_R00: [...] *Nel presente capitolo dovrebbero essere descritte le singole misure di efficienza energetica, da combinarsi successivamente negli scenari.*

Considerando che la finalità della DE è il rispetto del DM 26/06/2015 all'interno delle Misure di efficienza energetica devono essere contemplate almeno le opzioni riportate nell'Allegato 1 al punto 5.3

Facendo fede a quanto richiesto dal DM 26/06/2015 gli scenari analizzati sono stati implementati con le specifiche del caso. Si faccia riferimento al report rev.01.

14. Pag. 84 del report di DE_R00: [...] *L'indice di prestazione energetica indicato corrisponde a quello indicato al capitolo 8.2.4 relativo alla situazione "Ante Operam". Se vengono sostituiti i serramenti ed installate le valvole termostatiche non è possibile che l'indice di prestazione energetica rimanga invariato. Verificare valori ed eventualmente correggere, specificando il risparmio conseguibile.*

I risultati raggiunti con la prima simulazione non sono corretti. Per un errore di formattazione sono stati ripetuti i risultati della simulazione baseline. Errore corretto nella nuova revisione.

15. Pag. 85 del report di DE_R00: [...] *Specificare grandezze della PDC*

Le specifiche sono state adeguatamente inserite.

16. Pag. 86 del report di DE_R00: [...] *inserire descrizione delle grandezze indicate*

La tabella in esame è l'ingrandimento della tabella 38. Ogni grandezza esprime la differenza di consumi a seguito delle strategie implementate.

La descrizione dei vettori energetici in esame è espressa nella colonna di sinistra della suddetta tabella, per ogni grandezza analizzata.

17. Pag. 95 del report di DE_R00: [...] 3 commenti:

- *L'analisi costi benefici deve essere svolta per tutte le misure di efficienza energetica analizzate e successivamente per lo scenario complessivo. In particolare non è chiaro perchè non sia stata valutata la sostituzione degli infissi.*
- *Ai fini dell'analisi costi benefici deve essere chiaramente identificata la baseline dei costi sia di esercizio che di manutenzione, al fine di identificare chiaramente la diminuzione di tali costi a seguito delle realizzazione delle misure di efficientamento energetico.*
- *Se sono stati considerati i risparmi dovuti alla sostituzione dei corpi illuminanti con lampade LED devono essere inseriti anche i relativi costi.*
- La sostituzione degli infissi non è stata considerata nell'analisi degli scenari migliorativi, in quanto gli elementi in esame ricadono in un'area del complesso oggetto di ampliamento. Pertanto gli elementi sostituiti, come riporta il DM 26/06/2016 devono necessariamente rispettare i requisiti minimi di efficienza energetica. La sostituzione degli infissi si configura dunque come un intervento necessario oltre che obbligatorio e non opzionale.
- L'analisi della baseline è stata integrata negli allegati del report
- La sostituzione dei corpi illuminanti non è stata considerata nell'analisi dei risparmi conseguibili. Cfr. report revisionato.

18. Pag. 102 del report di DE_R00: [...] *Ai sensi del DM 26/06/2015 si richiede di valutare lo scenario di configurazione impiantistica ibrida, ovvero comprensivo di caldaia a condensazione e pompa di calore contemplando la possibilità di mantenere la caldaia a condensazione esistente.*

Lo scenario in esame è stato analizzato per completezza di trattazione. Tuttavia tale soluzione non è stata analizzata anche dal punto di vista economico, in quanto si ritiene non confacente le esigenze di progetto. Inoltre la scelta di mantenere la caldaia preesistente risulta non adeguata per i rilevati fabbisogni energetici. Infine l'impiego di una caldaia comporterebbe: l'impossibilità di distaccarsi dal consumo di gas metano, l'aumento di emissioni di CO2 e di consumi energetici (uso combinato di energia elettrica e gas).

REPORT DI DIAGNOSI ENERGETICA| indice

1	EXECUTIVE SUMMARY	5
2	INTRODUZIONE	8
2.1	Premessa	8
2.2	Scopo della diagnosi	10
2.3	Riferimento e contatti auditor coinvolti	11
2.4	Inquadramento normativo	11
2.5	Metodologia di lavoro	15
2.6	Struttura del <i>report</i>	19
2.7	Identificazione dell'edificio	20
3	DATI GENERALI DELL'EDIFICIO	21
3.1	Ubicazione DELL'INTERVENTO E dati catastali	21
3.2	Destinazione d'uso	21
3.3	Presenza di vincoli di tutela sui beni culturali	22
3.4	Restauri e usi dell'edificio nel corso del '900	24
3.5	Descrizione dell'edificio: stato di fatto	27
3.6	Modalità di gestione e manutenzione del sistema edificio-impianti	28
4	DATI CLIMATICI	31
4.1	Dati climatici di riferimento	31
4.2	Dati climatici REALI	32
4.4	Analisi dell'andamento dei dati climatici e profili annui dei gradi giorno	34
5	AUDIT EDIFICIO - IMPIANTI	38
5.1	Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio	38

5.1.1	Involucro opaco	38
5.1.2	Involucro trasparente	42
5.1.3	Impianti termici	44
5.1.4	Impianto di produzione di acqua calda sanitaria	46
5.1.5	Impianti elettrici e speciali.....	47
6	CONSUMI RILEVATI.....	51
6.1	Consumi energetici per vettore: energia termica	51
6.2	Consumi energetici per vettore: energia elettrica	56
7	MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	58
7.1	Metodologia di calcolo adottata e validazione del modello	58
7.2	procedura di modellazione adottata	58
7.3	validazione del modello termico ed elettrico	60
7.3.1	Dati tecnici e costruttivi.....	61
7.3.2	Servizi energetici.....	61
7.3.3	Prestazioni energetiche	61
7.3.4	Analisi energetica dell'edificio.....	62
7.3.5	Fabbisogno dei servizi energetici.....	63
7.3.6	Fattori di conversione in energia primaria	65
7.3.7	Analisi dei consumi energetici	66
7.4	DETERMINAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA DEL FABBRICATO	70
7.4.1	Indicatori di prestazione energetica	70
7.4.2	Indici di prestazione energetica.....	71
7.4.3	Classe energetica	71
7.4.4	Quota rinnovabile.....	71

7.4.5	Emissioni	72
8	MODELLO ENERGETICO: BASELINE	72
8.1	Definizione modello di riferimento	72
8.2	Analisi dei risultati raggiunti: baseline di riferimento	73
8.2.1	Analisi dei consumi energetici	73
8.2.2	Indicatori di prestazione energetica	74
8.2.3	Indici di prestazione energetica	75
8.2.4	Classe energetica	76
8.2.5	Quota rinnovabile	77
8.2.6	Emissioni	77
9	IDENTIFICAZIONE INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO	78
9.1	Descrizione, fattibilità e prestazioni dei singoli interventi migliorativi	78
9.1.1	Installazione valvole termostatiche – EEM1	80
9.1.2	Indicatori di prestazione energetica	81
9.1.3	Classe energetica	82
9.1.4	Quota rinnovabile	82
9.1.5	Emissioni	83
9.1.6	Sostituzione del generatore – EEM2	83
9.1.7	Indicatori di prestazione energetica	84
9.1.8	Classe energetica	86
9.1.9	Quota rinnovabile	86
9.1.10	Emissioni	87
9.1.11	Sostituzione del generatore ed installazione delle valvole termostatiche – EEM 1+2	87
9.1.12	Indicatori di prestazione energetica	88

9.1.13	Indici di prestazione energetica.....	89
9.1.14	Classe energetica	90
9.1.15	Quota rinnovabile	90
9.1.16	Emissioni	91
9.1.17	Sostituzione del generatore – installazione di una nuova pompa di calore EEM3	91
9.1.18	Indicatori di prestazione energetica	93
9.1.19	Indici di prestazione energetica.....	94
9.1.20	Classe energetica	95
9.1.21	Emissioni	95
9.1.22	Sostituzione del generatore – installazione di una nuova pompa di calore e sistema di regolazione centralizzato EEM4.....	95
9.1.23	Indicatori di prestazione energetica	96
9.1.24	Indici di prestazione energetica.....	97
9.1.25	Classe energetica	98
	98
9.1.26	Emissioni	98
9.1.27	Sostituzione del generatore e nuovo impianto di condizionamento – EEM5	99
9.1.28	Indici di prestazione energetica.....	102
9.1.29	Classe energetica: confronto “Ante Operam” VS “Post Operam”	102
10	ANALISI COSTI - BENEFICI.....	105
10.1	Analisi economica DEGLI SCENARI.....	105
10.2	Analisi della convenienza economica degli scenari ritenuti fattibili.....	106
10.3	VALUTAZIONE ECONOMICA SCENARIO EEM 1.....	109
10.4	VALUTAZIONE ECONOMICA SCENARIO EEM 2.....	111

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ
ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO
MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

10.5	VALUTAZIONE ECONOMICA SCENARIO EEM 1+2.....	113
10.6	VALUTAZIONE ECONOMICA SCENARIO EEM 3.....	115
10.7	VALUTAZIONE ECONOMICA SCENARIO EEM 4.....	117
11	CONCLUSIONI.....	119
12	ALLEGATI.....	122

1 EXECUTIVE SUMMARY

Caratteristiche dell'edificio:

Informazioni dimensionali dell'edificio		
Climatizzazione invernale		
Superficie utile	1094,61	[m ²]
Volume netto	6298,03	[m ³]
Climatizzazione estiva		
Superficie utile		[m ²]
Volume netto		[m ³]
Complessive		
Superficie utile calpestabile	1094,61	[m ²]
Superficie lorda	3286,86	[m ²]
Volume lordo	8237,46	[m ³]
Rapporto S/V	0,40	[m ⁻¹]

Unità immobiliari e servizi energetici								
Unità immobiliare	Superficie utile	Volume netto	Servizi presenti					
	[m ²]	[m ³]	H	C	W	V	L	T
Museo	1094,61	6298,03	X		X		X	X

Tabella 1: Caratteristiche principali dell'edificio oggetto di diagnosi

L'edificio oggetto di diagnosi, costruito in epoca medioevale, in seguito al prospettato adeguamento funzionale sarà destinato ad accogliere **la nuova sede del Museo dell'Emigrazione Italiana**.

Nello specifico l'edificio è funzionalmente così articolato:

- Piano terra: sale espositive e servizi igienici dedicati al pubblico ed ai dipendenti del museo;
- Piano primo: sale espositive, uffici open-space e servizi igienici dedicati al pubblico;
- Piano secondo: sale espositive e, nell'edificio a nord di relativa più recente costruzione, locali tecnici e servizi igienici dedicati al personale di servizio.

Il rispetto del manufatto dal punto di vista storico ed artistico, il risparmio energetico, l'elevata efficienza delle apparecchiature, la facile manutenibilità e l'elevato comfort indoor, sono aspetti fondamentali e che hanno direzionato le soluzioni progettuali previste.

I risultati raggiunti, a seguito del processo di analisi, hanno individuato un set di strategie progettuali che mirano al raggiungimento del miglior livello di efficienza energetica del plesso museale.

Nel seguito si annoverano gli interventi più rilevanti dal punto di vista **dell'efficienza e del risparmio energetico**:

- Installazione di vetrate con prestazioni energetiche di rilievo per la delimitazione dei loggiati esterni del primo e del secondo piano: tale intervento non è stato considerato ai fini della presente diagnosi, in quanto non è classificabile come una strategia applicabile per efficientare l'edificio. Da progetto esecutivo si prevede infatti un ampliamento della volumetria del fabbricato, integrando il preesistente loggiato ai volumi interni. Pertanto, le chiusure trasparenti delimitanti tale volume devono essere obbligatoriamente sostituite, soddisfacendo le attuali prescrizioni normative (trasmissione termica della parte trasparente, del telaio, isolamento termico ecc).
- Sistemi di climatizzazione a bassa temperatura e ad alta efficienza con ottimizzazione del numero e dei percorsi dei circuiti in modo da contenere le perdite energetiche;
- Impianto di condizionamento centralizzato con ventilconvettori ed unità ventilanti equipaggiati con motori brushless per un miglior comfort acustico e una migliore efficienza energetica rispetto ai tradizionali sistemi con ventilatori ad azione on/off;
- Centrale termofrigorifera ubicata in locale tecnico dedicato ubicato al primo piano ammezzato dell'edificio, nel quale è prevista l'installazione dei gruppi di pompaggio, del serbatoio inerziale e del sistema di produzione e di accumulo dell'acqua calda sanitaria;
- Gruppo refrigeratore a pompa di calore condensato ad aria per la produzione dell'acqua refrigerata/calda di alimentazione dei ventilconvettori;
- Un sistema di regolazione centralizzato deputato al controllo e alla regolazione del corretto funzionamento dell'impianto di condizionamento;
- Impianti idrici di alimentazione dei servizi igienici con la produzione dell'acqua calda sanitaria affidata ad un sistema a pompa di calore particolarmente efficiente.

Al fine di determinare le migliori strategie progettuali dal punto di vista energetico è stata effettuata la simulazione di diversi scenari di intervento, valutando per ognuno di essi il possibile miglioramento energetico del complesso (determinazione della classe energetica) ed i relativi risparmi conseguibili.

Considerando che la finalità della DE è il rispetto del DM 26/06/2015 all'interno delle Misure di efficienza energetica devono essere contemplate almeno le opzioni riportate nell'Allegato 1 al punto 5.3, di cui si riporta il riferimento:

“Nel caso di ristrutturazione o di nuova installazione di impianti termici di potenza termica nominale del generatore maggiore o uguale a 100 kW, ivi compreso il distacco dall'impianto centralizzato anche di un solo utente/condomino, deve essere realizzata una diagnosi energetica dell'edificio e dell'impianto che metta a confronto le diverse soluzioni impiantistiche compatibili e la loro efficacia sotto il profilo dei costi complessivi (investimento, esercizio e manutenzione). La soluzione progettuale prescelta deve essere motivata nella relazione tecnica di cui al paragrafo 2.2, sulla base dei risultati della diagnosi. La diagnosi energetica deve considerare, in modo vincolante ma non esaustivo, almeno le seguenti opzioni:

- a) impianto centralizzato dotato di caldaia a condensazione con contabilizzazione e termoregolazione del calore per singola unità abitativa;*
- b) impianto centralizzato dotato di pompa di calore elettrica o a gas con contabilizzazione e termoregolazione del calore per singola unità abitativa;*
- c) le possibili integrazioni dei suddetti impianti con impianti solari termici;*
- d) impianto centralizzato di cogenerazione;*
- e) stazione di teleriscaldamento collegata a una rete efficiente come definita al decreto legislativo n. 102 del 2014;*
- f) per gli edifici non residenziali, l'installazione di un sistema di gestione automatica degli edifici e degli impianti conforme al livello B della norma EN15232.*

Tuttavia, in merito al lavoro in oggetto, non tutti gli scenari sono stati perseguiti data **l'impossibilità di applicare tali strategie**. Si rimanda nei paragrafi a seguire le motivazioni che hanno guidato tali decisioni progettuali.

Per quanto riguarda invece le strategie vagliate, si andranno a definire meglio le analisi dei seguenti scenari:

- Scenario 1: installazione di valvole termostatiche sui radiatori esistenti;
- Scenario 2: sostituzione del generatore con caldaia a condensazione altamente performante e ridimensionata in funzione dei nuovi fabbisogni termici rilevati
- Scenario 1 + 2: sostituzione del generatore con valvole termostatiche
- Scenario 3: sostituzione del generatore di calore (pompa di calore per solo riscaldamento);
- Scenario 4: impiego di sistema di regolazione altamente efficiente
- Scenario 5: rifacimento integrale dell'impianto di condizionamento, con sostituzione del generatore (pompa di calore altamente efficiente per la produzione di caldo e freddo).

Nello SCN5 si ha la realizzazione di una **ristrutturazione importante degli impianti**, che porterebbe l'edificio analizzato dalla attuale classe F ad una classe C. Inoltre in tale scenario si offre l'opportunità di poter riscaldare e raffreddare tutto l'edificio, tutto l'anno: opportunità che attualmente non è assolutamente prevista.

In tal modo si garantisce un mantenimento delle condizioni di comfort indoor tutto l'anno, con elevata efficienza del complesso.

2 INTRODUZIONE

2.1 PREMESSA

Il presente *report* descrive nel dettaglio la metodologia ed i risultati ottenuti con la **diagnosi energetica**, effettuata a supporto dell'individuazione **delle migliori strategie di efficientamento energetico** previste per l'edificio oggetto di intervento. Il progetto prevede infatti l'adeguamento funzionale, il restauro ed il risanamento conservativo dell'edificio denominato Commenda del Prè.

La **diagnosi energetica**, in base alla definizione fornita *nell'Allegato A, comma 10 del D.L. 192/2005*, è un "elaborato tecnico che individua e quantifica le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo dei costi-benefici dell'intervento, identifica gli interventi per la riduzione della spesa energetica ed i relativi tempi di ritorno degli investimenti nonché i possibili miglioramenti di classe dell'edificio nel sistema di

certificazione energetica e la motivazione delle scelte impiantistiche che si vanno a realizzare. La diagnosi energetica deve riguardare sia l'edificio che l'impianto”.

Il processo di diagnosi si fonda su una dettagliata analisi dello stato attuale (“Ante Operam”) che, a partire dalle condizioni standard di riferimento, prosegue con una modellazione “Adattata all’utenza (“Tailored Rating”) fino a raggiungere le condizioni di esercizio che simulano al meglio la gestione e conduzione degli impianti.

La fase successiva consiste in un’indagine approfondita di soluzioni per il miglioramento energetico e la conseguente riduzione delle spese di conduzione degli impianti.

Ne consegue una differenza sostanziale, da un punto di vista metodologico, tra i calcoli finalizzati alla produzione dell’attestato di certificazione energetica ed i calcoli finalizzati alla diagnosi energetica: se infatti il fine ultimo del processo di certificazione energetica è quello di rappresentare la qualità energetica di un sistema edificio-impianto in condizioni convenzionali (affinché possa essere confrontata con altri edifici della stessa tipologia), il procedimento di diagnosi energetica mira innanzitutto a stimare i consumi dei vettori energetici rappresentando il più fedelmente possibile il comportamento dell’utenza e le modalità di reale gestione degli impianti, e quindi, in seconda istanza, **a proporre concreti interventi per il loro contenimento.**

Diagnosi energetica: *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 ha l’obiettivo, dunque, di fornire una panoramica dei consumi energetici del complesso oggetto di studio e contestualmente, verificare la presenza e la fattibilità tecnico economica di interventi che riducano i consumi energetici. Deve consentire la conoscenza approfondita sugli usi e consumi energetici degli impianti in esame al fine di individuare le modifiche più efficaci; 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. Per tale scopo è necessario che,

sulla base dell'analisi dei dati raccolti, siano individuati opportuni indicatori energetici che verranno poi utilizzati per confrontare le *performance* energetiche del complesso ed individuare potenziali interventi di miglioramento.

Obiettivi della diagnosi energetica sono:

- » il miglioramento dell'efficienza energetica;
- » la riduzione dei costi per gli approvvigionamenti energetici;
- » il miglioramento della sostenibilità ambientale nella scelta e nell'utilizzo di tali fonti;
- » l'eventuale riqualificazione del sistema energetico.

Le modellazioni energetiche sono state eseguite contestualmente nello stesso file di simulazione MC4 Software, che ha fornito una chiara ripartizione dei fabbisogni energetici per singolo vettore: gas metano ed elettricità.

Di seguito si illustreranno i criteri di progetto, le soluzioni tecniche scelte ed i risultati conseguibili attraverso l'implementazione delle diverse strategie progettuali.

2.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI

Per DE del sistema edificio-impianto s'intende pertanto una procedura sistematica finalizzata alla conoscenza degli usi finali di energia con l'individuazione e l'analisi delle eventuali inefficienze o criticità energetiche di un edificio e degli impianti presenti al suo interno.

La presente DE si inserisce in questo contesto ed analizza, pertanto, le possibili soluzioni tecniche e contrattuali, che potrebbero portare alla realizzazione di interventi di miglioramento dell'efficienza energetica volti ad una riduzione dei consumi e ad un conseguente abbattimento delle emissioni di CO₂.

La DE è, inoltre, il principale strumento per la valutazione della fattibilità tecnica ed economica di **misure di miglioramento dell'efficienza energetica (Energy Efficiency Measures - EEM)** negli edifici e rappresenta un valido punto di partenza per la realizzazione di **contratti di prestazione energetica (Energy Performance Contract – EPC)**. Scopo della DE è quindi la definizione di scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM, al fine di conseguire un miglioramento globale di efficienza energetica dell'edificio.

2.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR COINVOLTI

La presente DE è stata eseguita dalla Società Gnosis Progetti SOC COOP il cui responsabile per il processo di audit è l'Ing. Viviana Amato, soggetto certificato Esperto in Gestione dell'Energia (EGE) ai sensi della norma UNI CEI 11339. In Tabella 6 sono riportati i nominativi di tutti i soggetti coinvolti nelle varie fasi di svolgimento della DE.

NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITA' SVOLTA
Ing. Enrico Lanzillo	Responsabile progettazione impianti	Revisione report di DE
Ing. Salvatore D'Auria	Responsabile progettazione impianti	Revisione report di DE
Ing. Viviana Amato	EGE	Responsabile DE

Tabella 2: Soggetti coinvolti nel processo di Audit

2.4 INQUADRAMENTO NORMATIVO

Il presente audit è stato redatto seguendo l'impostazione della norma UNI CEI EN 16247 parte 1 e 2 e delle linee guida CTI per la diagnosi energetica degli edifici.

Inoltre per la progettazione degli interventi di efficientamento energetico del Plesso museale, sono state seguite le principali normative di settore, di seguito esposte:

Direttive comunitarie:

- 2002/91/CE;
- 2010/31/UE;
- 2012/27/UE;

Norme per il contenimento del consumo energetico

- DM 26/06/15 - Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.

- D.P.R. 16/04/2013 n. 74 - Regolamento recante definizione dei criteri generali in materia di esercizio, conduzione, controllo, manutenzione e ispezione degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva degli edifici e per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, a norma dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e c), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192.
- D.L. 04/06/2013 n. 63 - Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale.
- D.Lgs. 28/06/2012 n.104 - Attuazione della direttiva 2010/30/UE, relativa all'indicazione del consumo di energia e di altre risorse dei prodotti connessi all'energia, mediante l'etichettatura ed informazioni uniformi relativa ai prodotti.
- D.Lgs 03/11/2011 n. 28 - Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.
- D.M. 26/06/2009 - Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.
- DP.R. 02/04/2009 n.59 - Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.
- D.L. 29/12/2006 n.311 - Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- D.Lgs. 19/05/2005 n.192 - Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- D.P.R. 21/12/1999 n.551 - Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n.412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia.
- D.P.R. 26/08/1993 n.412 - Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10.
- Legge 09/01/91 n. 10 - Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.

- D.Lgs. 28/06/2012 n.104 - Attuazione della direttiva 2010/30/UE, relativa all'indicazione del consumo di energia e di altre risorse dei prodotti connessi all'energia, mediante l'etichettatura ed informazioni uniformi relativa ai prodotti.

Norme tecniche

- UNI CEI EN ISO 50001 : 2011 - Sistemi di gestione dell'energia - Requisiti e linee guida per l'uso: è 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 CEI EN 16001, di derivazione europea.
- UNI CEI 11339 - Gestione dell'energia. Esperti in gestione dell'energia. Requisiti generali per la qualificazione: è la norma che stabilisce i requisiti perché una persona possa diventare Esperto in Gestione dell'Energia (EGE): compiti, competenze e modalità di valutazione. 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.
- UNI CEI EN 16247:2012 - È la norma europea che regola i requisiti e la metodologia comune per le diagnosi energetiche nonché la documentazione da produrre, così costituita:
 - Parte 1 - Requisiti generali
 - Parte 2 - Edifici
 - Parte 3 - Processi
 - Parte 4 - Trasporti
 - Parte 5 – Auditor energetici
- 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 tecnici che comportamentali, qualitativi e quantitativi, e devono essere mirati alla comparazione delle prestazioni.

- UNI 10349-1:2016 – Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 1: Medie mensili per la valutazione della prestazione termo-energetica dell'edificio e metodi per ripartire l'irradianza solare nella frazione diretta e diffusa e per calcolare l'irradianza solare su di una superficie inclinata.
- UNI 10349-2:2016 – Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 2: Dati di progetto.
- UNI 10349-3:2016 – Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 3: Differenze di temperatura cumulate (gradi giorno) ed altri indici sintetici.
- UNI EN ISO 13709: 2008 – Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.
- UNI TS 11300-1:2014 – Parte 1: Prestazioni energetiche degli edifici: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.
- UNI/TS 11300-2:2014 - Parte 2: Prestazioni energetiche degli edifici: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali
- UNI/TS 11300-3:2010 - Parte 3: Prestazioni energetiche degli edifici: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva
- UNI/TS 11300-4:2016 - Parte 4: Prestazioni energetiche degli edifici: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.
- UNI EN 12097:2007 - Ventilazione negli edifici - Rete delle condotte - Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte.
- UNI EN 13779:2008 - Ventilazione degli edifici non residenziali - Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di condizionamento.
- Norme ASHRAE per la valutazione dei carichi termici.

- UNI EN 14511-1:2018 - Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 1: Termini, definizioni e classificazione
- UNI EN 14511-2:2018 - Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 2: Condizioni di prova.
- UNI EN 14511-3:2018 - Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 3: Metodi di prova.
- UNI EN 14511-4:2018 - Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 4: Requisiti operativi, marcatura e istruzioni.
- Norma UNI 9182:2014 - Impianti di alimentazione e distribuzione di acqua fredda e calda. – Progettazione installazione e collaudo;
- Norma UNI 12056–1:2001 - Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni.
- Norma UNI 12056–2:2001 - Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo
- Norma UNI 12056–3:2001 - Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo.

Regolamenti locali

- Regolamento edilizio del Comune di Genova.
- Regolamento di igiene del Comune di Genova.

2.5 METODOLOGIA DI LAVORO

La diagnosi energetica ha l'obiettivo di fornire una panoramica dei consumi energetici del complesso oggetto di studio e contestualmente, verificare la presenza e la fattibilità tecnico economica di interventi che riducano i consumi energetici. Deve consentire la conoscenza approfondita sugli usi e consumi energetici degli impianti 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.

Per tale scopo è necessario che, sulla base dell'analisi dei dati raccolti, siano individuati opportuni indicatori energetici che verranno poi utilizzati per confrontare le *performance* energetiche del complesso ed individuare potenziali interventi di miglioramento.

La procedura di realizzazione della DE si è sviluppata nelle seguenti fasi operative:

- a) Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla Committenza, come riportato negli allegati alla presente relazione;
- b) Analisi del quadro normativo di riferimento, incluso la verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sull'immobile interessato dall'intervento;
- c) Visita agli edifici, con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- d) Visita alla centrale termica con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- e) Preparazione e compilazione delle schede di Audit previste per la diagnosi;
- f) Elaborazione del comportamento termico ed elettrico dell'edificio, realizzata utilizzando il software commerciale MC4 Software, in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) n°73/2017 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i.
- g) Analisi dei profili annuali di consumi e costi dei servizi energetici reali dell'edificio, comprensivi della fornitura dei vettori energetici sia elettrici che di gas e degli oneri di O&M, relativamente alle annualità 2016-2017-2018;
- h) Analisi dei dati climatici reali del sito ove è ubicato l'edificio con conseguente calcolo dei Gradi Giorno reali (GGreal), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazione meteo Recco- Polanesi (GE);
- i) Individuazione della "baseline termica" di riferimento (e relative emissioni di CO₂) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell'edificio e destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GGreal), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GGrif);
- j) Individuazione della "baseline elettrica" di riferimento (e relative emissioni di CO₂) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2016-2017-2018;

- k) Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento **pari ad un valore massimo del +/-5%**;
- l) Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.
- m) Simulazione del comportamento energetico dell'edificio a seguito dell'attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione della nuova classe energetica raggiungibile;
- n) Definizione degli scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell'edificio superiore a due classi energetiche.
- o) Analisi costi-benefici e di redditività finanziaria derivanti dalla realizzazione delle EEM previste singolarmente, con riferimento ai principali indicatori finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;
- p) Valutazione economico-finanziaria degli ottimali previsti, a partire dal "baseline di costi" e con riferimento ai principali indicatori finanziari e di sostenibilità finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;
- r) Realizzazione di una relazione tecnica descrittiva di dettaglio dell'analisi effettuata (Rapporto di DE);

Il metodo per l'esecuzione della diagnosi può essere schematizzato nelle seguenti attività proposte dalla Norma UNI CEI EN 16247 – *Energy Audit*, riassunta nel seguito:

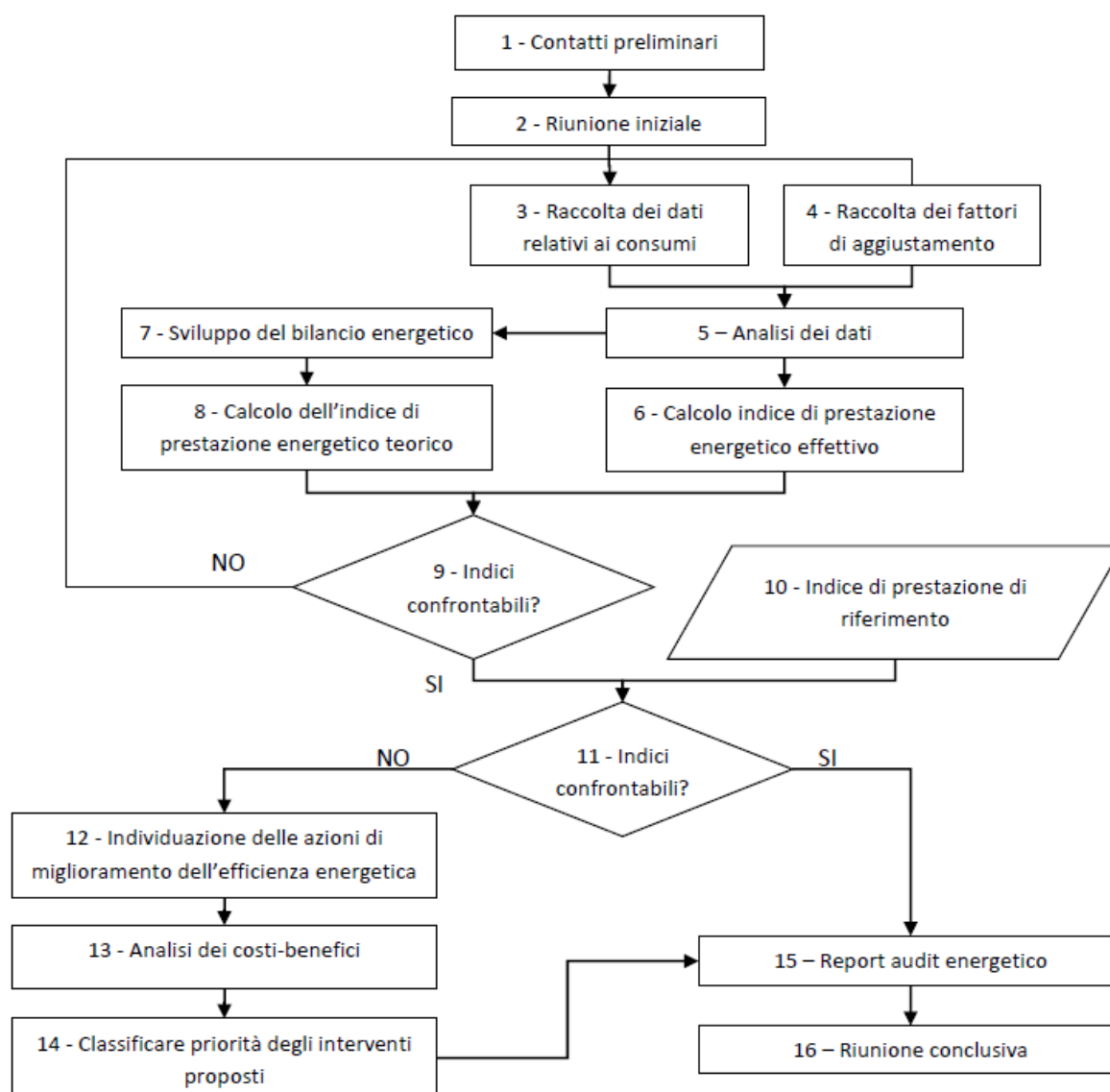


Figura 1: Schema metodologia diagnosi energetica ai sensi della norma UNI CEI 16247

Per l'individuazione delle migliori strategie di efficientamento energetico, dapprima si è valutata la fattibilità di ridurre gli sprechi mediante misure sull'involucro e sulla domanda d'utenza (anche relativamente ai sistemi di emissione, regolazione, distribuzione, accumulo), partendo dal baseline e approdando a un nuovo valore di baseline ridotto. In seguito, da questo valore ridotto di baseline si è valutato il dimensionamento delle apparecchiature e il risparmio conseguibile dapprima dalla riqualificazioni degli impianti di generazione per la climatizzazione e, dopo, dall'installazione di tecnologie di generazione da fonti rinnovabili.

Una volta esaminate le possibili EEM si è realizzata una analisi economica delle stesse, ponendo particolare attenzione nella valutazione dei possibili sistemi incentivanti applicabili (Conto Termico, Titoli di Efficienza Energetica, ecc) individuando i principali indicatori economici d'investimento di seguito elencati:

- TRS (Tempo di rientro semplice);
- TRA (Tempo di rientro attualizzato);
- VAN (Valore attuale netto);
- TIR (Tasso interno di rendimento);
- IP (indice di profitto).

2.6 STRUTTURA DEL REPORT

Il presente rapporto di DE, con riferimento *all'Appendice J della norma UNI CEI EN 16247-2:2014*, è stato articolato nelle seguenti parti:

- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei componenti del sistema edificio-impianto.
- Una terza parte contenente l'analisi dei consumi storici dell'edificio oggetto della DE, con la conseguente identificazione degli indici di prestazione energetica effettivi;

- Una quarta parte relativa alla definizione del modello energetico, e del procedimento di convalida dello stesso, al fine di renderlo conforme a quanto identificato nell'analisi dei consumi storici;
- Una quinta parte in cui sono descritte le caratteristiche tecniche ed i costi delle EEM proposte e gli scenari ottimali, individuabili tramite la valutazione dei risultati dell'analisi economico-finanziaria.
- Una parte conclusiva contenente i risultati dell'analisi ed i suggerimenti dell'Auditor per l'attuazione degli scenari proposti da parte della PA, definendo le opportune priorità di intervento.

2.7 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'edificio, costruito in epoca medioevale, è caratterizzato da un considerevole valore storico ed artistico suffragato dal vincolo monumentale attribuito con decreto del 12 novembre 1954. In epoca ottocentesca all'edificio principale è stato aggiunto un nuovo corpo che si sviluppa verso nord. Entrambi i corpi di fabbrica costituiscono oggi un unico edificio che si sviluppa su tre livelli fuori terra di diversa altezza ai quali si alternano dei piani ammezzati di piccola superficie.

In seguito al presente adeguamento funzionale, l'edificio in oggetto sarà destinato ad accogliere la sede del Museo dell'Emigrazione Italiana pertanto le diverse sale di cui lo stesso si compone saranno chiamate ad ospitare degli allestimenti fissi con i quali gli impianti meccanici (condizionamento, idrici di carico e scarico) ed elettrici di cui alla presente relazione dovranno necessariamente essere integrati.

3 DATI GENERALI DELL'EDIFICIO

3.1 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E DATI CATASTALI

Commenda di San Giovanni di Prè – Piazza della Commenda, 1 – 16126 Genova.

Edificio censito al N.C.E.U. GE A fg. 79 Mapp. 110 sub 4.

3.2 DESTINAZIONE D'USO

Destinazione attuale dell'immobile: monumento visitabile, spazio per mostre temporanee ed eventi.

Destinazione di progetto: Museo Nazionale dell'Emigrazione Italiana.

Inquadramento urbanistico

L'edificio ricade in zona SIS-S servizi pubblici di quartiere di valore storico paesaggistico.



Figura 2: P.U.C. Assetto Urbanistico - Tav 38 – zona SIS – S servizi pubblici di quartiere di valore storico paesaggistico

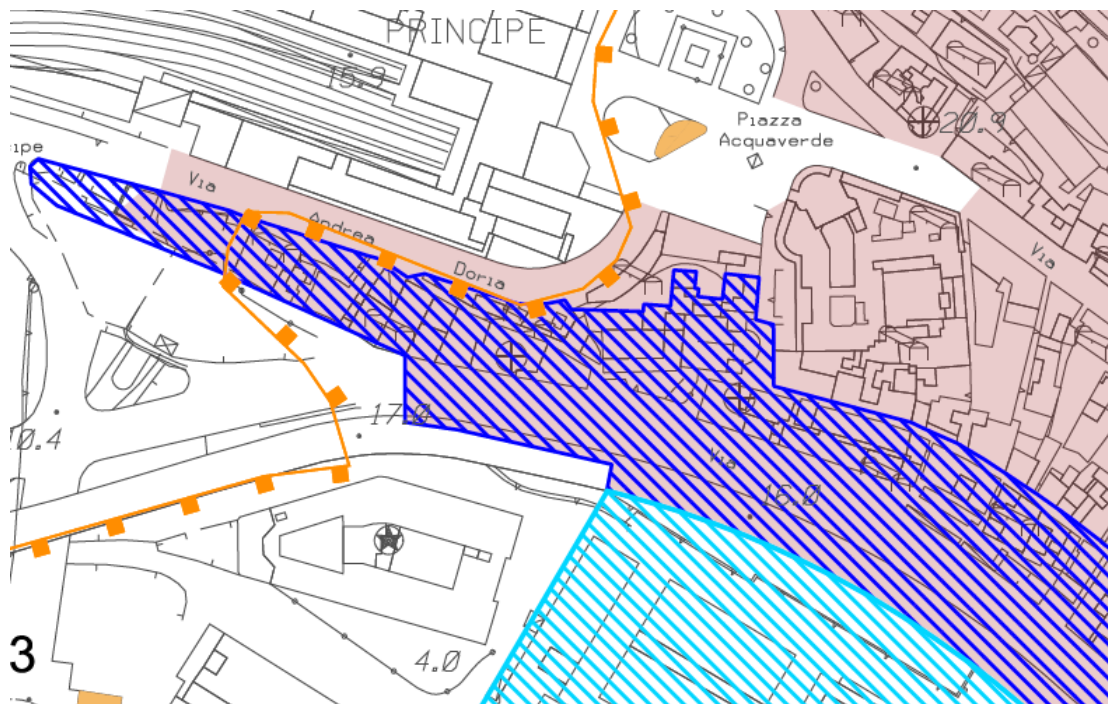


Figura 3: P.U.C. Livello Paesaggistico Puntuale - Tav 38 – Ambito di paesaggio costiero

3.3 PRESENZA DI VINCOLI DI TUTELA SUI BENI CULTURALI

(DLgs 22 gennaio 2004 n. 42 e s.m.i.):

- È presente il vincolo monumentale sull'edificio (decreto 12 novembre 1954)
- È presente il vincolo di tutela paesaggistica (fascia di 300 m dalla linea di costa) solo su Piazza della Commenda (risulta escluso l'edificio)

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ

ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO

MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

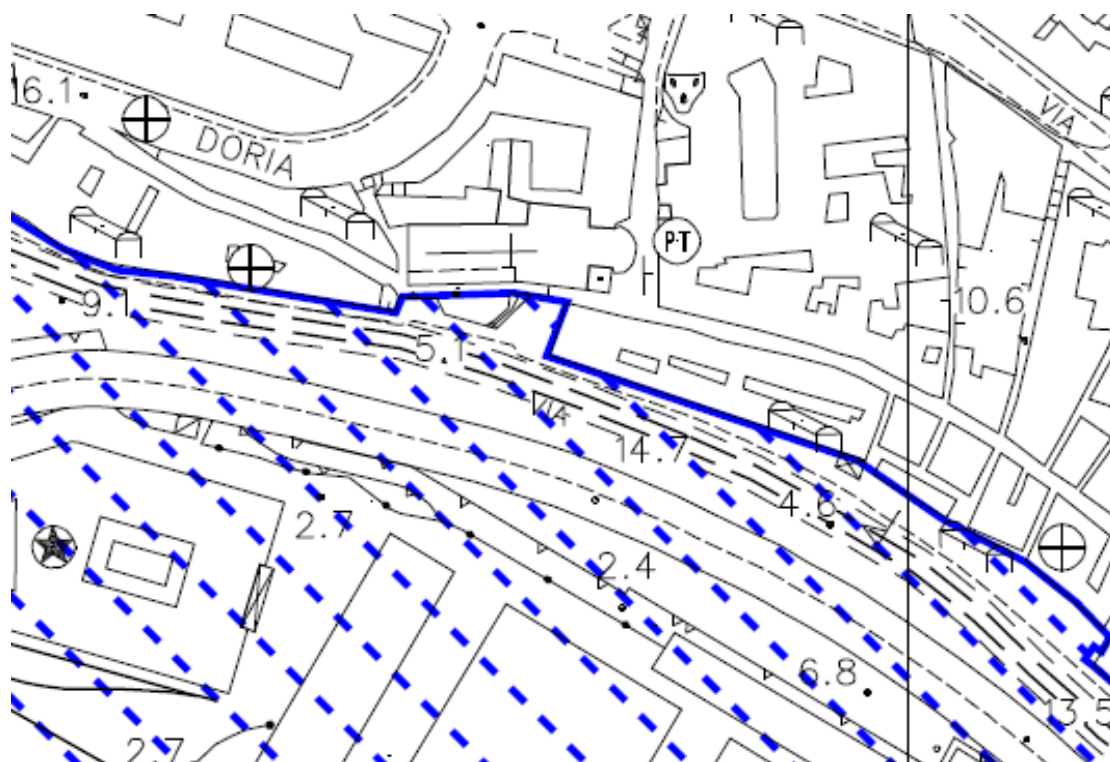


Figura 4: Stralcio Piano Comunale dei Beni Paesaggistici soggetti a tutela (DLgs 22 gennaio 2004 n. 42 e s.m.i.)

Non risulta emesso decreto di vincolo archeologico (vedi sito ufficiale www.liguriavincoli.it). Tuttavia, da fonti documentali, è evidente la presenza di resti archeologici sia sotto l'edificio che in Piazza della Commenda, già oggetto di studio da parte della Soprintendenza.

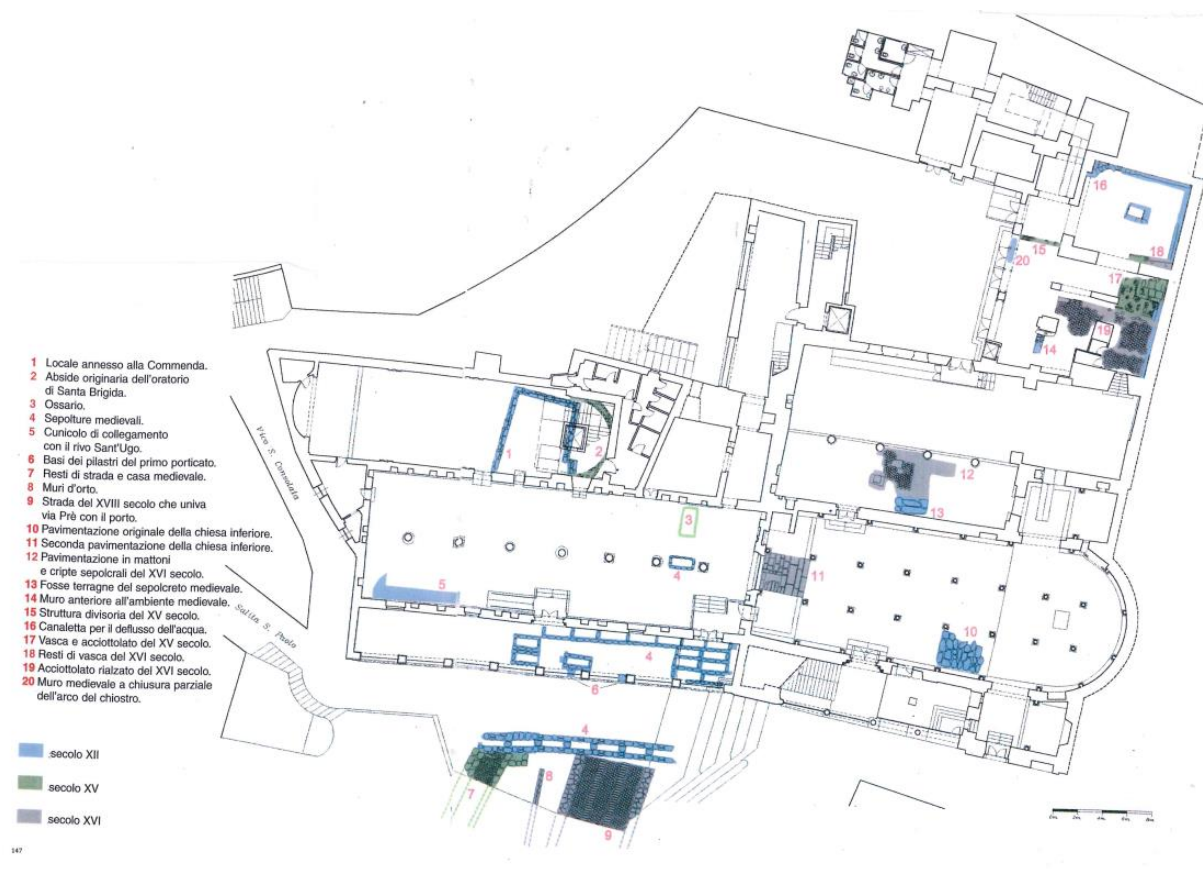


Figura 5: Planimetria del piano terreno del complesso della commenda di Prè: ricerche archeologiche

(tavola tratta da Rossini G., "La Commenda dell'Ordine di Malta – arte e restauri di un ospedale genovese del Medioevo – a cura di Giorgio Rossini", Genova, Sagep, 2001)

3.4 RESTAURI E USI DELL'EDIFICIO NEL CORSO DEL '900

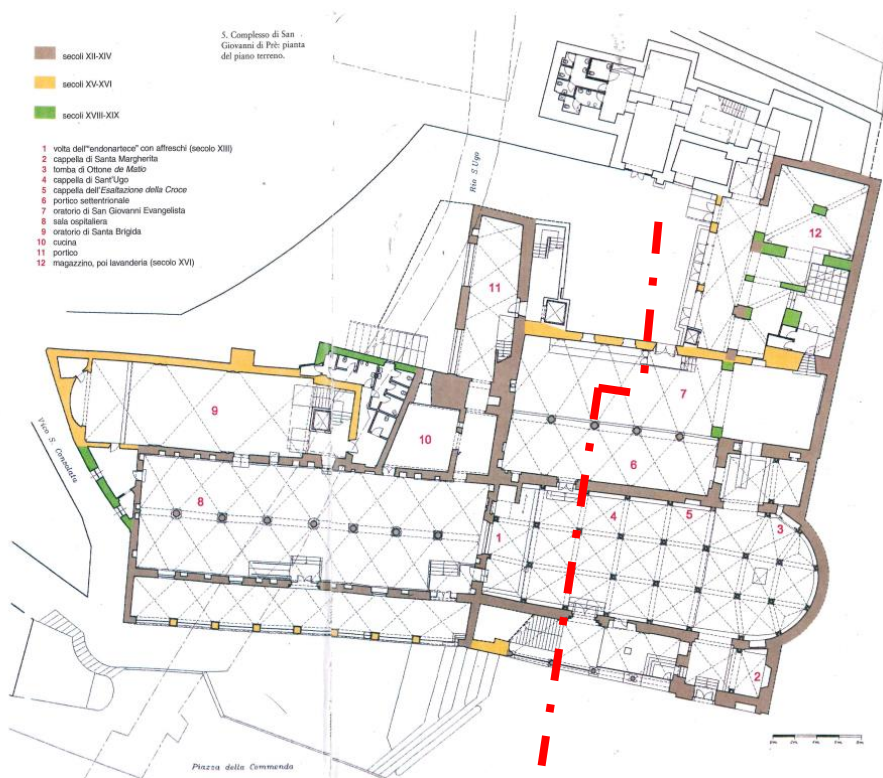
A partire dagli anni '70 del '900, la Soprintendenza ai Beni Architettonici e il Comune di Genova promuovono una complessa azione che porta alla ricomposizione del frazionamento della proprietà e all'avvio dei lavori di restauro architettonico che vengono seguiti in un primo tempo da Mario Semino e successivamente da Giorgio Rossini. Sono lavori delicati, complessi e anche costosi. Si tratta in particolare di opere di ordine strutturale che tendono a salvaguardare e valorizzare elementi come le murature originali in pietra, emerse nella loro matericità da strati secolari di intonaco, le colonne, le scale, i passaggi, e anche i

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ

ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO

MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

diversi cambi di quota, dovuto all'affastellarsi di interventi differenti e successivi, oltre alla preservazione di tratti importanti di affresco (oggi, per lo più, nel complesso della Chiesa Inferiore, di proprietà della Curia). Gli interventi strutturali, con rifacimento delle facciate, dei tetti, dei pavimenti, e un intervento di grande rilevanza sugli infissi, si chiudono alla vigilia degli anni '90. La Commenda viene consegnata al Comune di Genova e inizia il suo utilizzo, per lo più "a spot" come sala espositiva di forte impatto ambientale e scenografico ma, nello stesso tempo, senza una efficace e continuativa destinazione d'uso. Tale utilizzo continua fino al 2009 quando, dopo essere stata affidata all'Istituzione Mu.MA – Musei del Mare e delle Migrazioni (la stessa che gestisce il Galata Museo del Mare), viene riallestita nella innovativa forma di "museoteatro", a definire uno spazio aperto, privo di collezioni, fondato sulla multimedialità ed interattività. Contestualmente, il secondo piano viene indirizzato su una politica di mostre e di eventi: dalla convegnistica, alle rappresentazioni artistiche, Commenda è ininterrottamente aperta al pubblico e forma, con l'adiacente Galata Museo del Mare, un complesso gestionale unitario.



COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ
ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO
MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

Immagine del piano terreno del complesso della commenda di Pre: individuazione degli sviluppi storici del manufatto (tavola tratta da ROSSINI G., “La Commenda dell’Ordine di Malta – arte e restauri di un ospedale genovese del Medioevo – a cura di Giorgio Rossini”, Genova, Sagep, 2001).



Limite intervento

Oggi, pertanto, la Commenda di San Giovanni di Prè è uno spazio pienamente nella disponibilità del Comune di Genova e dell’Istituzione Mu.MA che ne è emanazione, è attualmente definita “monumento visitabile”.



Figura 6: Foto tratta da internet della Commenda di San Giovanni di Prè a inizi '900



Figura 7: Foto della Commenda di San Giovanni di Prè a inizi '900

L'edificio si articola su più volumi, il corpo principale di origini più antiche è a pianta rettangolare, composto da tre piani fuori terra. Il fronte principale, il cui aspetto ha subito numerose trasformazioni nel corso dei secoli, è oggi caratterizzato da loggiati su tutti e tre i piani, nati successivamente al corpo principale retrostante.

3.5 DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO: STATO DI FATTO

Il piano terra è ribassato di circa 2 m rispetto al livello stradale (Via Gramsci). L'accesso principale, ubicato sulla facciata principale a sud, in prossimità del loggiato a piano terra, risulta in quota con la piccola piazzetta ribassata antistante il prospetto. Tale slargo si collega a sua volta ad est con Via Prè, attraverso uno scalone, e ad Ovest con Salita San Paolo.

Si rimanda al **capitolo (Audit dell'edificio – impianti)** per maggiori dettagli riguardanti la struttura e la composizione materica dei componenti opachi e trasparenti.



Figura 8: FOTO: geolocalizzazione dell'edificio

3.6 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTI

Durante la fase di sopralluogo e dalle interviste svolte in sede, è stato possibile rilevare gli orari di effettivo funzionamento dell'edificio, **intesi come gli orari di apertura e chiusura del Museo e gli orari di effettiva presenza del personale all'interno dell'edificio.**

Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio sono stati ricavati tramite intervista agli operatori ed agli uffici interessati, mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati comunicati, per le vie brevi, dalla Committenza che ha prontamente informato gli uffici competenti.

Nella Tabella 7 sono pertanto riportati gli orari di funzionamento dell'edificio e gli orari di funzionamento degli impianti termici dell'anno 2019 ed iterati anche per il 2020:

PERIODO	GIORNI SETTIMANALI	APERTURA E CHIUSURA	ORARIO ACCENSIONE/SPEGNIMENTO IMPIANTI
Gennaio - Maggio	martedì-venerdì	10,00-17,00	tutti i giorni dalle 8,00-19,00 (spento dal 15 Aprile)
	sab-dom-festivi	10,00-19,00	tutti i giorni dalle 8,00-19,00 (spento dal 15 Aprile)
Giugno	martedì	14,00-17,00	spento
	mercoledì	10,00-17,00	spento
	giovedì-domenica	10,00-19,00	spento
	sab-dom-festivi	10,00-19,00	spento
Luglio - Settembre	martedì	14,00-17,00	spento
	mercoledì	10,00-17,00	spento
	giovedì-domenica	10,00-19,00	spento
	sab-dom-festivi	10,00-19,00	spento
Ottobre - Dicembre	martedì-venerdì	10,00-17,00	tutti i giorni dalle 8,00-19,00
	sab-dom-festivi	10,00-19,00	tutti i giorni dalle 8,00-19,00

Tabella 3: Orari di funzionamento edificio-impianti

Tuttavia, a seguito dell'analisi effettuata sui consumi energetici del triennio 2016-2018, si è ritenuto opportuno semplificare il numero di variabili in gioco (relative agli orari attualmente in vigore di apertura e chiusura del Museo), definendo uno scenario di effettiva attività del Plesso, maggiormente in "linea" all'andamento dei consumi del triennio oggetto di analisi.

In definitiva, fermo restando i giorni di effettiva apertura del Museo, sono state definite le ore di effettivo funzionamento degli impianti nella stagione invernale, considerando in media 8 ore di funzionamento a pieno regime.

A seguito delle analisi suddette e dalle informazioni ricevute, è stato possibile tracciare l'andamento reale del regime di funzionamento degli impianti e confrontarlo con quello previsto da Normativa (DPR' 74-2013): l'evidente discostamento tra i due regimi di funzionamento è stato **essenziale per poter ricalibrare i GG** e modellare l'edificio nelle condizioni **di effettivo utilizzo (DESIGN RATING)**.

Si riportano nel seguito gli orari di funzionamento del Complesso Museale e degli impianti di riscaldamento:

Periodo	Ore di funzionamento edificio		Ore di funzionamento impianto	
Genn-Febbraio-Marzo	mart.-ven ore 10,00-17,00	sab-dom e festivi 10,00-19,00	lun-ven 8,00-17,00	sab-dom 8,00-19,00
Aprile-Maggio	mart.-ven ore 10,00-17,00	sab-dom e festivi 10,00-19,00	spento dal 15 Aprile	
Giugno	mart.-ven ore 10,00-18,00	sab-dom e festivi 10,00-19,00	spento	
Luglio-Settembre	mart.-ven ore 10,00-18,00	sab-dom e festivi 10,00-19,00	spento	
Ottobre-Dicembre	mart.-ven ore 10,00-17,00	sab-dom e festivi 10,00-19,00	lun-ven 8,00-17,00	sab-dom 8,00-19,00

Nel grafico che segue si evidenzia la differenza tra l'ipotetico numero di ore di funzionamento dell'impianto di riscaldamento previsto dal DPR'74 – 2013 (che prevede 12 ore di funzionamento per tutta la stagione di riscaldamento) ed il numero di ore reali, derivanti dall'effettivo regime di funzionamento degli impianti a servizio del complesso museale.

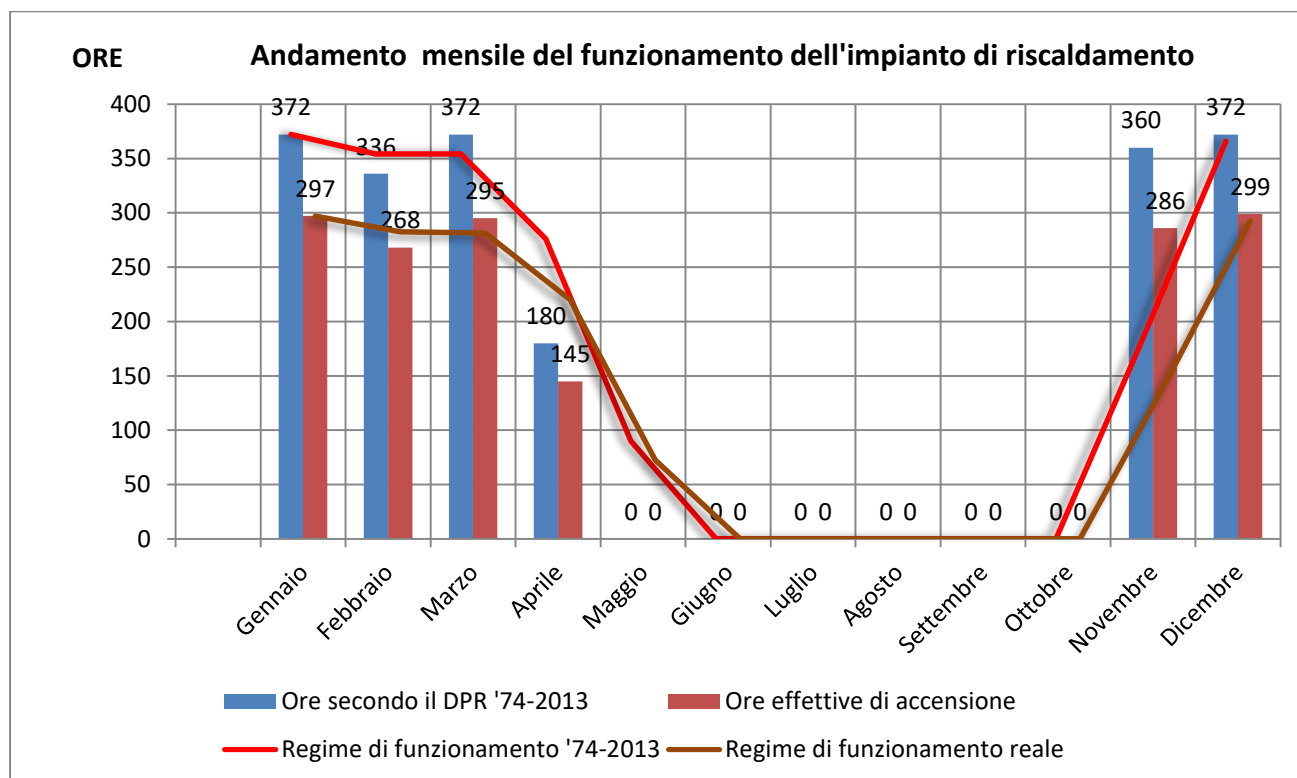


Figura 9: Andamento mensile del funzionamento dell'impianto di riscaldamento

Dal punto di vista manutentivo, attualmente le operazioni di Conduzione e Manutenzione (O&M) degli impianti a servizio dell'edificio, sono eseguite secondo le norme dal Gestore titolare del "Contratto calore" SIE3, dal 02.10.2016 la Soc. ANTAS di Piacenza, sulla base della gara CONSIP facente capo al Ministero MEF. La Commenda di Prè è uno dei 520 impianti di competenza della C.A., versante un canone annuo onnicomprensivo concordato secondo le esigenze dell'Ente locale, come previsto dalle procedure contrattuali SIE3. La durata del contratto è di anni 6, prolungabili fino ad altri 6. Gli impianti elettrici della Commenda, esclusa la linea al servizio della caldaia, fanno capo ad ASTER, come negli altri Musei Civici.

4 DATI CLIMATICI

4.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO

L'edificio oggetto della DE è ubicato nel Comune di Genova, il quale ricade nella zona climatica D, a cui corrispondono 1435 **Gradi Giorno(GG)** (D.P.R. 412/93 - allegato A) ed una stagione di funzionamento degli impianti di riscaldamento compresa tra il 1 Novembre e il 15 Aprile con un periodo di accensione consentito degli impianti di 12 ore al giorno (DPR 74/2013).

Le medie mensili delle temperature esterne medie giornaliere caratteristiche del Comune, così come definite dalla norma UNI 10349:2016, sono riportate nella Tabella 7.

MESE	T° UNI 10349:2016
Gennaio	10,4
Febbraio	10,5
Marzo	11,1
Aprile	15,3
Maggio	18,7
Giugno	22,4
Luglio	24,6
Agosto	23,6
Settembre	22,2
Ottobre	18,2
Novembre	13,3
Dicembre	10,0

Tabella 4: Temperature esterne giornaliere mensili [°C] (UNI 10349:2016)

Tali temperature sono quelle utilizzate per la creazione del **modello energetico di partenza**, a cui corrispondono 1421 GG di riferimento, valutati in condizioni standard di utilizzo dell'edificio.

I GG corrispondono alla sommatoria, estesa a tutti i giorni del periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 1 Novembre e il 15 Aprile, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura interna di 20°C e quella esterna giornaliera media mensile riportata in Tabella.

Nonostante il Museo risulti essere chiuso tutti i lunedì dell'anno, gli impianti di riscaldamento a servizio del complesso risultano essere attivi tutti i giorni della stagione invernale. Pertanto i GG giorni di riferimento, necessari ai fini del processo di normalizzazione, permangono invariati rispetto a quelli definiti da Normativa:

Mese	GIORNI MENSILI	GIORNI riscaldamento	T° est UNI 10349:2016	GG per la zona D	GIORNI riscaldamento	GG RIF	Profilo di incidenza
mese	gg/mese	gg/mese	[°]		gg/mese		
Gennaio	31	31	10,40	298	31	298	20,9%
Febbraio	28	28	10,50	266	28	266	18,7%
Marzo	31	31	11,10	276	31	276	19,4%
Aprile	30	15	15,30	71	15	71	5,0%
Maggio	31	-	18,70	-	-	-	-
Giugno	30	-	22,40	-	-	-	-
Luglio	31	-	24,60	-	-	-	-
Agosto	31	-	23,60	-	-	-	-
Settembre	30	-	22,20	-	-	-	-
Ottobre	31	-	18,20	-	-	-	-
Novembre	30	30	13,30	201	30	201	14,1%
Dicembre	31	31	10,00	310	31	310	21,8%
TOTALE	365	166	16,69	1421	166	1421	100,0%

Tabella 5: Profili di incidenza dei GGrif

4.2 DATI CLIMATICI REALI

Ai fini della realizzazione dell'analisi energetica si è resa necessaria la definizione delle condizioni climatiche reali, ovvero dei GG calcolati in funzione delle temperature esterna media oraria del sito effettivamente rilevata, con lo scopo di creare una normalizzazione dei consumi in funzione delle caratteristiche climatiche della zona.

Per l'edificio oggetto di analisi sono stati utilizzati i dati climatici rilevati dalla centralina **meteo climatica Genova-Centro Funzionale**.

Si è deciso di utilizzare come riferimento tale centraline in quanto è ubicata in una zona limitrofa all'edificio.

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ

ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO

MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA



Figura 10: geolocalizzazione Commenda di Prè

4.4 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUI DEI GRADI GIORNO

Di seguito si riportano i valori mensili dei GG reali, calcolati in funzione delle temperature esterne medie orarie per il triennio di riferimento (2016 - 2017 – 2018), valutati come la sommatoria estesa a tutti i giorni del periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 1 Novembre e il 15 Aprile, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura interna di 20°C e quella esterna giornaliera media mensile calcolata in funzione delle temperature orarie rilevate dalla centralina meteo-climatica. (Tabelle 10-11)

Mese	T° esterne reali			DPR '74-2013 - 12 ore tutti i giorni			
	2016	2017	2018	GIORNI riscaldamento	GG 2016	GG 2017	GG 2018
Gennaio	9,5	7,8	11,2	31	326	378	273
Febbraio	10,9	11,2	7,1	28	255	246	361
Marzo	12,5	14,3	10,6	31	233	177	291
Aprile	16,7	15,7	17,2	15	50	65	42
Maggio	18,4	19,5	19,9	-	-	-	-
Giugno	22,0	24,3	23,7	-	-	-	-
Luglio	25,5	25,2	26,3	-	-	-	-
Agosto	25,8	26,3	27,5	-	-	-	-
Settembre	23,8	21,0	23,6	-	-	-	-
Ottobre	17,1	18,6	19,2	-	-	-	-
Novembre	13,7	13,1	13,6	30	189	207	192
Dicembre	10,9	9,8	11,3	31	282	316	270
				166	1333	1389	1429

Tabella 6: Andamento mensile dei GG nel triennio di riferimento

REALE			
GIORNI riscaldamento	GG reali 2016	GG reali 2017	GG reali 2018
31	326	378	273
28	255	246	361
31	233	177	291
15	50	65	42
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
30	189	207	192
31	282	316	270
166	1333	1389	1429
GG reali (valore medio)			1384

Tabella 7: Andamento mensile dei GG reali nel triennio di riferimento

Si riporta nel seguito il confronto degli andamenti analizzati:

- 1) Anno solare 2016;

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ

ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO

MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

- 2) Anno solare 2017;
- 3) Anno solare 2018.

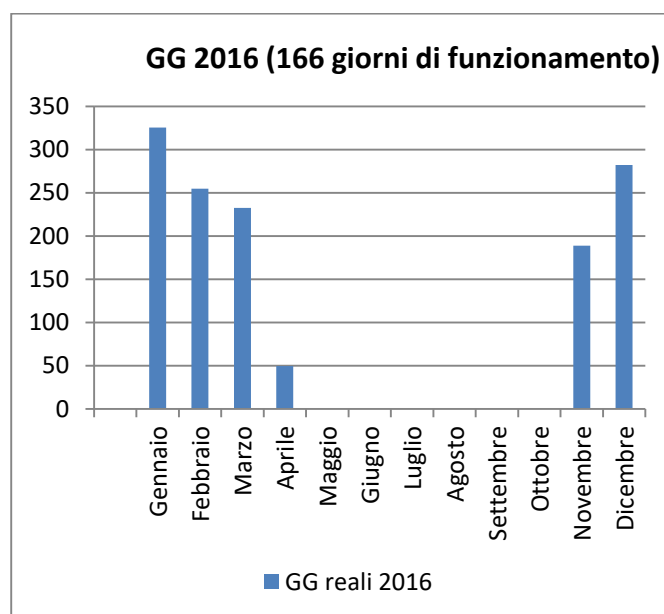


Figura 11: Grafico andamento GG anno 2016

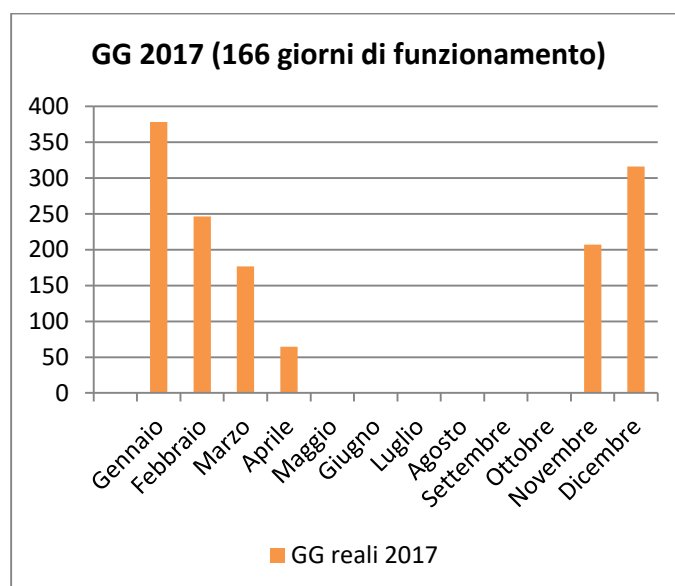


Figura 12: Grafico andamento GG anno 2017

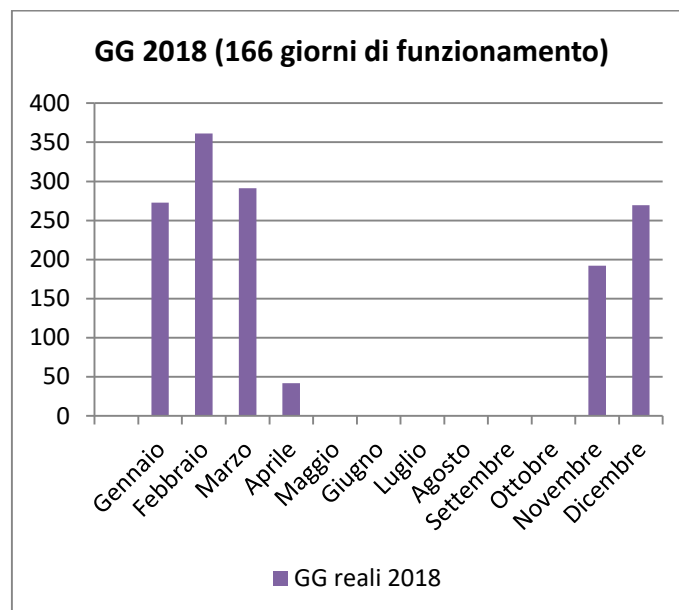


Figura 13: Grafico andamento GG anno 2018

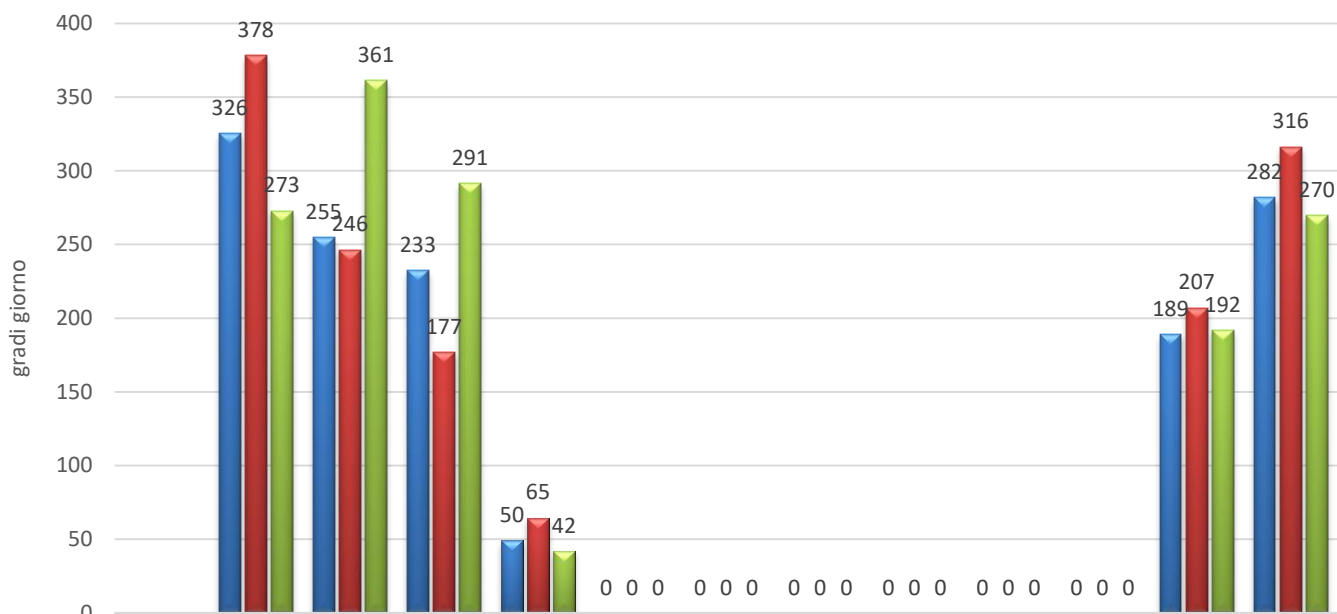
Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nei paragrafi precedenti, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico. A seguito di tali analisi si è ottenuto un valore di 1384 GG calcolati su 166 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

Tali GG sono valutati come la sommatoria estesa ai soli giorni di effettivo utilizzo degli impianti di riscaldamento nel periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 1 Novembre e il 15 Aprile, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura interna di 20°C e quella esterna giornaliera media mensile calcolata in funzione delle temperature orarie rilevate dalla centralina meteorologica.

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ

ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO

MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

Andamento GG reali nel triennio di riferimento 2016-2017-2018

GG reali 2016	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
GG reali 2017	326	255	233	50	0	0	0	0	0	0	189	282
GG reali 2018	378	246	177	65	0	0	0	0	0	0	207	316
	273	361	291	42	0	0	0	0	0	0	192	270

Come si può notare dai grafici sopra riportati, l'andamento dei GG non è costante e subisce variazioni nel periodo considerato in funzione delle temperature esterne rilevate. Nello specifico si può notare un aumento dei gg del periodo di Gennaio 2017 a causa di una drastica riduzione delle temperature esterne. Caso simile si riscontra nel periodo di Febbraio 2018.

5 AUDIT EDIFICIO - IMPIANTI

5.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

5.1.1 Involucro opaco

L'edificio ha una struttura portante in muratura di pietra, il tetto è prevalentemente del tipo a doppia falda con struttura portante lignea.

Le facciate sono intonacate, ad eccezione delle porzioni interne dei loggiati, in pietra e mattoni a vista. Il manto di copertura a falde è in ardesia posata a calce con triplo strato alla genovese. Una porzione di copertura, in corrispondenza dell'adiacente volume della chiesa, risulta piana con pavimentazione anch'essa in ardesia.

I prospetti secondari, a nord dell'edificio, si sviluppano lungo un cortile di proprietà comunale, su cui si affacciano anche edifici di altra proprietà, che usufruiscono anch'essi dell'affaccio al cortile.

Il prospetto est è in aderenza alla doppia chiesa di San Giovanni di Prè; internamente delle vetrate collegano visivamente le due attività, che devono rimanere separate ai fini della prevenzione incendi. Il prospetto ovest si affaccia su un vicolo che consente l'accesso al cortile retrostante. Tale percorso risulta attualmente chiuso da un cancello per motivi di sicurezza.

Il corpo di fabbrica sorge sull'alveo del Rio Sant'Ugo, oggi tombinato e il cui tracciato indicativo è visibile sull'immagine sottostante.

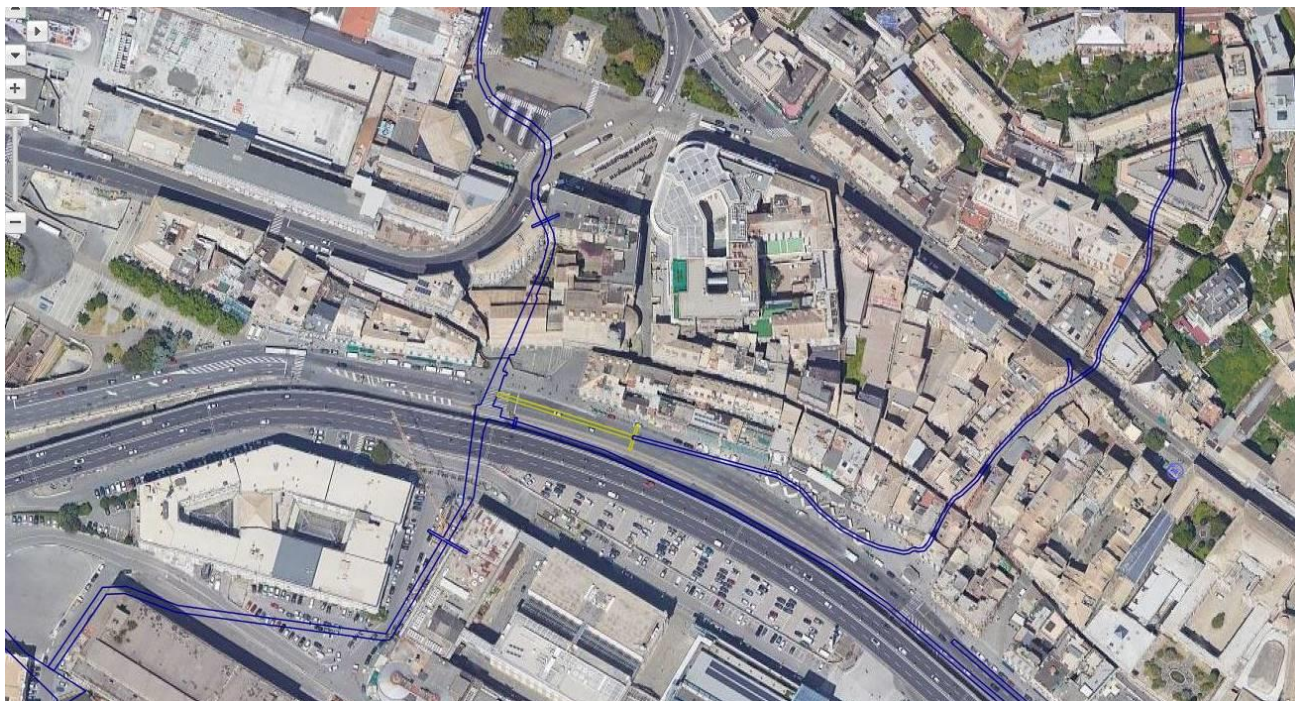


Figura 14: Foto tratta dal Geoportale del Comune di Genova

Il manufatto ha subito negli anni molte trasformazioni che lo hanno portato ad avere l'aspetto attuale anche grazie ad importanti interventi di consolidamento attuati nei diversi restauri avvenuti in fasi successive nel XX secolo.

Le attività di consolidamento e sottofondazioni delle strutture, eseguite sotto la direzione di Edoardo Mazzino, soprintendente fino al 1972, furono fatte sia a causa della sollecitazione dei sovraccarichi, ma soprattutto a causa della presenza di terreni di natura tufacea, costantemente impregnati di umidità, proprio per la presenza sottostante del Rio Sant'Ugo.

Sempre in questo periodo vennero eseguiti i lavori di liberazione del loggiato meridionale e il ritrovamento delle strutture medioevali del prospetto sud. Successivamente, con il soprintendente l'arch. Mario Semino, si diede corso alla liberazione del piano terreno e al recupero del livello originario del portico e del salone. Inoltre venne fatto un programma di demolizione di tutte le superfetazioni esistenti.

Il progetto finale, che configura l'edificio così come lo vediamo oggi, venne completato con l'arch. Giorgio Rossini intorno agli anni '90.

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ
ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO
MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA



Figura 15:Foto – Ingresso Museo Piano Terra

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ
ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO
MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

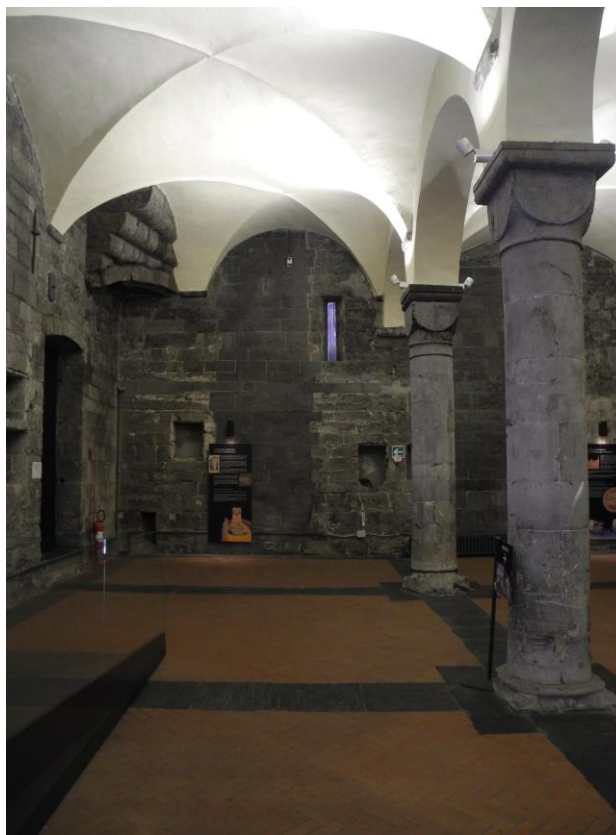


Figura 16: foto salone collonato - PT



Figura 17: salone piano primo



Figura 18: foto terrazzo di copertura

5.1.2 Involucro trasparente

Le vetrate e gli infissi sono principalmente riconducibili al restauro degli anni '80. In questo periodo vennero realizzate due tipologie differenti di infissi ovvero: una di legno, di tipo tradizionale in corrispondenza delle finestre e delle aperture di età post-rinascimentale ed altre in metallo e cristallo in corrispondenza delle arcate, delle bifore e dei portali di età medioevale.

In generale si può affermare che tali elementi non risultano più compatibili con le attuali norme di sicurezza e di efficienza energetica.

La necessità di intervenire su tali elementi nasce dunque, come logica conseguenza delle mutate esigenze funzionali del Plesso Museale: l'ipotesi progettuale proporrà infatti la realizzazione di un nuovo impianto di condizionamento che assicurerà il perfetto controllo delle condizioni di comfort interne, sia in regime invernale **che estivo**. Ad oggi invece, l'impianto termico preesistente funziona esclusivamente in regime invernale, il che ha avallato l'ipotesi progettuale di prevedere un nuovo sistema impiantistico che soddisfi **tutto l'anno**, gli effettivi fabbisogni energetici.

Per quanto riguarda invece gli infissi in legno, quest'ultimi presentano un discreto stato di conservazione e pertanto, come prescritto dalla SBAP, se ne prevede il recupero mediante un intervento di restauro delle

parti lignee e delle ferramenta e la sostituzione del vetro per un adeguamento delle superfici vetrate alla normativa vigente.



Figura 19: foto infisso tipo - salone P1



Figura 20: foto infissi tipo - salone P1

Infine, tutte le grate saranno recuperate, come descritto nel progetto di restauro.

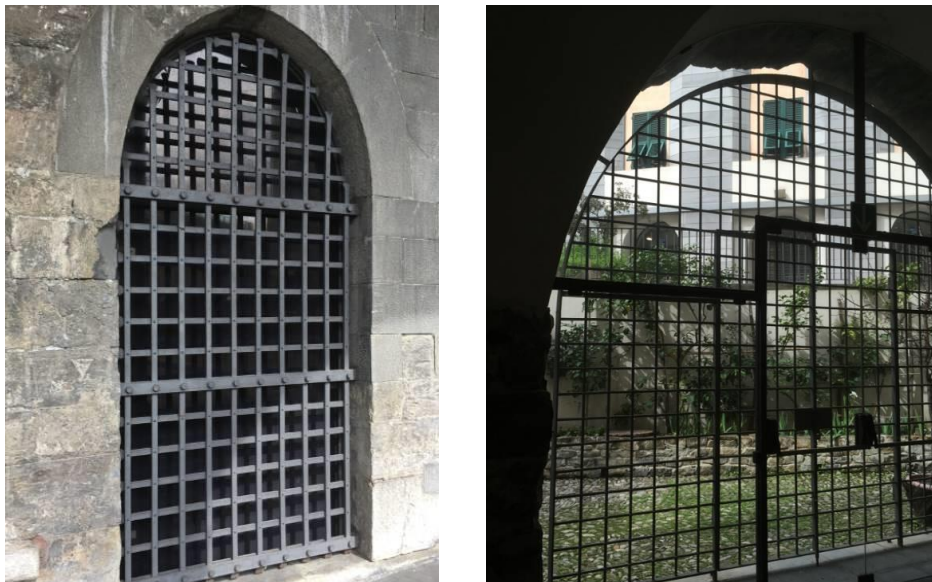


Figura 21: aperture con vetro temperato con profilo metallico ubicato a piano terra

5.1.3 Impianti termici

Attualmente l'edificio è servito da un **impianto di riscaldamento** di tipo tradizionale costituito da una centrale termica caratterizzata da una caldaia a condensazione, alimentata a gas con le seguenti caratteristiche (desunte dalla targhetta della macchina):

- **CALDAIA:** caldaia a condensazione – Fonte Cal Corolla Pack 110
Potenza nominale al focolare [kWth] 112.5
Rendimento 97,1
Alimentazione: Gas naturale

Il sottosistema di emissione è costituito da radiatori in ghisa alimentati da acqua calda, di cui si riporta un dettaglio fotografico:



Figura 22: Radiatore in ghisa

I radiatori non sono presenti in tutti gli ambienti dell'edificio, causando una naturale sensazione di discomfort interna. Tali ambienti, invece, saranno inseriti nel progetto di risanamento e rifunionalizzazione del nuovo Plesso Museale, prevedendo un adeguato numero di terminali a servizio dei locali in esame. Pertanto, a seguito di tale prima considerazione si può già comprendere come l'impianto siffatto **sia inadeguato al soddisfacimento degli effettivi fabbisogni**.

Non è stato possibile fare un confronto delle singole potenze installate rispetto alle informazioni fornite dalla PA, in quanto mancano le informazioni relative alla check-list termica.

La regolazione del funzionamento dell'impianto avviene attraverso cronotermostato con orari pre-impostati. Tutti i radiatori **sono sprovvisti di valvole termostatiche** per la regolazione locale della temperatura.

Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione dell'impianto di riscaldamento invernale è stato assunto nella DE pari al 93,8%. Il rendimento è stato calcolato mediante software di simulazione che implementa le norme tecniche UNI TS 11300.

Apparecchiatura	Pot. nominale al focolare [kW _{th}]	Rendimento	Alimentazione	Terminali
Caldaia a condensazione - FonteCal Corolla Pack 110	112,5	97,1	Gas naturale	Radiatori/Ventilconvettori/Bocchette

Descrizione	Simbolo	Valore %
Rendimento di emissione	$\eta_{H,e}$	90,5
Rendimento di regolazione	$\eta_{H,rg}$	78,8
Rendimento di distribuzione utenza	$\eta_{H,du}$	96,0
Rendimento di generazione (risp. a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H,gen,p,nren}$	87,5
Rendimento di generazione (risp. a en. pr. non tot.)	$\eta_{H,gen,p,tot}$	87,2
Rendimento globale medio stagionale (risp. a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H,g,p,nren}$	59,8
Rendimento globale medio stagionale (risp. a en. pr. tot.) ¹	$\eta_{H,g,p,tot}$	59,4
Rendimento globale medio stagionale (risp. a en. pr. tot.) ²	$\eta_{C,g,p,tot}$	113,5

Tabella 6: Rendimenti desunti dalla documentazione fornita dalla Committenza

Per quanto riguarda invece l'area uffici ubicata al primo, questa risulta climatizzata mediante un condizionatore autonomo ad espansione diretta costituita da: un'unità interna canalizzabile ed unità esterna condensata ad aria.

L'aria trattata dall'unità canalizzabile è immessa in ambiente mediante un condotto induttivo circolare microforato mentre la ripresa avviene mediante griglie installate a parete.

Sulla sezione di ripresa dell'unità è collegata inoltre una presa di aria esterna.



Figura 23: UE imp. cdz UFFICI

5.1.4 Impianto di produzione di acqua calda sanitaria

Il consumo di acqua calda sanitaria per un edificio come quello in oggetto non è significativo, considerando particolare destinazione d'uso. Tuttavia la produzione di ACS, attualmente, avviene mediante l'ausilio un boiler elettrico con accumulo integrato di modeste dimensioni, installato all'interno dei servizi igienici.

Le caratteristiche del sistema di produzione di ACS sono riportate nel seguito:

- APPARECCHIATURA: boiler elettrico
- Potenza nominale: 1,2 kWel
- Alimentazione: Elettrica
- Capacità: lt 50

Nell'impianto di produzione di ACS non è presente nessuna rete di ricircolo dell'ACS e nessun sistema di accumulo.



Figura 24: boiler elettrico ACS

I rendimenti caratteristici dei sottosistemi dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria sono stati calcolati dal software di simulazione energetica MC4 SOFTWARE.

5.1.5 Impianti elettrici e speciali

Le utenze alimentate dall'impianto elettrico, oltre a quelle precedentemente descritte, sono costituite essenzialmente da utenze locali quali ad esempio le attrezzature degli uffici e delle sale espositive.

Nello specifico, a seguito dei numerosi sopralluoghi effettuati in sito, si rileva l'estrema inadeguatezza e vetustà degli impianti in oggetto.

L'impianto di illuminazione è costituito per i locali interni, da lampade del tipo fluorescenti ed incandescenti, mentre per le aree esterne sono presenti sistemi di illuminazione con tecnologia a ioduri metallici e SAP.

Si riportano alcuni esempi rilevati durante i vari sopralluoghi:

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ
ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO
MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA



Figura 25: illuminazione tipo - piano terra

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ
ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO
MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA



Figura 26: illuminazione tipo - piano secondo



Figura 27: illuminazione tipo - servizi igienici

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ
ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO
MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA



Figura 28: foto - proiettore sala espositiva

L'azionamento del sistema avviene tramite quadri di zona o da interruttori e deviatori di tipo tradizionale. Infine, non si rilevano sistemi di supervisione e gestione dei consumi elettrici.

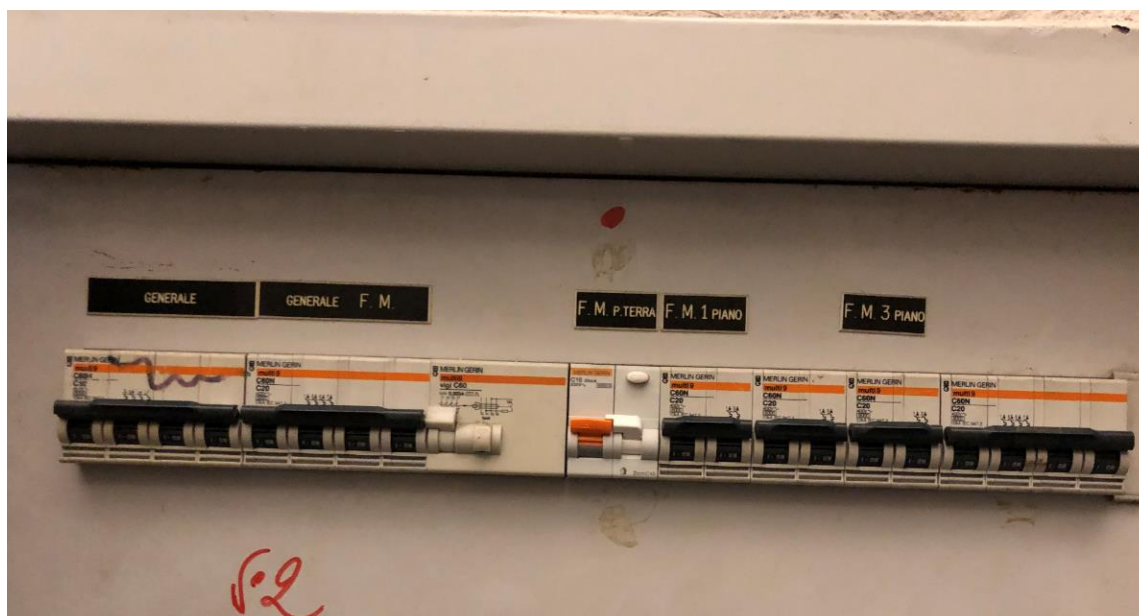




Figura 29: foto: quadri di zona

6 CONSUMI RILEVATI

L'analisi dei consumi storici termici ed elettrici dell'edificio oggetto della DE è stata effettuata facendo riferimento al triennio 2016,2017, 2018. I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Energia elettrica.

6.1 CONSUMI ENERGETICI PER VETTORE: ENERGIA TERMICA

Il vettore termico utilizzato per la climatizzazione invernale della struttura è il Gas Metano.

Nella tabella 13 sono riportati i valori di Potere Calorifico Inferiore (PCI) forniti dalla norma UNI TS 11300-2:2014 ed utilizzati ai fini della conversione in kWh:

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ
 ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO
 MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

TIPO DI COMBUSTIBILE	PCI	DENSITA'	PCI	FATTORE DI CONVERSIONE	PCI
	kWh/kg	kWh/Sm ³	kWh/Nm ³	Sm ³ /Nm ³	kWh/ Sm ³
Metano	n/a	n/a	9,94	1,0549	9,42
Gasolio	11,87	0,85	n/a	n/a	10,09

Tabella 7: Valori di PCI utilizzati ai fini della conversione in kWh

I consumi di gas metano relativi al funzionamento dell'impianto di riscaldamento attualmente presente, sono stati desunti da una complessa operazione di estrapolazione delle fatture relative al triennio 2016-2018.

Il codice di riferimento rappresentativo del punto di fornitura (gas) in esame è:

- **PDR 03270036718138**

Negli allegati alla presente relazione si riportano l'elenco delle fatture consultate ed analizzate per il triennio in esame.

Nel seguito si riportano i consumi desunti per gli anni in esame, distinti per mese:

N.B: Con AS si identifica anno solare.

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ

ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO

MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

PDR	CONSUMI MENSILI Sm ³		
3270036718138	A.S. 2016	A.S. 2017	A.S. 2018
MESE			
Gennaio	1819	1311	1521
Febbraio	1113	1114	2038
Marzo	1568	1345	2188
Aprile	526	511	844
Maggio	0	0	0
Giugno	0	0	0
Luglio	0	0	0
Agosto	0	0	0
Settembre	0	0	0
Ottobre	0	0	0
Novembre	1116	1173	1073
Dicembre	1710	1664	1364
TOTALE A.S.	7852	7118	9028

Tabella 8: Consumi gas metano anni: 2016-2017-2018

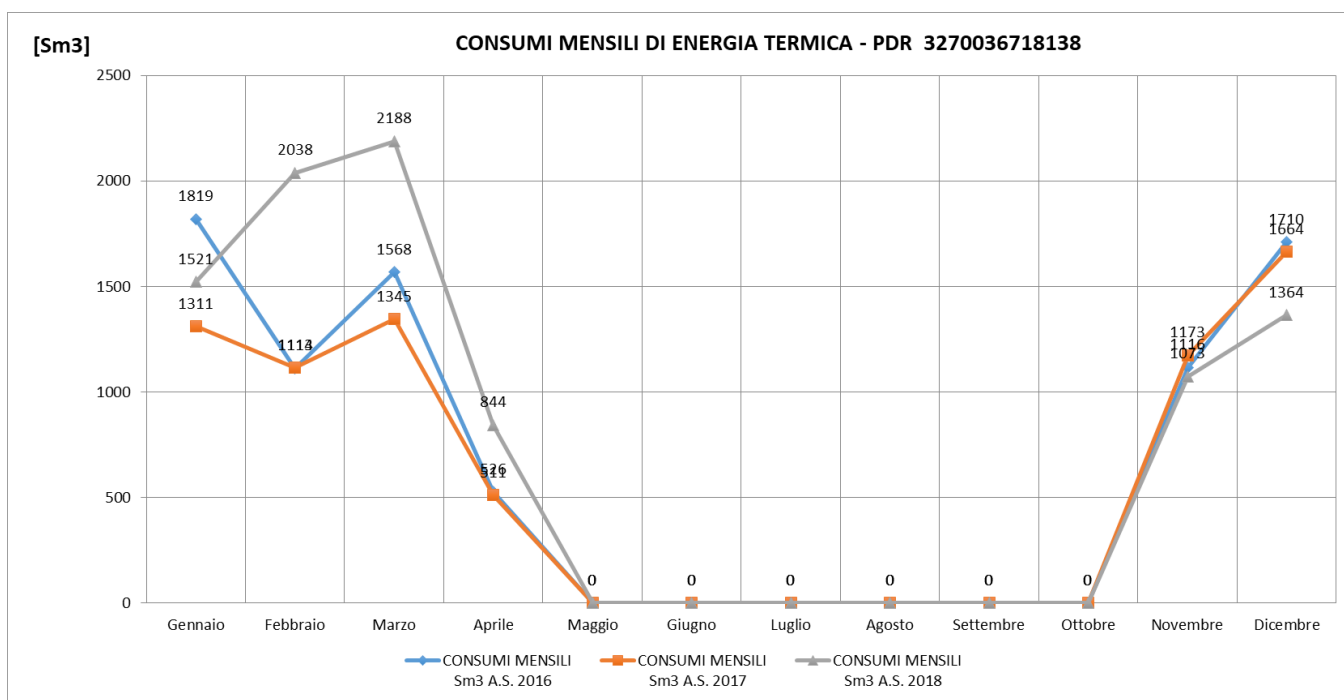


Figura 30: confronto consumi triennio 2016-2018

Sulla scorta dei dati sopra riportati, si è potuta definire la baseline di riferimento per i consumi di gas metano. Tale valore è pari alla media aritmetica dei consumi annuali, calcolata sul triennio di riferimento: 2016 -2017-2018.

Si è pertanto definito un consumo baseline di gas metano pari a 7999 Sm3.

Considerando che i consumi di gas metano a servizio degli impianti di riscaldamento sono soggetti a variazioni dovute all'andamento degli effettivi dati climatici che hanno caratterizzato il triennio di riferimento, si è reso necessario riportare tali consumi ad un **comportamento normalizzato** e non più strettamente dipendente dalle caratteristiche climatiche dell'anno a cui si riferiscono, con lo scopo di ottenere un **consumo destagionalizzato** che possa poi essere utilizzato per effettuare la taratura del modello energetico.

Per effettuare tale processo di normalizzazione si sono utilizzati i GG reali del triennio di riferimento ed i GG di riferimento come valutati nei capitoli precedenti, definendo il fattore di normalizzazione come di seguito riportato:

$$\bar{a}_{rif} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{real,i}}{\sum_{i=1}^n GG_{real,i}}$$

Dove:

$GG_{real,i}$ = Gradi giorno valutati considerando le temperature esterne reali, nell'anno *i-esimo*, così come definiti in precedenza;

n = numero di annualità di cui si hanno a disposizione i consumi.

$Q_{real,i}$ = Consumo termico reale per riscaldamento dell'edificio nell'anno *i-esimo*, kWh/anno.

È ora quindi possibile valutare il consumo destagionalizzato, come di seguito riportato:

$$Q_{baseline} = \bar{a}_{rif} \times GG_{rif} + \bar{Q}_{ACS} + \bar{Q}_{ALTRO}$$

GG_{rif} = Gradi giorno di riferimento utilizzati nella modellazione dell'edificio,

Q_{acs} = Consumo termico reale per ACS dell'edificio, kWh/anno, valutato **come nullo** nel triennio di riferimento, in quanto la produzione di ACS è demandata a boiler elettrici;

Q_{altro} = Consumo termico reale per eventuali altri utilizzi dell'edificio, kWh/anno, valutato come la media dei consumi per altri usi, nel triennio di riferimento. Tale contributo non è stato valutato in quanto sono nulli.

ANNO	GG _{real,i}	GG _{rif,i}	Consumi reali gas	Consumi	α_{rif}
			Sm ³	kWh	
2016	1333	1421	7852,00	74908,08	56,18
2017	1389		7118,00	67905,72	48,89
2018	1429		9028,00	86127,12	60,27
MEDIA	1384	1421	7999,33	76313,64	55,11

Tabella 11: Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

Si sono pertanto definiti per il calcolo della Baseline i parametri riportati nella Tabella 16

GRANDEZZA	VALORE kWh
$\alpha_{rif} \times GG_{rif,i}$	78312,80
Q_{ACS}	-
Q_{ALTRO}	-
$Q_{baseline}$	78312,80

Tabella 12: Individuazione della Baseline termica

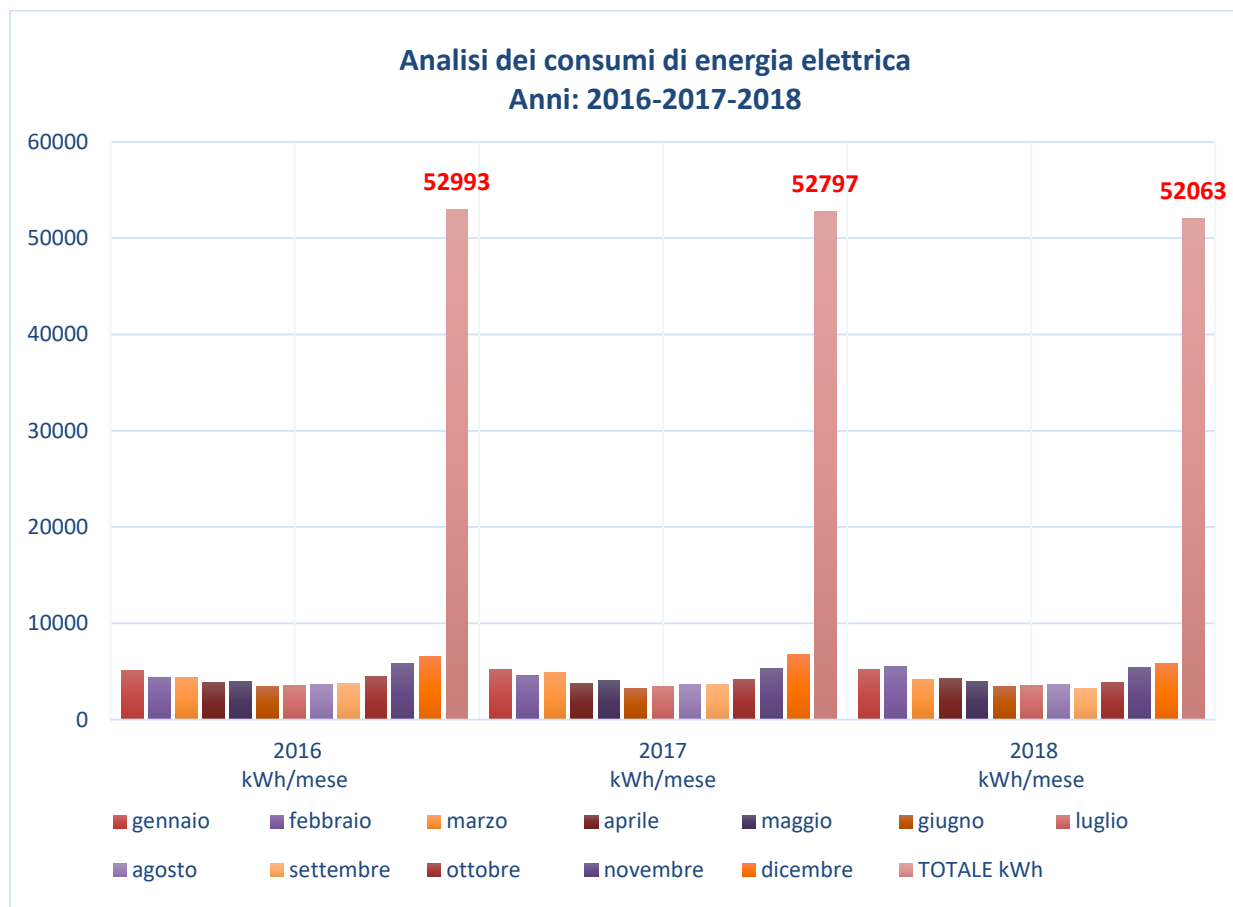
Si è pertanto definito un consumo baseline Q pari a **78312,80 kWh**, desunta dall'analisi dei consumi reali sul triennio di riferimento.

6.2 CONSUMI ENERGETICI PER VETTORE: ENERGIA ELETTRICA

L'analisi dei consumi storici di energia elettrica si basa sulla base dei kWh ottenuti dai dati di fatturazione rilevati nel triennio di riferimento.

Tali consumi annuali sono riportati nelle tabelle a seguire, con indicazione dei POD di riferimento.

Analisi consumi di energia elettrica POD IT001E00097918			
CONSUMI MENSILI	2016 kWh/mese	2017 kWh/mese	2018 kWh/mese
gennaio	5086	5180	5230
febbraio	4391	4600	5507
marzo	4398	4890	4200
aprile	3889	3789	4308
maggio	3949	4100	3949
giugno	3378	3249	3379
luglio	3538	3450	3538
agosto	3702	3610	3604
settembre	3782	3670	3198
ottobre	4531	4200	3884
novembre	5767	5309	5451
dicembre	6582	6750	5815
TOTALE	52993	52797	52063
BASELINE CONSUMI DI ENERGIA ELETTRICA Kwh/anno			52618



La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di un contatore il quale risulta a servizio dell'intero edificio E1600.

L'elenco delle fatture analizzate è riportato negli allegati alla presente relazione.

L'analisi dei consumi storici di energia elettrica si basa sulla base dei kWh ottenuti dai dati di fatturazione rilevati nel triennio di riferimento.

L'individuazione della baseline elettrica di riferimento è calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per il triennio di riferimento.

Si è pertanto definito un consumo Eebaseline elettrica pari a 52628 kWh.

7 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

7.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEL MODELLO

Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianti è stato necessario predisporre un modello energetico (termico ed elettrico) redatto ai sensi della normativa regionale e nazionale vigente per il calcolo della prestazione energetica degli edifici.

Per quanto riguarda l'involucro edilizio è stato realizzato il modello dell'intero complesso, considerando le composizioni e gli spessori di ciascun elemento opaco e trasparente, i ponti termici e in generale tutti gli elementi che concorrono alla determinazione delle dispersioni e dunque del fabbisogno in accordo alle Norme UNI-TS 11300-1:2014 per il calcolo della prestazione energetica degli edifici.

Gli impianti termici ed elettrici sono stati simulati considerando le caratteristiche dei vari sottosistemi impiantistici presenti, secondo quanto previsto dalle norme UNI-TS 11300-2:2014, UNI-TS 11300-3:2010, UNI-TS 11300-4:2016, UNI-TS 11300-5:2016 e UNI-TS 11300-6:2016.

Sulla scorta dei dati desunti dalle precedenti valutazioni è stato realizzato un modello energetico del fabbricato, attraverso il quale ci è stato possibile individuare tutte le informazioni necessarie ai fini del presente documento come, i fabbisogni energetici per vettore e gli indicatori di prestazione energetica.

7.2 PROCEDURA DI MODELLAZIONE ADOTTATA

Prima di analizzare i risultati ottenuti, è importante specificare la procedura di analisi intrapresa per l'edificio oggetto di studio. Come precedentemente descritto, ad oggi l'edificio risulta servito da un impianto di riscaldamento di tipo tradizionale con radiatori presenti solo in alcuni ambienti.

La proposta progettuale che ci si propone di perseguire prevede una radicale riqualificazione e rifunzionalizzazione degli ambienti ad uso espositivo, includendo nel nuovo layout architettonico l'utilizzo del preesistente loggiato esterno ai piani primo e secondo. L'edificio verrà quindi ampliato leggermente in volumetria, prevedendo un'adeguata climatizzazione dei nuovi locali (in regime invernale ed estivo) e l'adeguamento dal punto di vista prestazionale e dunque normativo, dei componenti vetrati.

Risulta chiaro dunque come il modello dello stato di fatto e di progetto differiscano profondamente per i seguenti punti:

- Locali effettivamente riscaldati;

- Tipologia di impianto (ad oggi solo riscaldamento; riscaldamento e raffrescamento da proposta progettuale);
- Volumetrie in gioco (l'edificio verrà leggermente ampliato);

Per tener conto delle suddette “difformità” e garantire nonostante tutto la validazione del modello in funzione degli effettivi consumi rilevati, si è deciso di procedere come segue:

- 1) **Modellazione stato di fatto:** l'edificio è stato modellato considerando le EFFETTIVE condizioni di funzionamento, includendo i locali ad oggi riscaldati, la tipologia di impianto presente e le attuali volumetrie in gioco. L'output derivante da tale modellazione energetica, ha fornito un profilo di fabbisogno energetico valutato in condizioni standard di utilizzo dell'edificio (come definite dal prospetto 2 della norma UNITS 11300 parte 1, considerando le temperature esterne come definite dalla norma UNI 10349:2016 e con una durata del periodo di riscaldamento come da DPR 74/2013).
- 2) **Il modello di calcolo è stato successivamente validato attraverso il confronto dei fabbisogni energetici risultati da modello con i consumi energetici di baseline, secondo il seguente criterio di congruità:**

$$\frac{|E_{teorico} - E_{baseline}|}{E_{teorico}} \times 100\% \leq 5\%$$

Dove:

- Eteorico è il fabbisogno teorico di energia dell'edificio, come calcolato dal software di simulazione; nel caso di consumo termico, Eteorico è assunto pari al fabbisogno di energia per la combustione ($Q_{gn,in}$) così come definito dalla norma UNI TS 11300 parte 2;
- Nel caso di consumo elettrico, Eteorico è assunto pari al fabbisogno complessivo di energia elettrica prelevata dalla rete (EE_{in}) valutata nei paragrafi precedenti;
- Ebaseline è il consumo energetico reale di baseline dell'edificio assunto rispettivamente pari al $Q_{baseline}$ e a $EE_{baseline}$

Tale criterio di congruità deve, pertanto, essere soddisfatto sia per il consumo termico, che per il consumo elettrico.

- 3) Modellazione dell'edificio "**Ante Operam**": per poter ottenere un modello di partenza con cui confrontare le strategie di efficientamento energetico previste da progetto, è stato necessario implementare il modello validato, includendo tutti i locali espositivi caratterizzanti il plesso. Pertanto **le zone termiche sono state ampliate**, considerando tutti i locali al piano terra, primo e secondo (compreso il vano scala centrale) ed il loggiato esterno, integrato al volume preesistente mediante apposite chiusure perimetrali.
- 4) Simulazione del comportamento energetico dell'edificio a seguito dell'attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione della nuova classe energetica raggiungibile;
- 5) Valutazione economico-finanziaria dei due scenari ottimali previsti, a partire dal "baseline di costi" e con riferimento ai principali indicatori finanziari e di sostenibilità finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione.

7.3 VALI DAZIONE DEL MODELLO TERMICO ED ELETRICO

Nel presente paragrafo si andranno ad analizzare i risultati conseguiti dalla modellazione energetica dell'edificio "as is".

A seguito della realizzazione del modello valutato secondo le modalità "Standard" di utilizzo (Asset Rating), si è provveduto ad effettuare una modellazione dell'edificio in modalità "Adattata all'utenza" (Tailored Rating) così come definita al prospetto 2 della UNI TS 11300-1:2014.

Si è quindi provveduto alla simulazione dei parametri reali di utilizzo dell'edificio considerando il reale funzionamento degli edifici serviti dalla medesima centrale termica, ognuno con il proprio orario di accensione e spegnimento degli impianti ed inserendo nel modello tutti i dati tecnici rilevati in sede di sopralluogo.

7.3.1 Dati tecnici e costruttivi

Informazioni dimensionali dell'edificio		
Climatizzazione invernale		
Superficie utile	1094,61	[m ²]
Volume netto	6298,03	[m ³]
Climatizzazione estiva		
Superficie utile		[m ²]
Volume netto		[m ³]
Complessive		
Superficie utile calpestabile	1094,61	[m ²]
Superficie lorda	3286,72	[m ²]
Volume lordo	8237,50	[m ³]
Rapporto S/V	0,40	[m ⁻¹]

7.3.2 Servizi energetici

Unità immobiliari e servizi energetici								
Unità immobiliare	Superficie utile	Volume netto	Servizi presenti					
	[m ²]	[m ³]	H	C	W	V	L	T
Museo	1094,61	6298,03	X		X		X	X

7.3.3 Prestazioni energetiche

GRANDEZZA	VALORE	UNITA' DI MISURA
Indice del fabbisogno globale di energia primaria non rinnovabile (EP _{gl,nren})	181,24	[kWh/(m ² anno)]
Classe energetica		[-]

Gli indici di prestazione energetica sopra riportati corrispondono ad un quantitativo annuo di vettore energetico consumato, riportato nelle tabelle che seguono:

7.3.4 Analisi energetica dell'edificio

7.3.4.1 Fabbisogno di energia termica dell'involucro edilizio

Fabbisogni termici per il servizio di riscaldamento			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	UNITA' DI MISURA
Scambio termico di energia per trasmissione	$Q_{H,tr}$	152024,00	[kWh]
Energia termica dispersa per radiazione infrarossa	$Q_{H,r,mn}$	26734,80	[kWh]
Scambio termico di energia per ventilazione	$Q_{H,ve}$	7268,91	[kWh]
Apporti solari sulle strutture opache	$Q_{H,sol,op}$	26116,20	[kWh]
Apporti solari sulle strutture vetrate	$Q_{H,sol,w}$	5541,27	[kWh]
Apporti gratuiti dovuti ai carichi interni	$Q_{H,int}$	34935,20	[kWh]
Apporti gratuiti totali	$Q_{H,gn}$	40476,50	[kWh]
Fabbisogno ideale di energia termica	$Q_{H,nd}$	86242,40	[kWh]
Indice di prestazione energetica	$EP_{H,nd}$	81,63	[kWh/(m ² anno)]

7.3.5 Fabbisogno dei servizi energetici

7.3.5.1 Servizio di riscaldamento

Fabbisogni termici		
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE [kWh]
Fabbisogno ideale di energia termica (ventilazione di riferimento)	$Q_{H,h,rif}$	83520,40
Fabbisogno ideale di energia termica (ventilazione effettiva)	$Q_{H,h,eff}$	83520,40
Energia termica recuperata dal servizio di produzione ACS	$Q_{W,lrh}$	
Energia termica in ingresso al sottosistema di emissione	$Q_{H,e,in}$	36277,40
Perdite del sottosistema di emissione	$Q_{H,l,e}$	4009,34
Energia termica in ingresso al sottosistema di regolazione	$Q_{H,rg,in}$	40286,70
Perdite del sottosistema di regolazione	$Q_{H,l,rg}$	10669,70
Fabbisogno effettivo di energia termica	$Q_{H,hr}$	50956,40
Perdite dei sottosistemi di distribuzione secondari	$Q_{H,d,ls,nrh}$	1333,73
Energia termica in ingresso ai sottosistemi di distribuzione secondari	$Q_{H,d,in}$	53979,20
Energia termica utile fornita richiesta all'UTA	$Q_{H,h,UTA}$	
Perdite del circuito di alimentazione della batteria calda dell'UTA	$Q_{H,dUTA,ls,nrh}$	
Energia termica in ingresso al circuito di alimentazione della batteria calda dell'UTA	$Q_{H,dUTA,in}$	
Energia termica in ingresso al sottosistema di accumulo	$Q_{H,s,in}$	
Perdite termiche del sottosistema di accumulo	$Q_{H,l,s}$	
Energia termica in ingresso al sottosistema di distribuzione primario	$Q_{H,dp,in}$	13499,30
Perdite del sottosistema di distribuzione primario	$Q_{H,dp,ls,nrh}$	
Energia termica erogata dai sistemi di generazione	$Q_{H,gn,out}$	53979,20
Perdite del sottosistema di generazione	$Q_{H,ls,gn}$	24741,00
Energia termica assorbita dai sottosistemi di generazione	$Q_{H,gn,in}$	78720,20
Energia termica rinnovabile prodotta dalla combustione delle biomasse	$Q_{P,H,ren,bio}$	
Energia termica prodotta da sottosistemi di generazione solare	$Q_{P,H,ren,sol}$	
Energia termica rinnovabile prelevata dall'ambiente (pompa di calore)	$E_{res,H}$	
Fabbisogni elettrici		

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ
 ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO
 MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE [kWh _e]
Fabbisogno elettrico dei terminali del sottosistema di emissione	$Q_{H,aux,e}$	
Fabbisogno elettrico degli ausiliari del sottosistema di distribuzione secondario	$Q_{H,aux,d}$	128,23
Fabbisogno elettrico degli ausiliari del sottosistema di distribuzione primario	$Q_{H,aux,dp}$	576,48
Fabbisogno elettrico degli ausiliari del sottosistema di generazione di calore	$Q_{H,aux,gn}$	94,01
Fabbisogno elettrico del circuito di alimentazione della batteria calda dell'UTA	$Q_{H,aux,dUTA}$	
Fabbisogno elettrico degli elettroventilatori	$Q_{el,Vn,d}$	
Fabbisogno elettrico per il funzionamento degli ugelli di umidificazione	$Q_{WV,aux,el}$	
Fabbisogno elettrico per l'umidificazione	$Q_{H,hum,el}$	
Fabbisogno elettrico degli ausiliari del sistema solare termico	$Q_{H,aux,sol}$	
Energia elettrica assorbita dai generatori elettrici	$Q_{H,gn,el}$	
Energia elettrica assorbita dal sottosistema di generazione (generatori ed ausiliari)	$Q_{H,in}$	798,71
Energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici	$Q_{H,prod,FV}$	
Energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici utilizzata dal servizio	$Q_{H,used,FV}$	
Energia elettrica esportata da produzione tramite moduli fotovoltaici	$Q_{H,exp,FV}$	
Energia elettrica prodotta dalle unità cogenerative	$Q_{H,prod,CG}$	
Energia elettrica prodotta dalle unità cogenerative utilizzata dal servizio	$Q_{H,used,CG}$	
Energia elettrica esportata da produzione tramite unità cogenerative	$Q_{H,exp,CG}$	
Energia elettrica assorbita da rete	$Q_{H,del,ofs}$	798,71

7.3.5.2 Servizio di illuminazione

Fabbisogni elettrici		
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE [kWh _e]
Energia elettrica assorbita dal sottosistema di illuminazione	$Q_{L,in}$	39598,60
Energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici	$Q_{L,prod,FV}$	
Energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici utilizzata dal servizio	$Q_{L,used,FV}$	
Energia elettrica esportata da produzione tramite moduli fotovoltaici	$Q_{L,exp,FV}$	
Energia elettrica prodotta dalle unità cogenerative	$Q_{L,prod,CG}$	
Energia elettrica prodotta dalle unità cogenerative utilizzata dal servizio	$Q_{L,used,CG}$	
Energia elettrica esportata da produzione tramite unità cogenerative	$Q_{L,exp,CG}$	
Energia elettrica assorbita da rete	$Q_{L,del,ofs}$	39600,20

7.3.5.3 Servizio di trasporto

Fabbisogni elettrici		
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE [kWh _e]
Energia elettrica assorbita dai sottosistemi di trasporto	$Q_{T,in}$	11120,50
Energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici	$Q_{T,prod,FV}$	
Energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici utilizzata dal servizio	$Q_{T,used,FV}$	
Energia elettrica esportata da produzione tramite moduli fotovoltaici	$Q_{T,exp,FV}$	
Energia elettrica prodotta dalle unità cogenerative	$Q_{T,prod,CG}$	
Energia elettrica prodotta dalle unità cogenerative utilizzata dal servizio	$Q_{T,used,CG}$	
Energia elettrica esportata da produzione tramite unità cogenerative	$Q_{T,exp,CG}$	
Energia elettrica assorbita da rete	$Q_{T,del,ofs}$	11120,50

7.3.6 Fattori di conversione in energia primaria

Coefficienti di conversione dei vettori energetici					
	PCI	f_{CO_2}	$f_{P,ren}$	$f_{P,nren}$	f_P
		[kgCO ₂ /kWh]	[-]	[-]	[-]
Gas naturale (metano)	34,02 [MJ/m ³]	0,1969		1,050	1,050
Energia elettrica da rete		0,4332	0,470	1,950	2,420
Energia elettrica prodotta in-situ con moduli fotovoltaici			1,000		1,000
Energia elettrica esportata prodotta da moduli fotovoltaici			1,000		1,000

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ

ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO

MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

Energia termica prodotta in-situ con pannelli solari	1,000		1,000
Energia termica estratta da pompa di calore	1,000		1,000

7.3.7 Analisi dei consumi energetici

Fabbisogno di energia in ingresso ai generatori $Q_{x,gn,In}$ [kWh]							
Edificio: Intero edificio							
VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Gas naturale (metano)	78720,20						78720,20
Energia elettrica	798,71				39600,20	11120,50	51519,40

Fabbisogno di energia primaria non rinnovabile ($E_{Pgl,nren}$) [kWh]							
Edificio: Intero edificio							
VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Gas naturale (metano)	82656,20						82656,20
Energia elettrica	1557,49				77220,40	21684,90	100463,00
TOTALE	84213,69				77220,40	21684,90	183119,20

Fabbisogno di energia primaria rinnovabile ($E_{Pgl,ren}$) [kWh]							
Edificio: Intero edificio							
VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Energia elettrica	375,40				18612,10	5226,63	24214,10
TOTALE	375,40				18612,10	5226,63	24214,10

Fabbisogno di energia primaria globale ($E_{Pgl,tot}$) [kWh]							
Edificio: Intero edificio							
VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Gas naturale (metano)	82656,20						82656,20
Energia elettrica	1932,89				95832,50	26911,60	124677,00
TOTALE	84589,09				95832,50	26911,60	207333,20

Vettore energetico: Gas naturale (metano)

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ
 ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO
 MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

SERVIZI	C _a	U.M.	S _a		
			UNITARIA	U.M.	TOTALE [€]
Riscaldamento	8330,18	Sm ³	0,06	€/Sm ³	499,8
GLOBALE	8330,18	Sm ³	0,06	€/Sm ³	499,8

Vettore energetico: Energia elettrica

SERVIZI	C _a	U.M.	S _a		
			UNITARIA	U.M.	TOTALE [€]
Riscaldamento	798,71	kWh	0,11	€/kWh	87,96
Illuminazione	39600,20	kWh	0,11	€/kWh	4356
Trasporto	11120,50	kWh	0,11	€/kWh	1223.255
GLOBALE	51519,40	kWh	0,11	€/kWh	5667.09

Dalle modellazioni effettuate si evincono i seguenti dati:

- **Q_{teorico}: 78720,2 kWh**
- **E_{teorico}: 51519, 40 kWh**

La validazione del modello energetico termico è stata effettuata confrontando il consumo energetico di baseline (Q_{baseline}) così come definito al precedente paragrafo ed il fabbisogno teorico (Q_{teorico}) derivante dalla modellazione energetica.

Dall'analisi effettuata è emerso che il modello valutato in "Modalità adattata all'utenza" risulta validato, in quanto la differenza tra i consumi è del 3,97%.

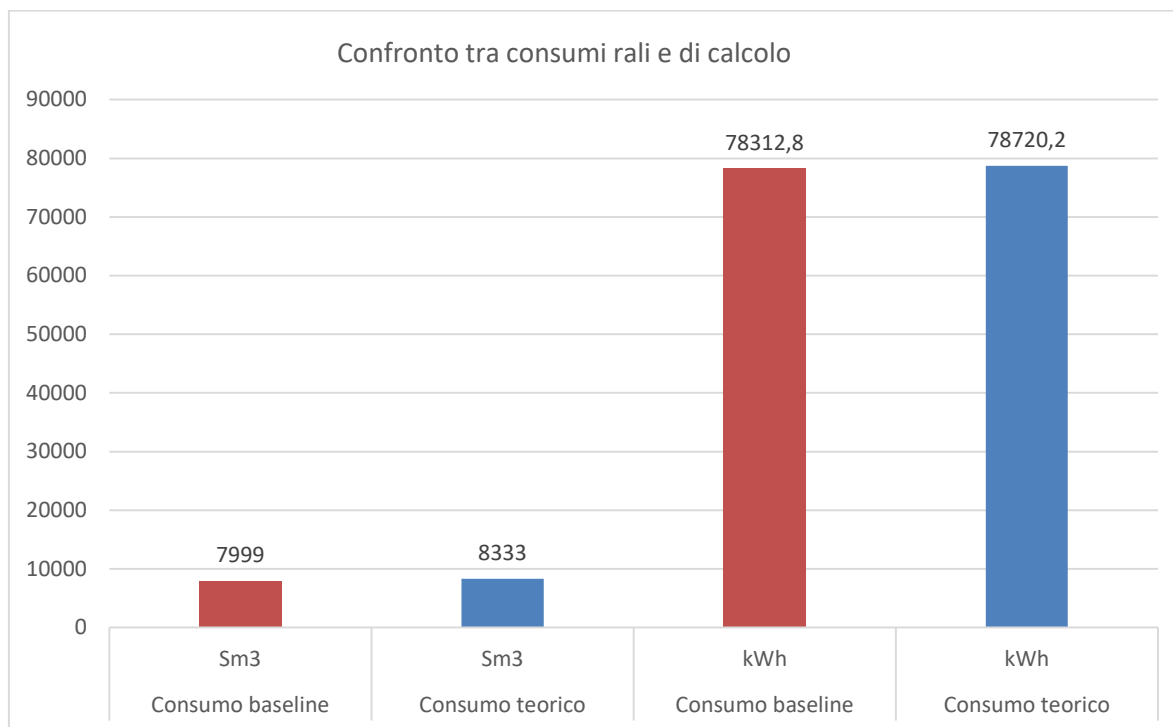


Figura 31: confronto consumi reali VS consumi di calcolo

Dall'analisi dei diagrammi relativi al fabbisogno termico dell'edificio è possibile notare che la maggior parte di energia termica viene dispersa per trasmissione e non si ha il contributo di energia rinnovabile in ingresso all'edificio.

Dall'analisi del bilancio energetico complessivo dell'edificio è possibile notare che non si ha un contributo di energia rinnovabile e che il consumo maggiore di energia termica è a carico del servizio di riscaldamento. Inoltre, il maggior consumo di energia termica è da attribuirsi al riscaldamento. La produzione di ACS, come precedentemente ribadito, viene prodotta localmente utilizzando energia elettrica.

La validazione del modello energetico elettrico è stata effettuata confrontando il consumo energetico di baseline (EEbaseline) così come definito al precedente capitolo 0 ed il fabbisogno teorico (EEteorico) derivante dalla modellazione energetica, realizzata con il software di simulazione MC4 Software, inserendo i dati del censimento di attrezzature elettriche ed ipotizzando un fattore di carico ed un profilo di funzionamento annuale.

La procedura analizzata per i consumi di energia termica è stata ripetuta verificando che lo scarto tra i consumi reali e quelli desunti dalla modellazione, **fosse minore o uguale del 5%**:

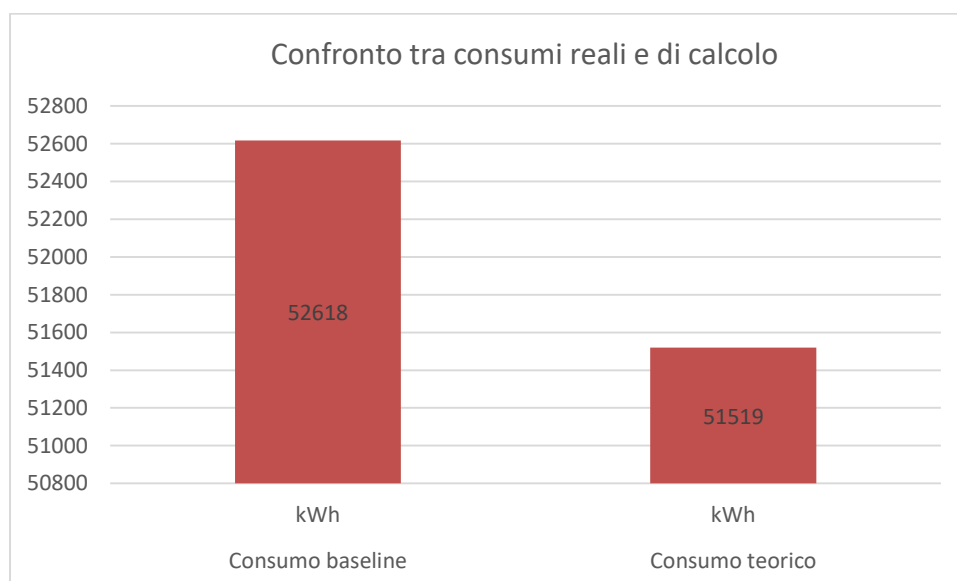


Figura 32: confronto consumi reali VS consumi di calcolo

Figura 33: analisi dei consumi per utilizzo finale

Dall'analisi effettuata è emerso che il modello valutato in "Modalità adattata all'utenza" risulta validato, in quanto la differenza tra i consumi è del 2%.

Dall'analisi dei consumi, si può notare come la quota preponderante derivi dall'impianto di illuminazione a servizio del plesso museale.

7.4 DETERMINAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA DEL FABBRICATO

Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianti si è reso necessario predisporre i risultati della modellazione energetica nella forma di un bilancio energetico globale, che tenga conto dell'andamento dei flussi energetici caratteristici dell'edificio, in modo da valutare in maniera puntuale i consumi specifici e le criticità e gli interventi da considerare.

Nelle tabelle che seguono si analizzeranno:

- Gli indici di prestazione energetica;
- Gli indicatori di prestazione energetica;
- La classe energetica caratteristica dell'edificio.

7.4.1 Indicatori di prestazione energetica

Indicatori di progetto in regime intermittente								
Edificio: Intero edificio								
GRANDEZZA	UNITA' DI MISURA	SERVIZI						
		H	C	W	H	L	T	H
A	[m ²]		A	[m ²]		A	[m ²]	
Q _{k,nd}	[kWh/anno]	83520,40	Q _{k,nd}	[kWh/anno]	83520,40	Q _{k,nd}	[kWh/anno]	83520,40
E _{p,k,nren}	[kWh/anno]	84213,70	E _{p,k,nren}	[kWh/anno]	84213,70	E _{p,k,nren}	[kWh/anno]	84213,70
E _{p,k,ren}	[kWh/anno]	375,40	E _{p,k,ren}	[kWh/anno]	375,40	E _{p,k,ren}	[kWh/anno]	375,40
E _{p,k,tot}	[kWh/anno]	84589,10	E _{p,k,tot}	[kWh/anno]	84589,10	E _{p,k,tot}	[kWh/anno]	84589,10

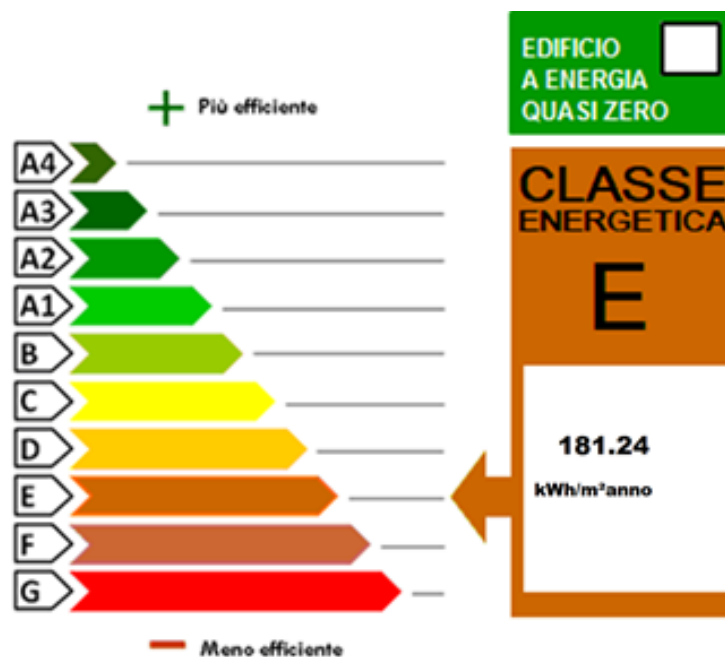
LEGENDA (INDICATORI DI PROGETTO IN REGIME INTERMITTENTE)

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
SUPERFICIE UTILE CLIMATIZZATA	A	[m ²]
FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA UTILE IN CONDIZIONI DI VENTILAZIONE DI RIFERIMENTO	Q _{k,nd}	[kWh/anno]
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $E_{p,k,nren} = \sum (E_{del,k,i} \cdot f_{p,nren,del,i}) - \sum (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,nren,exp,i})$ [Formula (13) UNI/TS 11300-5]	E _{p,k,nren}	[kWh/anno]
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $E_{p,k,ren} = \sum (E_{del,k,i} \cdot f_{p,ren,del,i}) - \sum (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,ren,exp,i})$ [Formula (12) UNI/TS 11300-5]	E _{p,k,ren}	[kWh/anno]
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $E_{p,k,tot} = \sum (E_{del,k,i} \cdot f_{p,tot,del,i}) - \sum (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,tot,exp,i})$ [Formula (14) UNI/TS 11300-5]	E _{p,k,tot}	[kWh/anno]

7.4.2 Indici di prestazione energetica

Indici di prestazione energetica in regime continuo								
Edificio: Intero edificio								
GRANDEZZA	UNITA' DI MISURA	SERVIZI						
		H	C	W	H	L	T	H
A	[m ²]		A	[m ²]		A	[m ²]	
EP _{k,nd}	[kWh/(m ² anno)]	109,62	EP _{k,nd}	[kWh/(m ² anno)]	109,62	EP _{k,nd}	[kWh/(m ² anno)]	109,62
EP _{k,nren}	[kWh/(m ² anno)]	97,80	EP _{k,nren}	[kWh/(m ² anno)]	97,80	EP _{k,nren}	[kWh/(m ² anno)]	97,80
EP _{k,ren}	[kWh/(m ² anno)]	0,41	EP _{k,ren}	[kWh/(m ² anno)]	0,41	EP _{k,ren}	[kWh/(m ² anno)]	0,41
EP _{k,tot}	[kWh/(m ² anno)]	98,21	EP _{k,tot}	[kWh/(m ² anno)]	98,21	EP _{k,tot}	[kWh/(m ² anno)]	98,21

7.4.3 Classe energetica



7.4.4 Quota rinnovabile

Quota di energia primaria rinnovabile QR [%]							
Edificio: Intero edificio							
DESCRIZIONE	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Intero edificio	0,44				19,42	19,42	11,68

7.4.5 Emissioni

Produzione di CO ₂ [kg]							
Edificio: Intero edificio							
DESCRIZIONE	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Intero edificio	15846,00		0,44		17154,80	4817,39	37818,70

8 MODELLO ENERGETICO: BASELINE

8.1 DEFINIZIONE MODELLO DI RIFERIMENTO

Come precedentemente descritto, **per garantire l'effettiva validità degli interventi di efficientamento energetico successivamente descritti**, si è ritenuto necessario effettuare un modello energetico di partenza (**Modello "0"**) con cui poter confrontare le successive simulazioni energetiche. Per ogni intervento ipotizzato, sono stati definiti diversi scenari di modellazione necessari a stabilire il miglioramento prestazionale effettivamente raggiungibile.

Gli *step* di analisi sono stati i seguenti:

1. **Modello 0 – necessario per stabilire la baseline di riferimento:** il modello energetico è stato realizzato considerando tutti i locali caratterizzanti l'edificio, adeguatamente riscaldato con l'impianto tradizionale. In sostanza, partendo dal modello validato, sono stati aggiunte tutte le volumetrie oggetto di analisi (locali al pino terra, primo, secondo e loggiato), prevedendo l'impianto di riscaldamento di tipo tradizionale (radiatori in ghisa e caldaia a condensazione), in linea con l'impianto ad oggi presente.
2. **Regime di funzionamento:** gli orari di attività dell'impianto di riscaldamento e di apertura/chiusura del Museo sono stati inseriti seguendo le specifiche forniteci dalla Committenza.
3. **Definizione classe energetica:** a valle della modellazione del sistema siffatto, è stato possibile definire la classe energetica di partenza, con cui poter confrontare i vari scenari di intervento.

Una volta definito il “caso studio di partenza”, sono state effettuate tante simulazioni quante sono le combinazioni di EEM proposte, al fine di conseguire un miglioramento del paramento di efficienza energetica dell'edificio superiore **a due classi energetiche e tempi di ritorno inferiori uguale ai 25 anni.**

8.2 ANALISI DEI RISULTATI RAGGIUNTI: BASELINE DI RIFERIMENTO

Nelle tabelle che seguono si andranno ad esplicitare i risultati raggiunti dalla prima modellazione: fase determinante per le successive simulazioni e per l'effettiva individuazione delle migliori strategie progettuali da perseguire.

Si rimanda alle appendici di calcolo per l'analisi di tutti i risultati raggiunti dalla prima modellazione.

8.2.1 Analisi dei consumi energetici

Fabbisogno di energia in ingresso ai generatori $Q_{x,gn,ln}$ [kWh]							
Edificio: Intero edificio							
VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Gas naturale (metano)	109870,00						109870,00
Energia elettrica	2181,97		3,46	496,40	45152,50	11120,50	58954,80

Fabbisogno di energia primaria non rinnovabile ($E_{Pgl,nren}$) [kWh]							
Edificio: Intero edificio							
VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Gas naturale (metano)	115364,00						115364,00
Energia elettrica	4254,85		6,75	967,98	88047,30	21684,90	114962,00
TOTALE	119618,85		6,75	967,98	88047,30	21684,90	230326,00

Fabbisogno di energia primaria rinnovabile ($E_{Pgl,ren}$) [kWh]							
Edificio: Intero edificio							
VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Energia elettrica	1025,53		1,63	233,31	21221,70	5226,63	27708,70
TOTALE	1025,53		1,63	233,31	21221,70	5226,63	27708,70

Fabbisogno di energia primaria globale ($E_{Pgl,tot}$) [kWh]							
Edificio: Intero edificio							
VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Gas naturale (metano)	115364,00						115364,00
Energia elettrica	5280,38		8,37	1201,29	109269,00	26911,60	142671,00
TOTALE	120644,38		8,37	1201,29	109269,00	26911,60	258035,00

8.2.2 Indicatori di prestazione energetica

Indicatori di progetto in regime intermittente								
Edificio: Intero edificio								
GRANDEZZA	UNITA' DI MISURA	SERVIZI						
		H	C	W	V	L	T	GLOBALE
A	[m ²]							1740,97
$Q_{k,nd}$	[kWh/anno]	115838,00	97928,20					
$E_{p,k,nren}$	[kWh/anno]	119619,00		6,75	967,98	88047,30	21684,90	230326,00
$E_{p,k,ren}$	[kWh/anno]	1025,53		1,63	233,31	21221,70	5226,63	27708,70
$E_{p,k,tot}$	[kWh/anno]	120644,00		8,37	1201,29	109269,00	26911,60	258035,00

LEGENDA (INDICATORI DI PROGETTO IN REGIME INTERMITTENTE)

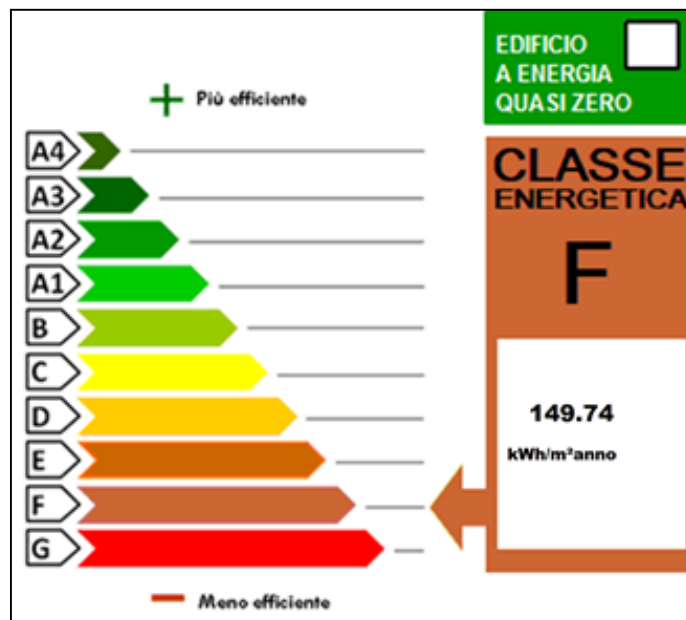
DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
SUPERFICIE UTILE CLIMATIZZATA	A	[m ²]
FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA UTILE IN CONDIZIONI DI VENTILAZIONE DI RIFERIMENTO	$Q_{k,nd}$	[kWh/anno]
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $E_{p,k,nren} = \sum (E_{del,k,i} \cdot f_{p,nren,del,i}) - \sum (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,nren,exp,i})$ [Formula (13) UNI/TS 11300-5]	$E_{p,k,nren}$	[kWh/anno]
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $E_{p,k,ren} = \sum (E_{del,k,i} \cdot f_{p,ren,del,i}) - \sum (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,ren,exp,i})$ [Formula (12) UNI/TS 11300-5]	$E_{p,k,ren}$	[kWh/anno]
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $E_{p,k,tot} = \sum (E_{del,k,i} \cdot f_{p,tot,del,i}) - \sum (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,tot,exp,i})$ [Formula (14) UNI/TS 11300-5]	$E_{p,k,tot}$	[kWh/anno]

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ
 ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO
 MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

8.2.3 Indici di prestazione energetica

Indici di prestazione energetica in regime continuo								
Edificio: Intero edificio								
GRANDEZZA	UNITA' DI MISURA	SERVIZI						
		H	C	W	V	L	T	GLOBALE
A	[m ²]							1740,97
EP _{k,nd}	[kWh/(m ² anno)]	98,33	56,09					
EP _{k,nren}	[kWh/(m ² anno)]	94,02		3,37	0,56	39,35	12,45	149,74
EP _{k,ren}	[kWh/(m ² anno)]	0,66		0,81	0,13	9,48	3,00	14,09
EP _{k,tot}	[kWh/(m ² anno)]	94,69		4,18	0,69	48,83	15,44	163,84

8.2.4 Classe energetica



I risultati raggiunti evidenziano le scarse prestazioni del complesso oggetto di analisi, **raggiungendo la classe energetica F**. Chiaramente, avendo implementato le volumetrie in gioco, il fabbisogno energetico complessivo risulta assolutamente non soddisfatto, causando il peggioramento della classe energetica di partenza (CFR. PAR. 7.4.3).

Sulla scorta di tali risultati sono stati individuate le strategie di intervento di seguito esposte.

Si può notare come la maggior parte dei consumi termici sia da attribuirsi al servizio di riscaldamento invernale degli ambienti, pertanto gli interventi migliorativi proposti andranno ad interessare principalmente tali componenti.

Inoltre è possibile individuare che non sono presenti contributi di energia rinnovabile sia per riscaldamento che per ACS.

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ
 ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO
 MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

8.2.5 Quota rinnovabile

Quota di energia primaria rinnovabile QR [%]							
Edificio: Intero edificio							
DESCRIZIONE	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Intero edificio	0,85		19,42	19,42	19,42	19,42	10,74

8.2.6 Emissioni

Produzione di CO ₂ [kg]							
Edificio: Intero edificio							
DESCRIZIONE	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Intero edificio	22578,70		1,50	215,04	19560,00	4817,39	47172,70

9 IDENTIFICAZIONE INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

9.1 DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI

Gli scenari di seguito illustrati, sono stati di fondamentale importanza per comprendere le strategie di intervento da poter implementare.

Le varie ipotesi progettuali, come precedentemente ribadito, sono state individuate per garantire *in primis*, la riduzione dei fabbisogni energetici e conseguentemente i consumi energetici derivanti.

È importante sottolineare che l'edificio in oggetto è **sottoposto a Vincolo delle Soprintendenze**, pertanto gli interventi previsti sono di natura prevalentemente impiantistica. Per quanto riguarda l'involucro edilizio è stato possibile prevedere solo la sostituzione parziale degli elementi vetrati, confermandone le caratteristiche morfologiche e materiche, nel pieno rispetto delle prescrizioni vigenti. Come precedentemente detto, tale intervento essendo necessario al soddisfacimento dei requisiti di Normativa, non rientra negli scenari di "possibili" strategie di efficientamento energetico da poter adottare. Pertanto, gli scenari di seguito analizzati sono tutti espressamente definiti nel paragrafo 5.3 del DM 26/06/2015.

Considerando che la finalità della DE è il rispetto del DM 26/06/2015 all'interno delle Misure di efficienza energetica devono essere contemplate almeno le opzioni riportate nell'Allegato 1 al punto 5.3, di cui si riporta il riferimento:

"Nel caso di ristrutturazione o di nuova installazione di impianti termici di potenza termica nominale del generatore maggiore o uguale a 100 kW, ivi compreso il distacco dall'impianto centralizzato anche di un solo utente/condomino, deve essere realizzata una diagnosi energetica dell'edificio e dell'impianto che metta a confronto le diverse soluzioni impiantistiche compatibili e la loro efficacia sotto il profilo dei costi complessivi (investimento, esercizio e manutenzione). La soluzione progettuale prescelta deve essere motivata nella relazione tecnica di cui al paragrafo 2.2, sulla base dei risultati della diagnosi. La diagnosi energetica deve considerare, in modo vincolante ma non esaustivo, almeno le seguenti opzioni:

- a) impianto centralizzato dotato di caldaia a condensazione con contabilizzazione e termoregolazione del calore per singola unità abitativa;*
- b) impianto centralizzato dotato di pompa di calore elettrica o a gas con contabilizzazione e termoregolazione del calore per singola unità abitativa;*
- c) le possibili integrazioni dei suddetti impianti con impianti solari termici;*

d) impianto centralizzato di cogenerazione;

e) stazione di teleriscaldamento collegata a una rete efficiente come definita al decreto legislativo n. 102 del 2014;

f) per gli edifici non residenziali, l'installazione di un sistema di gestione automatica degli edifici e degli impianti conforme al livello B della norma EN15232.

Tuttavia, in merito al lavoro in oggetto, **non tutti gli scenari sono stati analizzati data l'impossibilità di applicare tali strategie. Nella fattispecie:**

- **OPZIONE C: possibili integrazioni dei suddetti impianti con impianti solari termici:** l'edificio in oggetto è **sottoposto a Vincolo della Soprintendenza**, pertanto è assolutamente vietato l'impiego di una tale tecnologia che comprometterebbe l'estetica del complesso. L'adozione di tale strategia progettuale andrebbe quindi a contrastare un preesistente vincolo Normativo.

Per le ragioni suddette lo scenario in esame non è stato simulato, ritenendola una mera modellazione del tutto non conforme alle reali criticità dell'opera.

- **OPZIONE D: impianto centralizzato di cogenerazione:** l'edificio in oggetto è **sottoposto a Vincolo della Soprintendenza** e gli spazi tecnologici necessari a garantirne un'adeguata installazione sono del tutto inappropriati. **Non è stato possibile modificare l'assetto dell'edificio dato il preesistente vincolo.**

Per le ragioni suddette lo scenario in esame non è stato simulato, ritenendola una mera modellazione del tutto non conforme alle reali criticità dell'opera.

- **OPZIONE E: stazione di teleriscaldamento collegata a una rete efficiente come definita al decreto legislativo n. 102 del 2014:** l'edificio in oggetto non **risulta servito da una rete di teleriscaldamento efficiente nelle immediate vicinanze**. L'opzione in esame è stata subito scartata a seguito di opportune indagini in loco.

Per le ragioni suddette lo scenario in esame non è stato simulato, ritenendola una mera modellazione del tutto non conforme alle reali criticità dell'opera.

Pertanto, si andranno ad analizzare i seguenti scenari di intervento, così come previsto dal Decreto:

- Scenario 1: installazione di valvole termostatiche sui radiatori esistenti;

- Scenario 2: sostituzione del generatore con caldaia a condensazione altamente performante e ridimensionata in funzione dei nuovi fabbisogni termici rilevati
- Scenario 1 + 2: sostituzione del generatore con valvole termostatiche
- Scenario 3: sostituzione del generatore di calore (pompa di calore per solo riscaldamento);
- Scenario 4: impiego di sistema di regolazione altamente efficiente
- Scenario 5: rifacimento integrale dell'impianto di condizionamento, con sostituzione del generatore (pompa di calore altamente efficiente per la produzione di caldo e freddo).

A valle di tali simulazioni, si andrà ad analizzare lo scenario di intervento che ci si propone di perseguire, sia dal punto di vista energetico che economico. Tale scenario è stato realizzato considerando la combinazione di tutte le possibili strategie di efficientamento energetico e che hanno garantito un miglioramento globale del nuovo Plesso Museale.

9.1.1 Installazione valvole termostatiche – EEM1

Generalità

Per garantire una maggior efficienza del complesso in esame si è ritenuto necessario intervenire sulla tipologia di impianti ad oggi presenti.

Si suggerisce come primo intervento l'installazione di valvole termostatiche sui corpi radianti per favorire la regolazione della temperatura in ambiente, variando semplicemente la portata del fluido termovettore al radiatore.

Caratteristiche funzionali e tecniche

Dal punto di vista tecnologico, l'intervento prevede, la semplice installazione di valvole termostatiche sui radiatori ad oggi presenti. Tale intervento si configura come il meno invasivo, in quanto non comporta l'alterazione o modifica sostanziale dell'impianto ad oggi presente.

Si riportano nel seguito i calcoli derivanti dalla simulazione del primo scenario – EEM1.

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM1 sono riportati nelle tabelle a seguire.

L'introduzione di tale semplice miglioria consente di ridurre i consumi energetici, **garantendo il raggiungimento della classe energetica E.**

9.1.2 Indicatori di prestazione energetica

Indici di prestazione energetica dell'edificio in regime continuo									
Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 2 -INSTALLAZIONE VALVOLE TERMOSTATICHE CALCOLO VAN									
SERVIZI	EP _{nren} [kWh/(m² anno)]			EP _{ren} [kWh/(m² anno)]			EP _{tot} [kWh/(m² anno)]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	94,02	77,93	17,11	0,66	0,62	7,58	94,69	78,55	17,05
C									
W	3,37	3,37		0,81	0,81		4,18	4,18	
V	0,56	0,56		0,13	0,13		0,69	0,69	
L	39,20	39,20		9,45	9,45		48,65	48,65	
T	12,45	12,45		3,00	3,00		15,44	15,44	
Globale	149,60	133,50	10,76	14,06	14,01	0,28	163,65	147,51	9,86

Indici di prestazione energetica delle unità immobiliari in regime continuo									
Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 2 -INSTALLAZIONE VALVOLE TERMOSTATICHE CALCOLO VAN									
Unità immobiliare	EP _{nren} [kWh/(m² anno)]		EP _{ren} [kWh/(m² anno)]		EP _{tot} [kWh/(m² anno)]		Classe energetica		
	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	
Museo	163,65	147,51	14,06	14,01	149,74	133,50	F		E

LEGENDA (INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA IN REGIME CONTINUO)

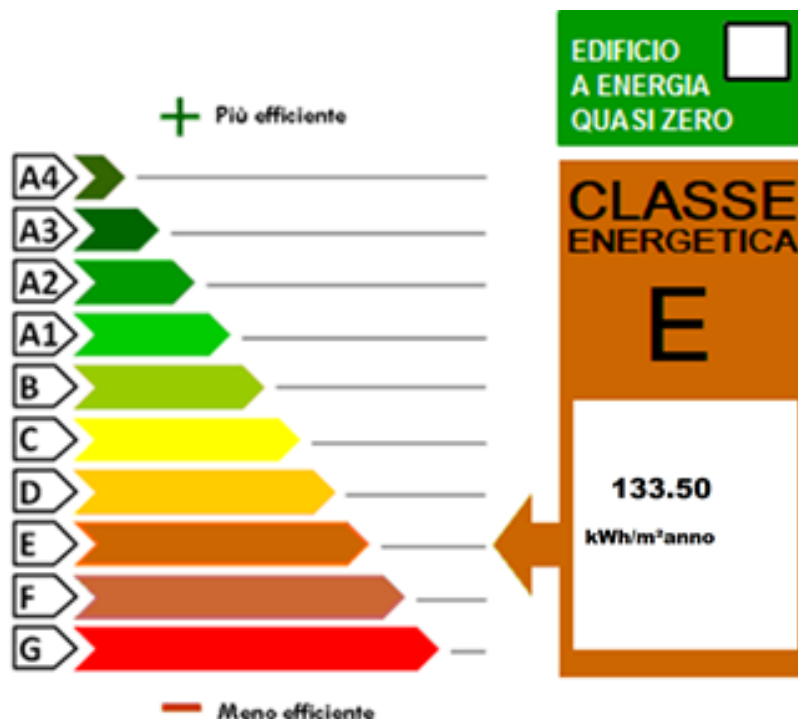
DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO		
$EP_{k,nren} = EP_{k,nren} / A$ [Formula (4) UNI/TS 11300-5]	EP _{k,nren}	[kWh/(m² anno)]
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO		
$EP_{k,ren} = EP_{k,ren} / A$	EP _{k,ren}	[kWh/(m² anno)]
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE PER IL SERVIZIO k-ESIMO		
$EP_{k,tot} = EP_{k,tot} / A$ [Formula (3) UNI/TS 11300-5]	EP _{k,tot}	[kWh/(m² anno)]

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ

ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO

MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

9.1.3 Classe energetica



9.1.4 Quota rinnovabile

Quota di energia primaria rinnovabile QR [%]			
Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 2 -INSTALLAZIONE VALVOLE TERMOSTATICHE CALCOLO VAN			
SERVIZI	QR [%]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	0,85	0,96	-11,76
C			
W	19,42	19,42	
V	19,42	19,42	
L	19,42	19,42	
T	19,42	19,42	
Globale	10,72	11,54	-7,66

9.1.5 Emissioni

Produzione di CO ₂			
<i>Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 2 -INSTALLAZIONE VALVOLE TERMOSTATICHE CALCOLO VAN</i>			
SERVIZI	CO ₂ [kg]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	22578,70	19064,90	15,56
C			
W	1,05	1,05	
V	215,04	215,04	
L	19460,60	19460,60	
T	4817,39	4817,39	
Globale	47072,80	43559,00	7,46

9.1.6 Sostituzione del generatore – EEM2

Generalità

Per garantire una maggior efficienza del complesso in esame si è ritenuto necessario intervenire sulla tipologia di impianti ad oggi presenti.

La proposta progettuale che ci si propone di perseguire mira alla realizzazione di un impianto di riscaldamento adeguato alle effettive esigenze rilevate. Si propone pertanto la sostituzione della caldaia preesistente con una caldaia a basamento a condensazione, funzionamento modulante con potenza termica nominale di circa 200 kWt.

Prestazioni raggiungibili

L'introduzione di tale semplice miglioria consente di ridurre i consumi energetici, **tuttavia si conferma la classe energetica di partenza F.**

9.1.7 Indicatori di prestazione energetica

Fabbisogni di energia termica in regime intermittente			
Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 3bis – sostituzione del generatore caldaia			
SERVIZI	Q _{k,nd} [kWh/anno]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	115838,00	115838,00	
C	97928,20	97928,20	

Fabbisogni di energia primaria in regime intermittente									
Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 3bis – sostituzione del generatore caldaia									
SERVIZI	E _{p,k,nren} [kWh/anno]			E _{p,k,ren} [kWh/anno]			E _{p,k,tot} [kWh/anno]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	119619,00	96219,40	19,56	1025,53	709,14	30,85	120644,00	96928,50	19,66
C									
W	4,72	4,72		1,14	1,14		5,86	5,86	
V	967,98	967,98		233,31	233,31		1201,29	1201,29	
L	87599,50	87599,50		21113,70	21113,70		108713,00	108713,00	
T	21684,90	21684,90		5226,63	5226,63		26911,60	26911,60	
Globale	229876,00	206477,00	10,18	27600,30	27284,00	1,15	257476,00	233761,00	9,21

LEGENDA (INDICATORI DI PROGETTO IN REGIME INTERMITTENTE)

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA UTILE IN CONDIZIONI DI VENTILAZIONE DI RIFERIMENTO	Q _{k,nd}	[kWh/anno]
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO	E _{p,k,nren}	[kWh/anno]
$E_{p,k,nren} = \sum_i (E_{del,k,i} \cdot f_{p,nren,del,i}) - \sum_i (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,nren,exp,i})$ [Formula (13) UNI/TS 11300-5]		
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO	E _{p,k,ren}	[kWh/anno]
$E_{p,k,ren} = \sum_i (E_{del,k,i} \cdot f_{p,ren,del,i}) - \sum_i (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,ren,exp,i})$ [Formula (12) UNI/TS 11300-5]		
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE PER IL SERVIZIO k-ESIMO	E _{p,k,tot}	[kWh/anno]
$E_{p,k,tot} = \sum_i (E_{del,k,i} \cdot f_{p,tot,del,i}) - \sum_i (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,tot,exp,i})$ [Formula (14) UNI/TS 11300-5]		

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ

ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO

MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

Indici di prestazione energetica dell'edificio in regime continuo*Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 3bis – sostituzione del generatore caldaia*

SERVIZI	EP _{nren} [kWh/(m² anno)]			EP _{ren} [kWh/(m² anno)]			EP _{tot} [kWh/(m² anno)]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	94,02	81,34	13,49	0,66	0,43	34,85	94,69	81,78	13,64
C									
W	3,37	3,37		0,81	0,81		4,18	4,18	
V	0,56	0,56		0,13	0,13		0,69	0,69	
L	39,20	39,20		9,45	9,45		48,65	48,65	
T	12,45	12,45		3,00	3,00		15,44	15,44	
Globale	149,60	136,92	8,48	14,06	13,83	1,64	163,65	150,74	7,89

Indici di prestazione energetica delle unità immobiliari in regime continuo*Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 3bis – sostituzione del generatore caldaia*

Unità immobiliare	EP _{nren} [kWh/(m² anno)]		EP _{ren} [kWh/(m² anno)]		EP _{tot} [kWh/(m² anno)]		Classe energetica	
	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO
Museo	163,65	150,74	14,06	13,83	149,74	136,92	F	F

LEGENDA (INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA IN REGIME CONTINUO)

DEFINIZIONE

INDICE DI ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO

 $EP_{k,nren} = EP_{k,nren} / A$ [Formula (4) UNI/TS 11300-5]

INDICE DI ENERGIA PRIMARIA RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO

 $EP_{k,ren} = EP_{k,ren} / A$

INDICE DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE PER IL SERVIZIO k-ESIMO

 $EP_{k,tot} = EP_{k,tot} / A$ [Formula (3) UNI/TS 11300-5]

SIMBOLO

UNITA' DI MISURA

EP_{k,nren}

[kWh/(m² anno)]

EP_{k,ren}

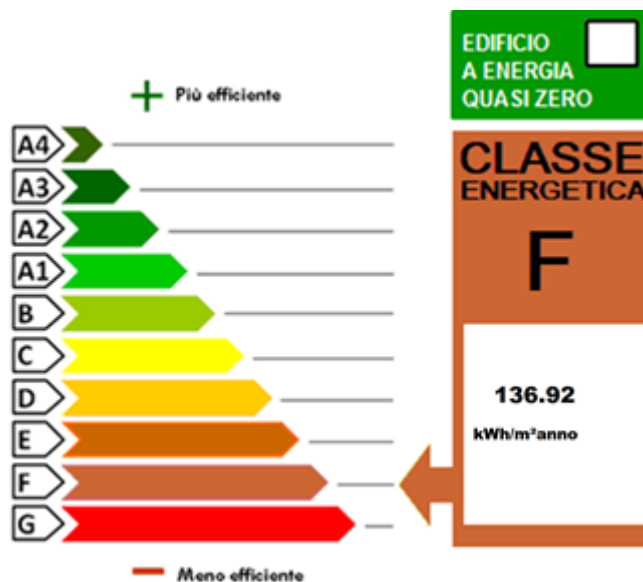
[kWh/(m² anno)]

EP_{k,tot}

[kWh/(m² anno)]

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ
 ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO
 MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

9.1.8 Classe energetica



9.1.9 Quota rinnovabile

Quota di energia primaria rinnovabile QR [%]			
Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 3bis – sostituzione del generatore caldaia			
SERVIZI	QR [%]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	0,85	0,73	14,12
C			
W	19,42	19,42	
V	19,42	19,42	
L	19,42	19,42	
T	19,42	19,42	
Globale	10,72	11,67	-8,96

9.1.10 Emissioni

Produzione di CO ₂			
<i>Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 3bis – sostituzione del generatore caldaia</i>			
SERVIZI	CO ₂ [kg]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	22578,70	18145,30	19,64
C			
W	1,05	1,05	
V	215,04	215,04	
L	19460,60	19460,60	
T	4817,39	4817,39	
Globale	47072,80	42639,40	9,42

9.1.11 Sostituzione del generatore ed installazione delle valvole termostatiche – EEM 1+2

Generalità

Per garantire una maggior efficienza del complesso in esame si è ipotizzato di adottare entrambe le soluzioni prima espone, potendo garantire un miglioramento della classe energetica del complesso edilizio.

Prestazioni raggiungibili

L'introduzione di tale semplice miglioria consente di ridurre ulteriormente i consumi energetici, raggiungendo la classe energetica E.

9.1.12 Indicatori di prestazione energetica

Fabbisogni di energia termica in regime intermittente			
Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 3 – sostituzione del generatore + valvole termostatiche			
SERVIZI	Q _{k,nd} [kWh/anno]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	115838,00	115838,00	
C	97928,20	97928,20	

Fabbisogni di energia primaria in regime intermittente									
Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 3 – sostituzione del generatore + valvole termostatiche									
SERVIZI	E _{p,k,nren} [kWh/anno]			E _{p,k,ren} [kWh/anno]			E _{p,k,tot} [kWh/anno]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	119619,00	96219,40	19,56	1025,53	709,14	30,85	120644,00	96928,50	19,66
C									
W	4,72	4,72		1,14	1,14		5,86	5,86	
V	967,98	967,98		233,31	233,31		1201,29	1201,29	
L	87599,50	87599,50		21113,70	21113,70		108713,00	108713,00	
T	21684,90	21684,90		5226,63	5226,63		26911,60	26911,60	
Globale	229876,00	206477,00	10,18	27600,30	27284,00	1,15	257476,00	233761,00	9,21

LEGENDA (INDICATORI DI PROGETTO IN REGIME INTERMITTENTE)

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA UTILE IN CONDIZIONI DI VENTILAZIONE DI RIFERIMENTO	Q _{k,nd}	[kWh/anno]
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO	E _{p,k,nren}	[kWh/anno]
$E_{p,k,nren} = \sum (E_{del,k,i} \cdot f_{p,nren,del,i}) - \sum (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,nren,exp,i})$ [Formula (13) UNI/TS 11300-5]		
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO	E _{p,k,ren}	[kWh/anno]
$E_{p,k,ren} = \sum (E_{del,k,i} \cdot f_{p,ren,del,i}) - \sum (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,ren,exp,i})$ [Formula (12) UNI/TS 11300-5]		
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE PER IL SERVIZIO k-ESIMO	E _{p,k,tot}	[kWh/anno]
$E_{p,k,tot} = \sum (E_{del,k,i} \cdot f_{p,tot,del,i}) - \sum (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,tot,exp,i})$ [Formula (14) UNI/TS 11300-5]		

9.1.13 Indici di prestazione energetica

Indici di prestazione energetica dell'edificio in regime continuo									
Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 3 – sostituzione del generatore + valvole termostatiche									
SERVIZI	EP _{nren} [kWh/(m² anno)]			EP _{ren} [kWh/(m² anno)]			EP _{tot} [kWh/(m² anno)]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	94,02	81,34	13,49	0,66	0,43	34,85	94,69	81,78	13,64
C									
W	3,37	3,37		0,81	0,81		4,18	4,18	
V	0,56	0,56		0,13	0,13		0,69	0,69	
L	39,20	39,20		9,45	9,45		48,65	48,65	
T	12,45	12,45		3,00	3,00		15,44	15,44	
Globale	149,60	136,92	8,48	14,06	13,83	1,64	163,65	150,74	7,89

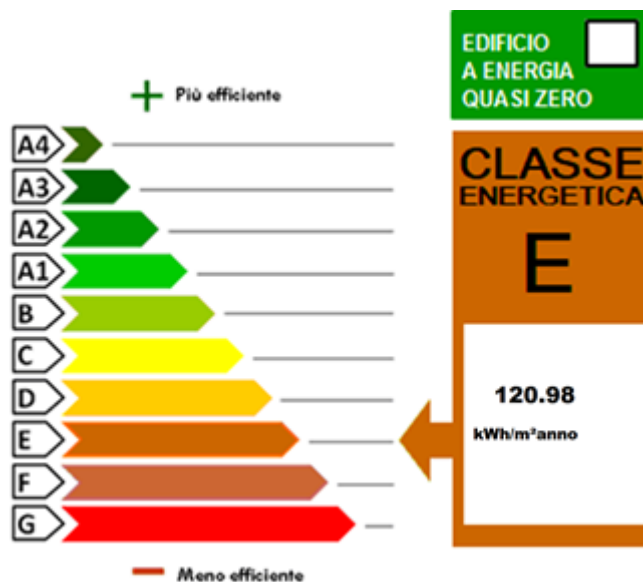
Indici di prestazione energetica delle unità immobiliari in regime continuo								
Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 3 – sostituzione del generatore + valvole termostatiche								
Unità immobiliare	EP _{nren} [kWh/(m² anno)]		EP _{ren} [kWh/(m² anno)]		EP _{tot} [kWh/(m² anno)]		Classe energetica	
	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO
Museo	163,65	150,74	14,06	13,83	149,74	136,92	F	F

LEGENDA (INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA IN REGIME CONTINUO)

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO		
$EP_{k,nren} = EP_{k,nren} / A$ [Formula (4) UNI/TS 11300-5]	EP _{k,nren}	[kWh/(m² anno)]
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO		
$EP_{k,ren} = EP_{k,ren} / A$	EP _{k,ren}	[kWh/(m² anno)]
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE PER IL SERVIZIO k-ESIMO		
$EP_{k,tot} = EP_{k,tot} / A$ [Formula (3) UNI/TS 11300-5]	EP _{k,tot}	[kWh/(m² anno)]

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ
 ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO
 MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

9.1.14 Classe energetica



9.1.15 Quota rinnovabile

Quota di energia primaria rinnovabile QR [%]			
Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 3bis – sostituzione del generatore caldaia			
SERVIZI	QR [%]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	0,85	0,73	14,12
C			
W	19,42	19,42	
V	19,42	19,42	
L	19,42	19,42	
T	19,42	19,42	
Globale	10,72	11,67	-8,96

9.1.16 Emissioni

Produzione di CO ₂			
<i>Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 3bis – sostituzione del generatore caldaia</i>			
SERVIZI	CO ₂ [kg]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	22578,70	18145,30	19,64
C			
W	1,05	1,05	
V	215,04	215,04	
L	19460,60	19460,60	
T	4817,39	4817,39	
Globale	47072,80	42639,40	9,42

9.1.17 Sostituzione del generatore – installazione di una nuova pompa di calore EEM3

Generalità

Per garantire una maggior efficienza del complesso in esame si è ritenuto necessario intervenire sulla tipologia di impianti ad oggi presenti.

La proposta progettuale che ci si propone di perseguire mira alla realizzazione di un impianto di condizionamento che assicuri il **controllo delle condizioni di comfort interne non solo durante il regime invernale, ma anche durante il regime estivo**. Ad oggi infatti, il controllo delle condizioni ambientali interne risulta del tutto assente, potendo usufruire esclusivamente di un impianto di riscaldamento di tipo tradizionale (a meno dei locali ad uso ufficio che sono dotati di un piccolo impianto di condizionamento di tipo autonomo).

Tuttavia, per poter comprendere effettivamente i margini di risparmio perseguibili con la sostituzione del generatore, si è analizzato uno scenario che tenesse conto del funzionamento dell'impianto ad uso esclusivamente invernale. Così facendo è stato possibile confrontare i consumi derivanti dal funzionamento dell'impianto di riscaldamento di tipo tradizionale (radiatori e caldaia a condensazione), con un impianto di riscaldamento maggiormente efficiente e costituito da:

- Pompa di calore ad alta efficienza energetica per ottimizzare i consumi energetici ed in versione silenziosa per contenere le emissioni acustiche durante il funzionamento:

Riscaldamento: Potenza resa 233,1 kW; COP: 4,21

Raffreddamento: Potenza resa 295,0 kW; EER: 4,02

La PDC selezionata soddisfa i requisiti di legge di all'allegato I del DM 16 febbraio 2016 per l'accesso agli incentivi del Conto Termico 2.0, i requisiti di legge di cui all'art. 9 c.b 2-bis del DM 19 febbraio 2007 e successive modifiche e integrazioni per l'accesso alla detrazione fiscale del 65%.

Prestazioni raggiungibili

Nonostante l'efficacia dell'intervento non è stato possibile ottenere il salto di classe. Chiaramente questo dipende dal maggior consumo di energia elettrica che deriva da un generatore siffatto.

Ciò che non bisogna tuttavia sottovalutare è la notevole riduzione di emissioni di CO2 in ambiente (eliminando il processo di combustione della caldaia) e l'incremento di quota rinnovabile. In un bilancio energetico globale, tali fattori sono assolutamente non trascurabili.

9.1.18 Indicatori di prestazione energetica

Fabbisogni di energia termica in regime intermittente									
Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 4bis – sostituzione generatore con PDC									
SERVIZI	Q _{k,nd} [kWh/anno]								
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]						
H	115838,00	115838,00							
C	97928,20	97928,20							
Fabbisogni di energia primaria in regime intermittente									
Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 4bis – sostituzione generatore con PDC									
SERVIZI	E _{p,k,nren} [kWh/anno]			E _{p,k,ren} [kWh/anno]			E _{p,k,tot} [kWh/anno]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	119619,00	93057,50	22,20	1025,53	22429,20	-2087,11	120644,00	115487,00	4,28
C									
W	4,72	4,72		1,14	1,14		5,86	5,86	
V	967,98	967,98		233,31	233,31		1201,29	1201,29	
L	87599,50	87599,50		21113,70	21113,70		108713,00	108713,00	
T	21684,90	21684,90		5226,63	5226,63		26911,60	26911,60	
Globale	229876,00	203315,00	11,55	27600,30	49004,10	-77,55	257476,00	252319,00	2,00

LEGENDA (INDICATORI DI PROGETTO IN REGIME INTERMITTENTE)

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA UTILE IN CONDIZIONI DI VENTILAZIONE DI RIFERIMENTO	Q _{k,nd}	[kWh/anno]
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO	E _{p,k,nren}	[kWh/anno]
$E_{p,k,nren} = \sum_i (E_{del,k,i} \cdot f_{p,nren,del,i}) - \sum_i (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,nren,exp,i})$ [Formula (13) UNI/TS 11300-5]		
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO	E _{p,k,ren}	[kWh/anno]
$E_{p,k,ren} = \sum_i (E_{del,k,i} \cdot f_{p,ren,del,i}) - \sum_i (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,ren,exp,i})$ [Formula (12) UNI/TS 11300-5]		
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE PER IL SERVIZIO k-ESIMO	E _{p,k,tot}	[kWh/anno]
$E_{p,k,tot} = \sum_i (E_{del,k,i} \cdot f_{p,tot,del,i}) - \sum_i (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,tot,exp,i})$ [Formula (14) UNI/TS 11300-5]		

9.1.19 Indici di prestazione energetica

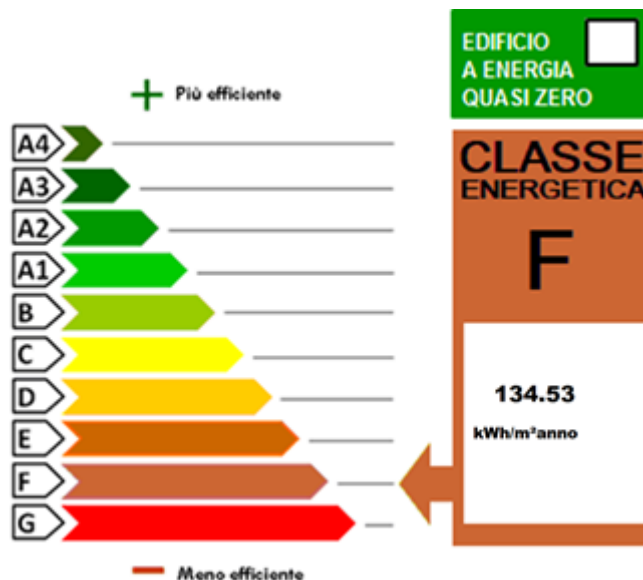
Indici di prestazione energetica dell'edificio in regime continuo									
Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 4bis - sostituzione generatore con PDC									
SERVIZI	EP _{nren} [kWh/(m² anno)]			EP _{ren} [kWh/(m² anno)]			EP _{tot} [kWh/(m² anno)]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	94,02	78,96	16,02	0,66	19,03	-2783,33	94,69	97,99	-3,50
C									
W	3,37	3,37		0,81	0,81		4,18	4,18	
V	0,56	0,56		0,13	0,13		0,69	0,69	
L	39,20	39,20		9,45	9,45		48,65	48,65	
T	12,45	12,45		3,00	3,00		15,44	15,44	
Globale	149,60	134,53	10,07	14,06	32,43	-130,75	163,65	166,96	-2,02

Indici di prestazione energetica delle unità immobiliari in regime continuo								
Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 4bis - sostituzione generatore con PDC								
Unità immobiliare	EP _{nren} [kWh/(m² anno)]		EP _{ren} [kWh/(m² anno)]		EP _{tot} [kWh/(m² anno)]		Classe energetica	
	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO
Museo	163,65	166,96	14,06	32,43	149,60	134,53	F	F

LEGENDA (INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA IN REGIME CONTINUO)

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO		
$EP_{k,nren} = E_{p,k,nren} / A$ [Formula (4) UNI/TS 11300-5]	EP _{k,nren}	[kWh/(m² anno)]
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO		
$EP_{k,ren} = E_{p,k,ren} / A$	EP _{k,ren}	[kWh/(m² anno)]
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE PER IL SERVIZIO k-ESIMO		
$EP_{k,tot} = E_{p,k,tot} / A$ [Formula (3) UNI/TS 11300-5]	EP _{k,tot}	[kWh/(m² anno)]

9.1.20 Classe energetica



9.1.21 Emissioni

Produzione di CO ₂			
<i>Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 5: solo impianto riscaldamento con PDC</i>			
SERVIZI	CO ₂ [kg]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	22578,70	20074,70	11,09
C			
W	1,50	0,11	92,62
V	215,04	215,04	
L	19560,00	11855,20	39,39
T	4817,39	4817,39	
Globale	47172,70	36962,40	21,64

9.1.22 Sostituzione del generatore – installazione di una nuova pompa di calore e sistema di regolazione centralizzato EEM4

Generalità



GNOSIS progetti
 soc. coop.
 40 via Medina
 80133 Napoli - Italy

gnosis.it
 gnosis@gnosis.it
 +39 081 552 33 12

Per garantire una maggior efficienza del complesso in esame si è ritenuto necessario intervenire sulla tipologia di impianti ad oggi presenti e sul sistema di regolazione. Ad integrazione della soluzione precedentemente esposta, si è prevista l'adozione di un sistema di gestione e controllo centralizzato in grado di modulare il funzionamento della pompa di calore (in funzione degli effettivi fabbisogni e delle condizioni di temperatura al contorno). In tal modo si riducono inutili sprechi energetici e si garantisce il monitoraggio continuo dei consumi.

Prestazioni raggiungibili

La soluzione progettuale proposta consente di raggiungere la classe energetica E, riducendo notevolmente i consumi energetici.

9.1.23 Indicatori di prestazione energetica

Fabbisogni di energia termica in regime intermittente			
Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 4 – sostituzione generatore con PDC e regolazione			
SERVIZI	Q _{k,nd} [kWh/anno]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	115838,00	117985,00	-1,85
C	97928,20	61766,90	36,93

Fabbisogni di energia primaria in regime intermittente									
Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 4 – sostituzione generatore con PDC e regolazione									
SERVIZI	E _{p,k,nren} [kWh/anno]			E _{p,k,ren} [kWh/anno]			E _{p,k,tot} [kWh/anno]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	119619,00	75388,60	36,98	1025,53	18170,60	-1671,84	120644,00	93559,20	22,45
C									
W	4,72	4,72		1,14	1,14		5,86	5,86	
V	967,98	967,98		233,31	233,31		1201,29	1201,29	
L	87599,50	87599,50		21113,70	21113,70		108713,00	108713,00	
T	21684,90	21684,90		5226,63	5226,63		26911,60	26911,60	
Globale	229876,00	185646,00	19,24	27600,30	44745,40	-62,12	257476,00	230391,00	10,52

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ
ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO
MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

LEGENDA (INDICATORI DI PROGETTO IN REGIME INTERMITTENTE)

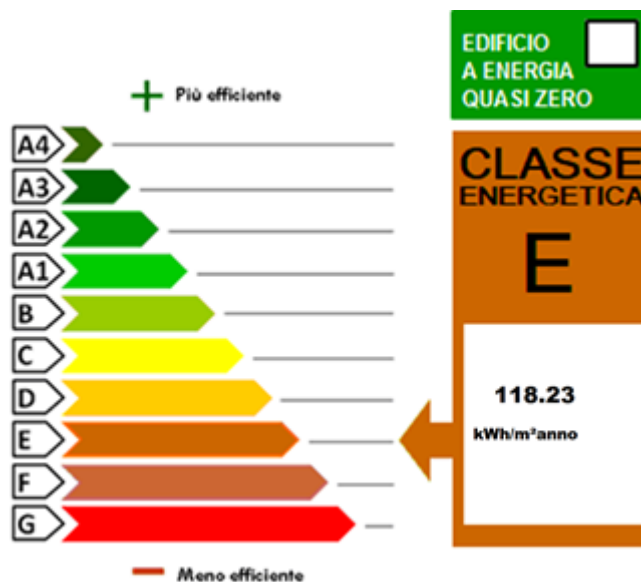
DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA UTILE IN CONDIZIONI DI VENTILAZIONE DI RIFERIMENTO	$Q_{k,nd}$	[kWh/anno]
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $EP_{k,nren} = \sum_i (E_{del,k,i} \cdot f_{p,nren,del,i}) - \sum_i (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,nren,exp,i})$ [Formula (13) UNI/TS 11300-5]	$EP_{k,nren}$	[kWh/anno]
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $EP_{k,ren} = \sum_i (E_{del,k,i} \cdot f_{p,ren,del,i}) - \sum_i (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,ren,exp,i})$ [Formula (12) UNI/TS 11300-5]	$EP_{k,ren}$	[kWh/anno]
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $EP_{k,tot} = \sum_i (E_{del,k,i} \cdot f_{p,tot,del,i}) - \sum_i (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,tot,exp,i})$ [Formula (14) UNI/TS 11300-5]	$EP_{k,tot}$	[kWh/anno]

9.1.24 Indici di prestazione energetica

Indici di prestazione energetica dell'edificio in regime continuo									
Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 4 - sostituzione generatore con PDC e regolazione									
SERVIZI	EP_{nren} [kWh/(m² anno)]			EP_{ren} [kWh/(m² anno)]			EP_{tot} [kWh/(m² anno)]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	94,02	62,66	33,35	0,66	15,10	-2187,88	94,69	77,77	17,87
C									
W	3,37	3,37		0,81	0,81		4,18	4,18	
V	0,56	0,56		0,13	0,13		0,69	0,69	
L	39,20	39,20		9,45	9,45		48,65	48,65	
T	12,45	12,45		3,00	3,00		15,44	15,44	
Globale	149,60	118,23	20,96	14,06	28,50	-102,78	163,65	146,73	10,34

Indici di prestazione energetica delle unità immobiliari in regime continuo									
Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 4 - sostituzione generatore con PDC e regolazione									
Unità immobiliare	EP_{nren} [kWh/(m² anno)]		EP_{ren} [kWh/(m² anno)]		EP_{tot} [kWh/(m² anno)]		Classe energetica		
	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	
Museo	163,65	146,73	14,06	28,50	149,60	118,23	F	E	

9.1.25 Classe energetica



9.1.26 Emissioni

Produzione di CO ₂			
Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 4 – sostituzione generatore con PDC e regolazione			
SERVIZI	CO ₂ [kg]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	22578,70	16747,90	25,82
C			
W	1,05	1,05	
V	215,04	215,04	
L	19460,60	19460,60	
T	4817,39	4817,39	
Globale	47072,80	41241,90	12,39

Come si può notare è evidente che la soluzione prevista per l'impianto di riscaldamento, comporta l'annullamento dei consumi di gas, avendo previsto come generatore di calore una pompa di calore il cui funzionamento deriva esclusivamente dall'energia elettrica.

Ulteriore elemento da non sottovalutare riguarda il sistema di regolazione previsto per gli impianti, attualmente del tutto assente; la possibilità di modulare il funzionamento degli impianti **assicura non solo il controllo delle condizioni di comfort indoor, ma anche l'eliminazione di inutili sprechi energetici.**

9.1.27 Sostituzione del generatore e nuovo impianto di condizionamento – EEM5

Generalità

In quest'ultimo scenario si vuole analizzare un ulteriore aspetto che è stato determinante per l'orientamento di tutte le scelte progettuali.

Come esplicitato in premessa, l'edificio sarà oggetto di un importante intervento di restauro e risanamento conservativo, che mira alla realizzazione di un nuovo plesso adatto ad accogliere le numerose funzioni del Museo dell'Emigrazione Italiana.

L'edificio in oggetto si caratterizzerà per la presenza di diverse sale espositive ad alto affollamento, oltre che da locali ad uso ufficio previste al piano primo. Pertanto risulta necessario prevedere un adeguato sistema di climatizzazione che assicuri il controllo delle condizioni di comfort sia in regime invernale che estivo.

La necessità di ricorrere a soluzioni tecnologiche in grado di garantire il giusto comfort all'interno dei locali ha indotto a condurre un'attenta analisi finalizzata alla selezione dei sistemi impiantistici più adeguati senza sottovalutare l'aspetto, di sicuro non meno prioritario, dell'efficienza energetica e dei costi di gestione.

Le scelte progettuali riguardo l'impianto di climatizzazione tengono dunque conto delle diverse destinazioni d'uso degli ambienti e della necessità di prevedere soluzioni in grado di garantire un'ottimizzazione energetica del fabbricato.

In funzione di tali obiettivi si è scelto di realizzare un impianto idronico a due tubi di tipo centralizzato in grado di produrre, in relazione alla stagione di funzionamento, l'acqua calda o refrigerata richiesta.

Per ottimizzare i consumi energetici degli impianti (condizionamento e ACS), si prevede di utilizzare come unica fonte energetica l'energia elettrica. La centrale termofrigorifera, deputata alla produzione dei suddetti fluidi termovettori, si compone dunque di un gruppo refrigeratore d'acqua con funzionamento a pompa di calore, del tipo con condensazione ad aria.

Il gruppo è caratterizzato da una potenza frigorifera di circa 295 kW e da una potenza termica di 233,1 kW, così da poter soddisfare il carico massimo contemporaneo dell'edificio.

La soluzione tecnologica adottata offre notevoli vantaggi energetici e, quindi, economici per la gestione dell'impianto: la macchina selezionata è infatti caratterizzata da elevati coefficienti di prestazione, con conseguente sensibile risparmio energetico ed allineamento con la vigente normativa in materia che obbliga l'utilizzo di fonti rinnovabili ed alternative. Per i gruppi in progetto si stimano i seguenti rendimenti riferiti alla produzione diretta di acqua calda a 45°C ed acqua refrigerata a 7°C:

- Pompa di calore ad alta efficienza energetica per ottimizzare i consumi energetici ed in versione silenziosa per contenere le emissioni acustiche durante il funzionamento:
Riscaldamento: Potenza resa 233,1 kW; COP: 4,21
Raffreddamento: Potenza resa 295,0 kW; EER: 4,02
- ***La PDC selezionata soddisfa i requisiti di legge di all'allegato I del DM 16 febbraio 2016 per l'accesso agli incentivi del Conto Termico 2.0***

All'interno dell'edificio, in particolare nelle zone comuni, negli uffici e negli ambienti con accesso al pubblico, dove risulta necessario un controllo locale della temperatura ed una rapida messa a regime dell'impianto, l'impianto di climatizzazione sarà di tipo idronico a due tubi con ventilconvettori.

Per raggiungere il massimo livello di integrazione architettonica, questi ultimi saranno del tipo ad incasso per installazione a pavimento, laddove possibile, o entro spazi tecnici ricavati nelle pareti e nei controsoffitti. Tutti i ventilconvettori saranno dotati di ventilatori con motori brushless direttamente accoppiati ed azionati da inverter. L'impiego di ventilatori brushless ad elevatissima efficienza energetica permette di avere la massima silenziosità di funzionamento e di adeguare, inoltre, istante per istante la potenza erogata dall'unità alla richiesta da parte dell'ambiente da climatizzare, con un risparmio elettrico di ventilazione nella climatizzazione invernale ed estiva pari a circa il 50% rispetto ai tradizionali sistemi on-off. È prevista la gestione locale dei ventilconvettori mediante termostati dedicati per l'impostazione del set-point di temperatura desiderato negli ambienti. La regolazione avverrà per mezzo di valvole servocomandate a due vie installate a monte delle batterie di scambio termico. Le valvole di regolazione svolgono anche la funzione di taratura del terminale a cui sono collegate consentendo, inoltre, un'efficace taratura del circuito idraulico di distribuzione.

Tutti i ventilconvettori saranno inoltre resi sezionabili mediante valvole di intercettazione a sfera e detentori installati a monte e a valle delle batterie di scambio termico.

Per gli uffici è prevista la realizzazione di un impianto di ventilazione meccanica a doppio flusso che impiega un'unità ventilante con recuperatore di calore aria/aria ad elevata efficienza energetica per garantire il giusto apporto di aria esterna all'ambiente.

Il recuperatore di calore aria/aria sarà dotato di dispositivi antivibranti e giunti di collegamento elastico con i canali e sarà essenzialmente costituito da:

- filtro piano rigenerabile sull'espulsione dell'aria;
- ventilatore di ripresa plug-fan azionato da inverter;
- recuperatore di calore statico del tipo a flussi in controcorrente ad elevata efficienza energetica;
- serranda di regolazione motorizzata predisposte per il free-cooling;
- sezione presa aria esterna con filtri rigenerabili;
- ventilatore di mandata dell'aria plug-fan azionato da inverter.

Il recuperatore di calore, così come sopra descritto sarà equipaggiato con ventilatori plug-fan direttamente accoppiati e con motore EC azionato da inverter. Sarà possibile in tal modo variare la portata di aria esterna immettendo in ambiente il giusto apporto di aria primaria in relazione all'affollamento effettivo dei locali rilevato per il tramite di una sonda di CO₂.

Di seguito si analizzano i risultati perseguibili con tale scenario di intervento:

9.1.28 Indici di prestazione energetica

Indici di prestazione energetica dell'edificio in regime continuo									
Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 6: completo									
SERVIZI	EP _{nren} [kWh/(m² anno)]			EP _{ren} [kWh/(m² anno)]			EP _{tot} [kWh/(m² anno)]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	94,02	81,37	13,45	0,66	19,61	2871,21	94,69	100,98	-6,65
C		21,94			5,29			27,23	
W	3,37	0,33	90,50	0,81	0,77	6,17	4,18	1,10	73,92
V	0,56	0,56		0,13	0,13		0,69	0,69	
L	39,35	30,20	23,23	9,48	7,28	23,21	48,83	37,48	23,23
T	12,45	12,45		3,00	3,00		15,44	15,44	
Globale	149,74	146,85	1,94	14,09	36,08	-156,07	163,84	182,93	-11,65

Indici di prestazione energetica delle unità immobiliari in regime continuo								
Intervento di riqualificazione energetica: Scenario 6: completo								
Unità immobiliare	EP _{nren} [kWh/(m² anno)]		EP _{ren} [kWh/(m² anno)]		EP _{tot} [kWh/(m² anno)]		Classe energetica	
	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO
Museo	163,84		14,09		149,74		F	
Museo		182,93		36,08		146,85		C

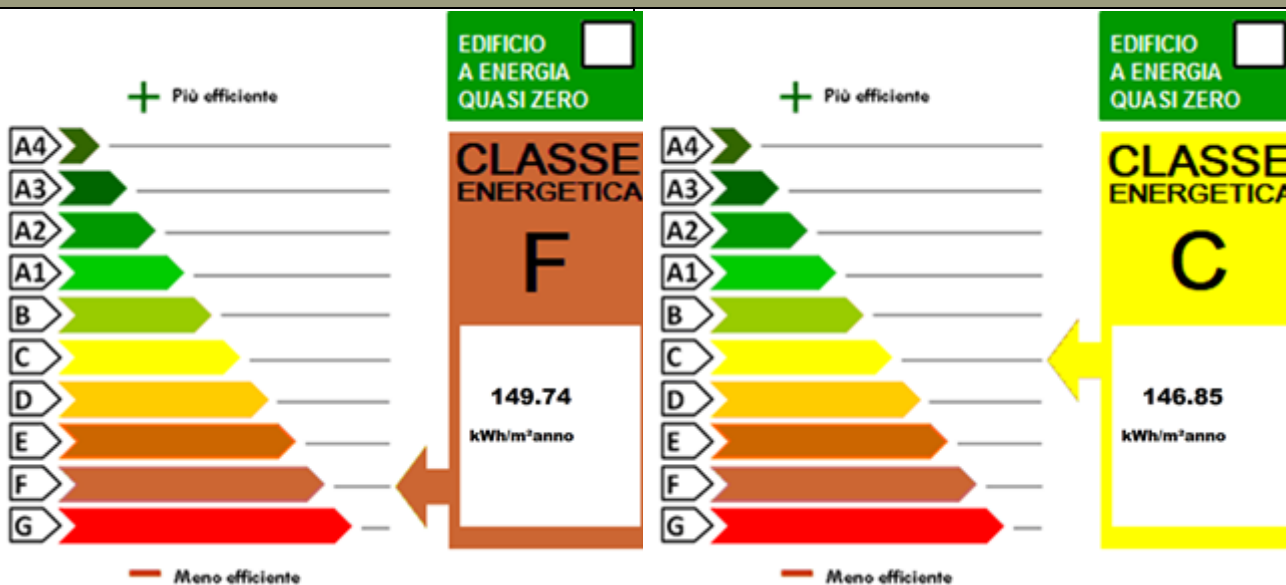
LEGENDA (INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA IN REGIME CONTINUO)

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO		
$EP_{k,nren} = EP_{k,nren} / A$ [Formula (4) UNI/TS 11300-5]	EP _{k,nren}	[kWh/(m² anno)]
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO		
$EP_{k,ren} = EP_{k,ren} / A$	EP _{k,ren}	[kWh/(m² anno)]
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE PER IL SERVIZIO k-ESIMO		
$EP_{k,tot} = EP_{k,tot} / A$ [Formula (3) UNI/TS 11300-5]	EP _{k,tot}	[kWh/(m² anno)]

9.1.29 Classe energetica: confronto "Ante Operam" VS "Post Operam"

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ
 ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO
 MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

Classificazione dell'edificio



Vettori		Energia		Ante Operam [L/m]		Post Operam [L/m]		Δ[%]	
Servizio									
Vettore: Energia elettrica									
Riscaldamento				2181.97		60497.49		-2672.6	
Acq				3.46		0.26		92.4	
Ventilazione				496.40		496.40		0.0	
Illuminazione				45152.46		27995.15		38.0	
Trasporto				11120.48		11120.48		0.0	
Globale				58954.78		119872.94		-103.3	
Raffrescamento				0.00		19763.15		-100.0	
Vettore: Gas naturale (metano)									
Riscaldamento				11626.50		0.00		100.0	
Globale				11626.50		0.00		100.0	

Prestazione energetica globale Ante Operam		Prestazione energetica globale Post Operam	

Figura 34: confronto consumi Ante operam - Post Operam

Post Operam [Um]	Δ [%]
60497.49	-2672.6
0.26	92.4
496.40	0.0
27995.15	38.0
11120.48	0.0
119872.94	-103.3
19763.15	-100.0
0.00	100.0
0.00	100.0

Figura 35: Zoom - risparmi conseguibili post interventi

Tale tipologia di interventi è stata individuata per garantire un adeguamento dell'edificio alle nuove esigenze funzionali del plesso Museale.

Pertanto, oltre ad assicurare un miglioramento prestazionale dell'edificio in esame, le soluzioni proposte forniscono un servizio aggiuntivo, controllando tutto l'anno il mantenimento delle condizioni di comfort indoor.

Da notare come le soluzioni proposte assicureranno il raggiungimento della classe energetica C, con un miglioramento notevole dal punto di vista energetico.

Vantaggi:

- Miglior comfort degli occupanti;
- Qualità dell'aria interna garantita;
- Ridotti consumi energetici
- Manutenibilità agevolata.

10 ANALISI COSTI - BENEFICI

10.1 ANALISI ECONOMICA DEGLI SCENARI

L'analisi dal punto di vista economico è stata effettuata in riferimento ai diversi scenari precedentemente esposti.

Prima di entrare nel merito delle diverse strategie di efficientamento energetico, è necessario stabilire una "baseline" economica derivanti dal consumo dei vettori energetici.

Sulla scorta di quanto analizzato nei paragrafi precedenti, si possono desumere i costi annuali derivanti dal consumo di energia elettrica e gas (le tariffe utilizzate per valutare i costi annuali della sola fornitura di energia, sono stati desunti dalle fatture precedentemente analizzate).

SCENARIO 0 BASELINE DEI CONSUMI				
VETTORE - ENERGIA ELETTRICA				
IMPIEGO	UM	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ%
Riscaldamento	kWh	2181,97	-	0
ACS	kWh	3,46	-	0
Ventilazione	kWh	496,4	-	0
Illuminazione	kWh	45142,46	-	0
Trasporto	kWh	11120,48	-	0
GLOBALE	kWh	58944,77	-	0

SCENARIO 0 BASELINE DEI COSTI		
VETTORE - ENERGIA ELETTRICA (METANO)		
Costo unitario	UM	Costo fornitura
0,118	€/kWh	257,47
		0,41
		58,58
		5326,81
		1312,22
GLOBALE	€	58944,77

VETTORE - GAS NATURALE (METANO)				
IMPIEGO	UM	Ante operam	Post Operam	Δ%
Riscaldamento	Sm ³	11626,5	-	0
GLOBALE	Sm³	11626,5	-	0

Costo unitario	UM	Costo fornitura
0,6	€/Sm ³	6975,90
GLOBALE	€	6975,90

Sulla scorta di tali valutazioni si procede con l'analisi dei singoli scenari, con riferimento alle seguenti voci di spesa:

- Installazione valvole termostatiche: **7200 €**
- Nuova caldaia a condensazione: **35000 €**
- Impianto di riscaldamento: nuovo generatore a pompa di calore: **87558.00 €**
- Impianto di produzione ACS: scaldacqua a pompa di calore: **3493.23 €**
- Sistema centrale di regolazione: **80316.00 €**

L'analisi di convenienza dello scenario analizzato è stata svolta tramite la valutazione dei principali indicatori economici d'investimento secondo il metodo dei flussi di cassa, valutando chiaramente i valori dei costi, ricavi, flussi di cassa e redditività.

Si è inoltre posta particolare attenzione nella valutazione dei possibili sistemi incentivanti applicabili (Conto Termico 2.0), con la quantificazione dell'importo incentivabile e l'analisi dei flussi di cassa e degli indicatori finanziari con e senza il contributo degli incentivi considerati.

10.2 ANALISI DELLA CONVENIENZA ECONOMICA DEGLI SCENARI RITENUTI FATTIBILI

Gli indicatori economici d'investimento utilizzati sono:

- TRS (tempo di ritorno semplice);
- TRA (tempo di ritorno attualizzato);
- VAN (valore attuale netto);
- TIR (tasso interno di rendimento)

- IP (indice di profitto);

Essi sono così definiti:

- 1) Tempo di ritorno semplice (TRS):

$$TRS = \frac{I_0}{\overline{FC}}$$

Dove:

- I_0 è il valore dell'investimento iniziale;
- \overline{FC} è il flusso di cassa medio annuale, calcolato come la media aritmetica sugli anni di vita utile della somma algebrica dei costi e dei benefici generati dall'investimento.

- 2) Tempo di ritorno attualizzato (TRA):

$$TRA = \frac{I_0}{\overline{FC_{att}}}$$

Dove:

- I_0 è il valore dell'investimento iniziale;
- $\overline{FC_{att}}$ è il flusso di cassa attualizzato medio annuale, calcolato come la media aritmetica sugli anni di vita utile della somma algebrica dei costi e dei benefici generati dall'investimento, opportunamente attualizzati tramite il tasso di attualizzazione.

$$FC_{att,n} = FC_n \frac{(1+f)^n (1+f')^n}{(1+R)^n} \approx FC_n \frac{1}{(1+i)^n}$$

Dove:

- FC_n è il flusso di cassa all'anno n-esimo;
- f è il tasso di inflazione;
- f' è la deriva dell'inflazione;
- R è il tasso di sconto;
- $i = R - f - f'$ è il tasso di attualizzazione;
- FA_n è il fattore di annualità (FA_n).

3) Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{FC_n}{(1+i)^n} - I_0$$

Dove:

- n sono gli anni di vita tecnica per la tecnologia prevista dall' EEM (20 anni)
- 4) Tasso Interno di Rendimento (TIR), è il valore di i che rende il $VAN = 0$.

5) Indice di Profitto (IP):

$$IP = \frac{VAN}{I_0}$$

I tassi di interesse utilizzati per le operazioni di attualizzazione e analisi economico sono i seguenti:

- Tasso di interesse di mercato: **$R = 4\%$**
- Tasso di inflazione **$f = 0.7\%$**
- Tasso di interesse reale **$Rr = 3.28\%$**

I risultati dell'analisi economica tramite flussi di cassa sono poi stati rappresentati mediante tipici grafici a farfalla, dal quale è possibile evincere i flussi di cassa cumulati di progetto, l'investimento capitale iniziale, l' I_0 , e il TRS. Analogamente la rappresentazione grafica dei flussi di cassa cumulati attualizzati permetterà la visualizzazione del TRA e del VAN.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe inoltre l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati come di seguito descritto:

- Sostituzione impianti di climatizzazione invernale con generatori di calore a pompa di calore
- Installazione di un sistema di controllo e regolazione centralizzato;
- Sostituzione del generatore elettrico della produzione di ACS con un generatore a PDC.

Percentuale incentivata = 40% della spesa ammissibile (per categoria di intervento) assicurando il limite massimo di spesa incentivabile pari al 65% del costo totale previsto.

Di seguito si riportano i flussi di cassa ed i risultati dell'analisi di convenienza per ogni EEM in esame.

Si sottolinea che nell'analisi economica si sono tenuti in debita considerazione anche i costi derivanti:

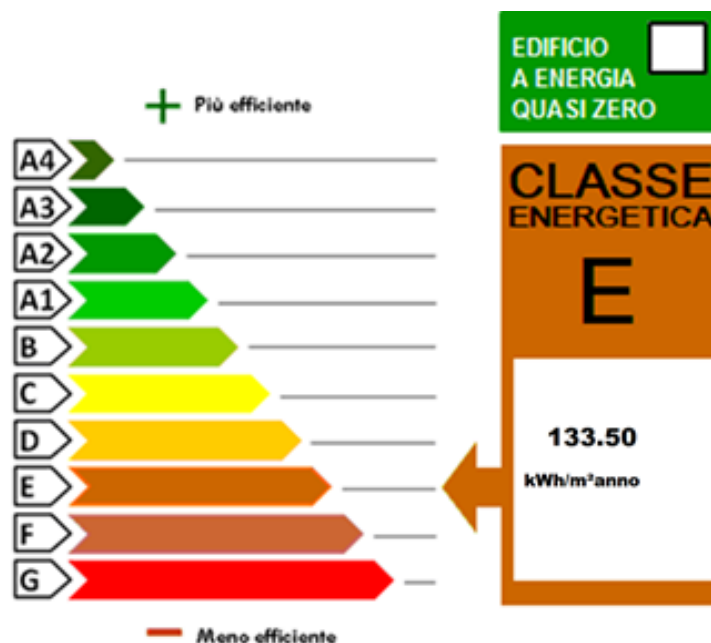
- Dalle attività di manutenzione;
- Interventi di sostituzione dei componenti (a fine vita).

Si riportano nel seguito i risultati raggiungibili per ogni strategia di efficientamento energetico, rimandando agli allegati i calcoli eseguiti.

10.3 VALUTAZIONE ECONOMICA SCENARIO EEM 1

La prima opzione analizzata riguarda l'intervento di installazione delle valvole termostatiche.

Tale intervento garantisce il raggiungimento della classe energetica E.



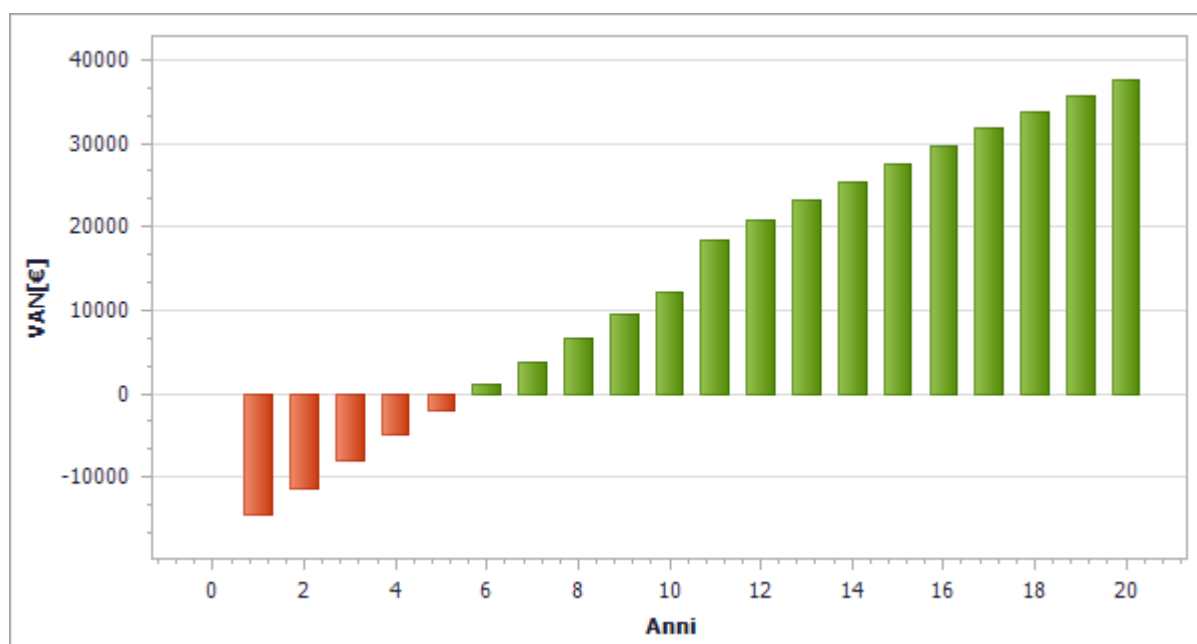
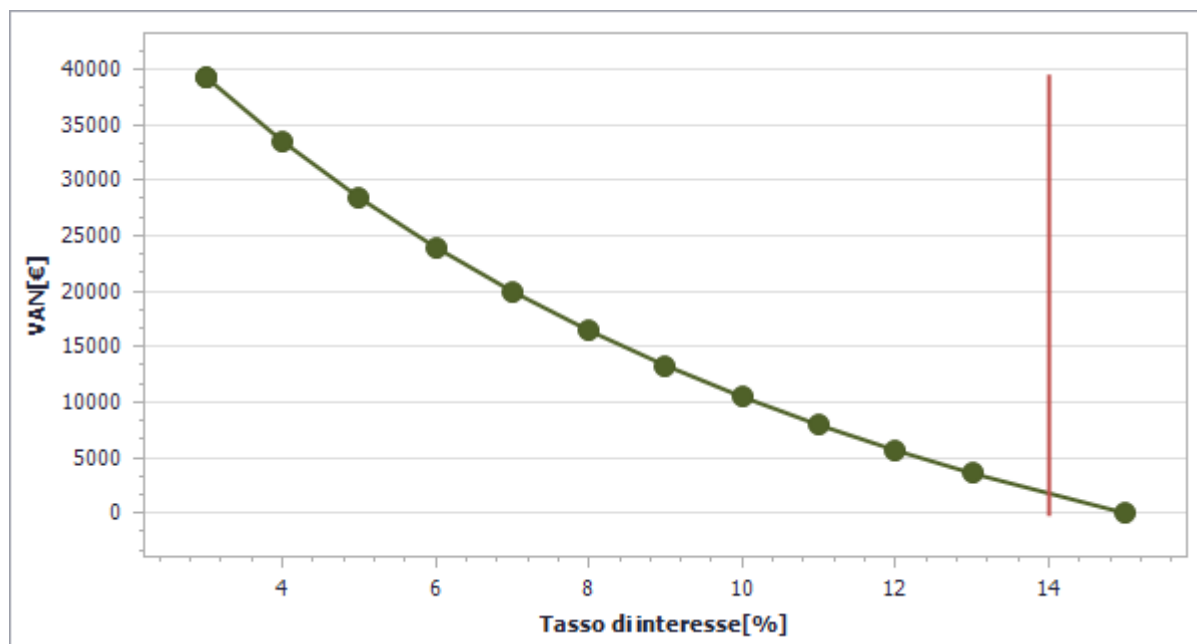
Tale investimento (**7200 €**), non potendo rientrare nei requisiti di accesso alle detrazioni può essere agevolmente ammortizzato nell'arco di circa 4 anni.

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ

ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO

MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

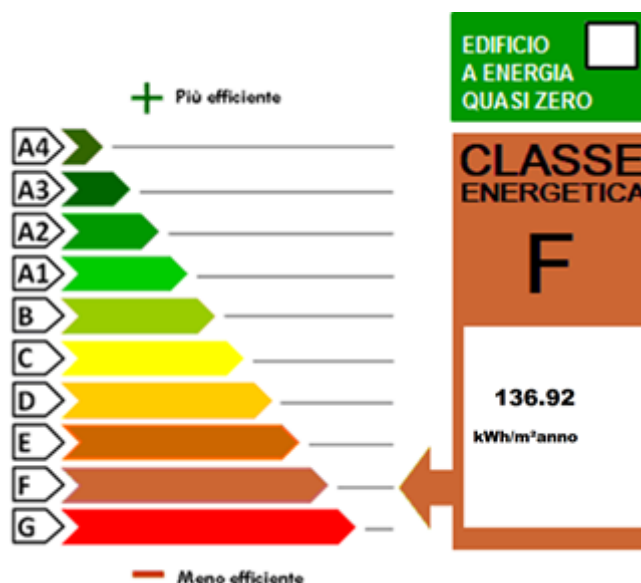
Nel seguito si riportano i risultati conseguibili, rimandando agli allegati i calcoli eseguiti nel dettaglio:



10.4 VALUTAZIONE ECONOMICA SCENARIO EEM 2

La seconda opzione analizzata riguarda la sostituzione del generatore di calore con una caldaia a condensazione altamente performante.

Tale intervento garantisce la riduzione dei consumi e la conferma della classe energetica F.



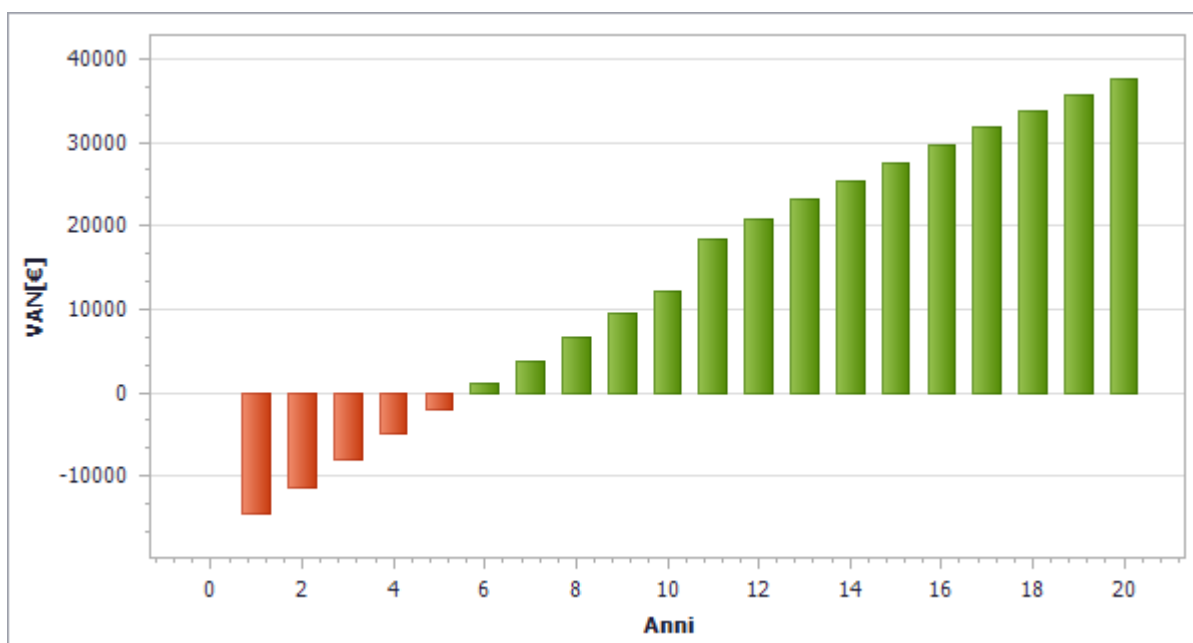
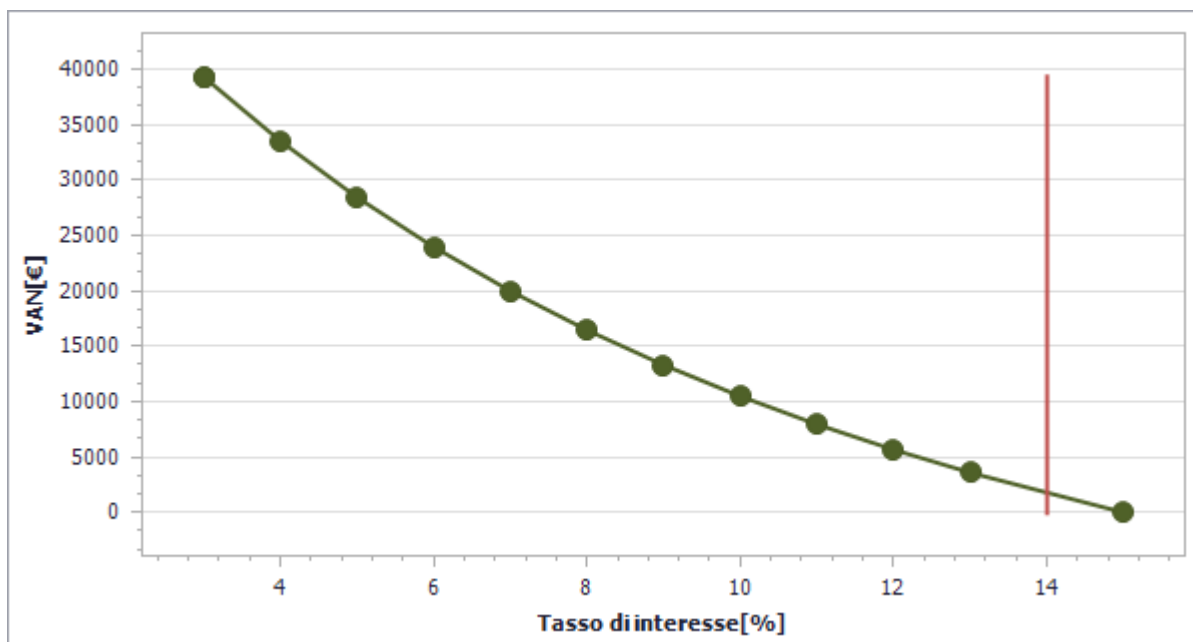
Tale investimento (**35000 €**), potendo rientrare nei requisiti di accesso alle detrazioni fiscali (conto termico 2.0) può essere agevolmente ammortizzato nell'arco di circa 6 anni.

Nel seguito si riportano i risultati conseguibili, rimandando agli allegati i calcoli eseguiti nel dettaglio:

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ

ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO

MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

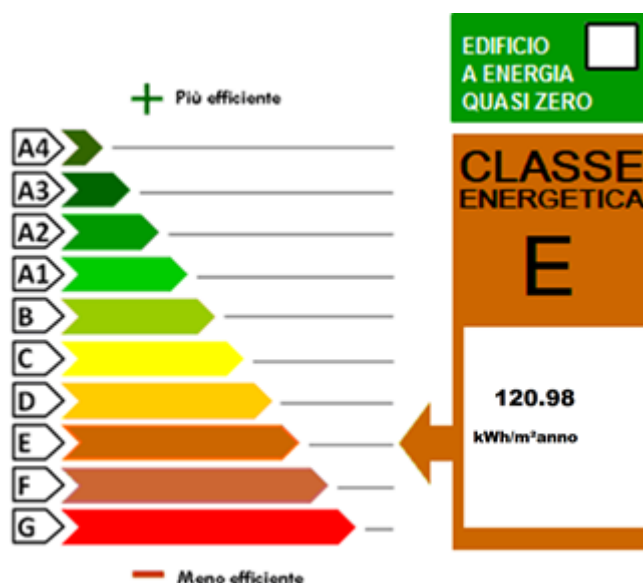


COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ
 ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO
 MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

10.5 VALUTAZIONE ECONOMICA SCENARIO EEM 1+2

Il terzo scenario analizzato prevede la combinazione della strategia EEM1 ed EEM2 (caldaia a condensazione e valvole termostatiche).

Tale intervento garantisce la riduzione dei consumi ed il raggiungimento della classe energetica E.



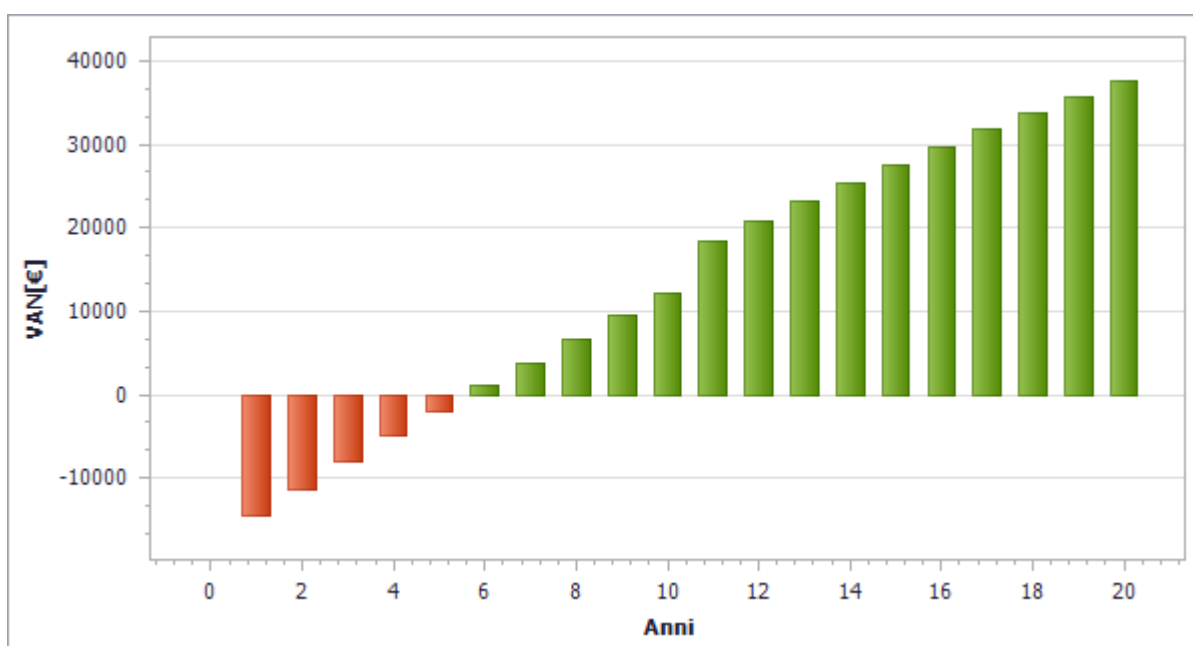
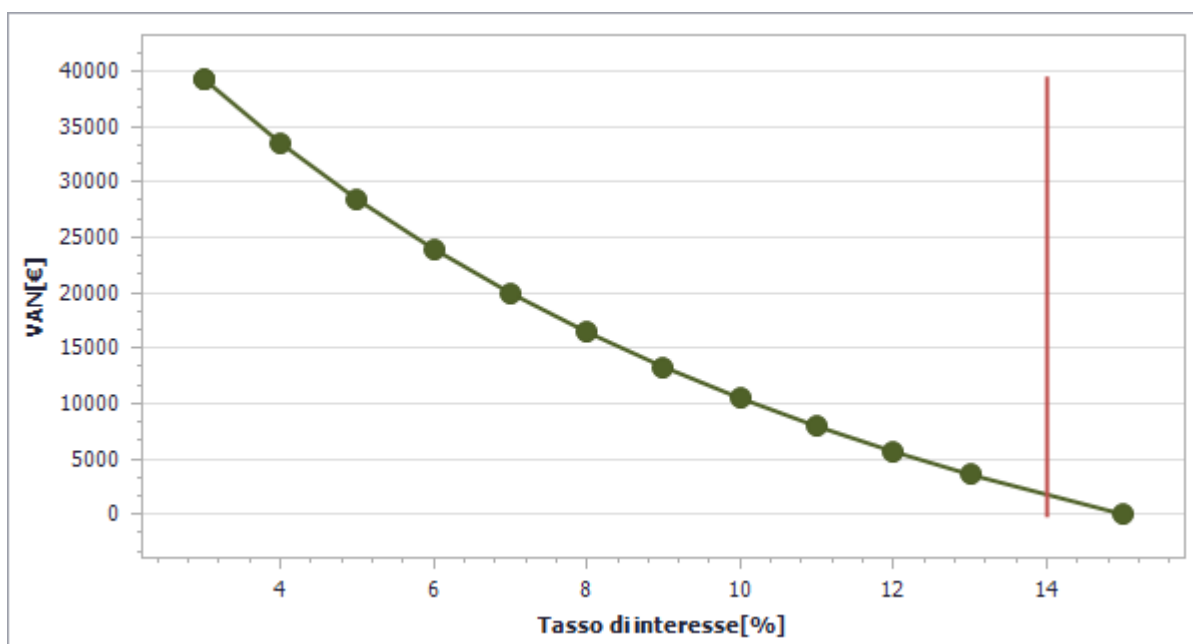
Tale investimento (**35000 € + 7200 €**), potendo rientrare nei requisiti di accesso alle detrazioni fiscali (conto termico 2.0) può essere agevolmente ammortizzato nell'arco di circa 6 anni.

Nel seguito si riportano i risultati conseguibili, rimandando agli allegati i calcoli eseguiti nel dettaglio:

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ

ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO

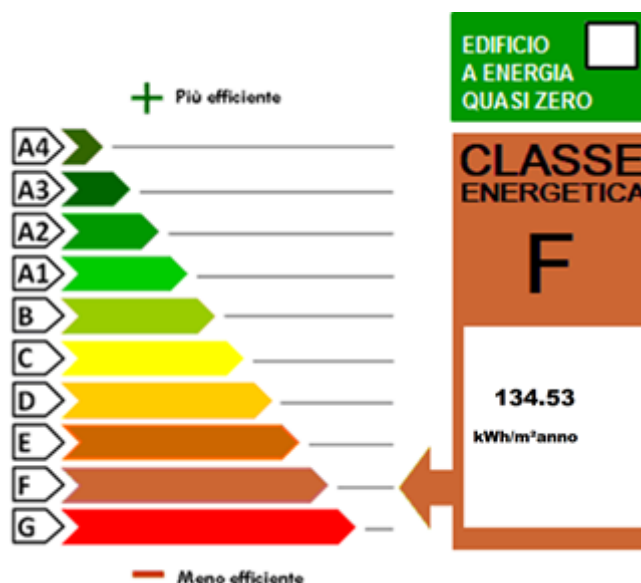
MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA



10.6 VALUTAZIONE ECONOMICA SCENARIO EEM 3

Il quarto scenario analizzato prevede la sostituzione del generatore di calore con una pompa di calore altamente efficiente.

Tale intervento garantisce la riduzione dei consumi e la conferma della classe energetica F.



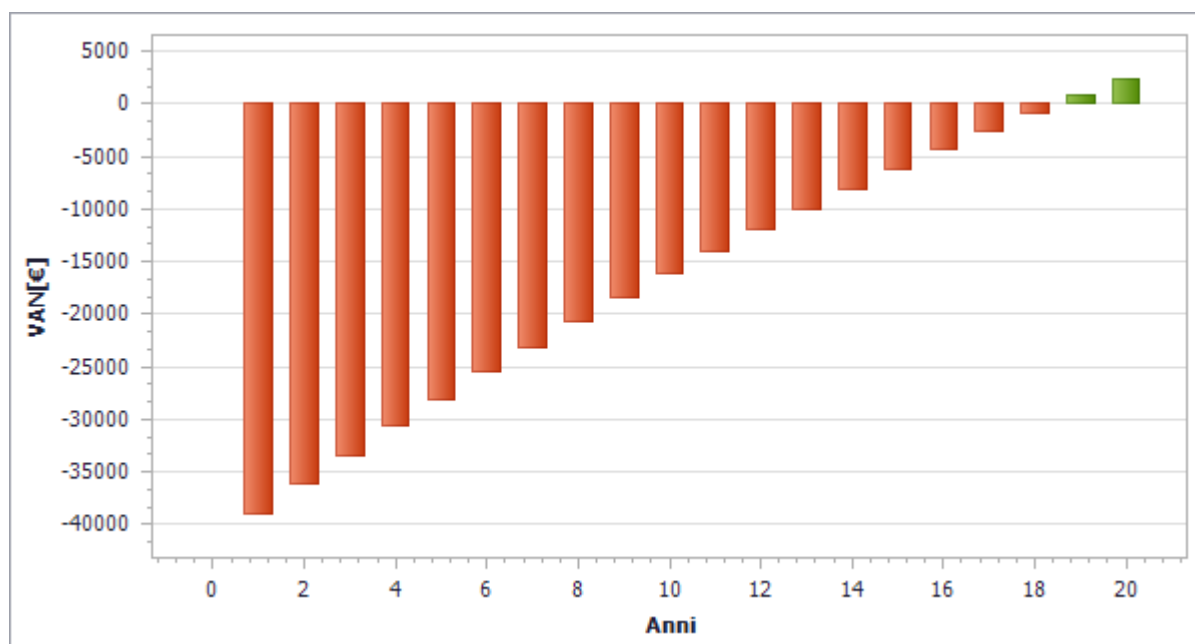
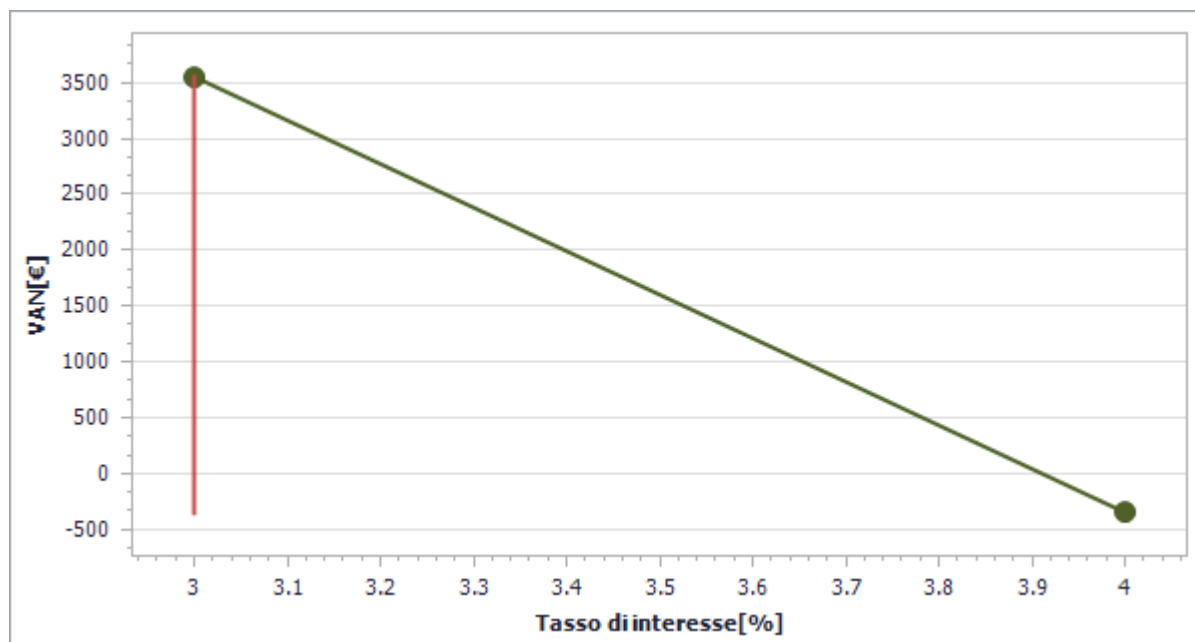
Tale investimento (**70000 €**), potendo rientrare nei requisiti di accesso alle detrazioni fiscali (conto termico 2.0) può essere agevolmente ammortizzato nell'arco di circa 10 anni.

Nel seguito si riportano i risultati conseguibili, rimandando agli allegati i calcoli eseguiti nel dettaglio:

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ

ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO

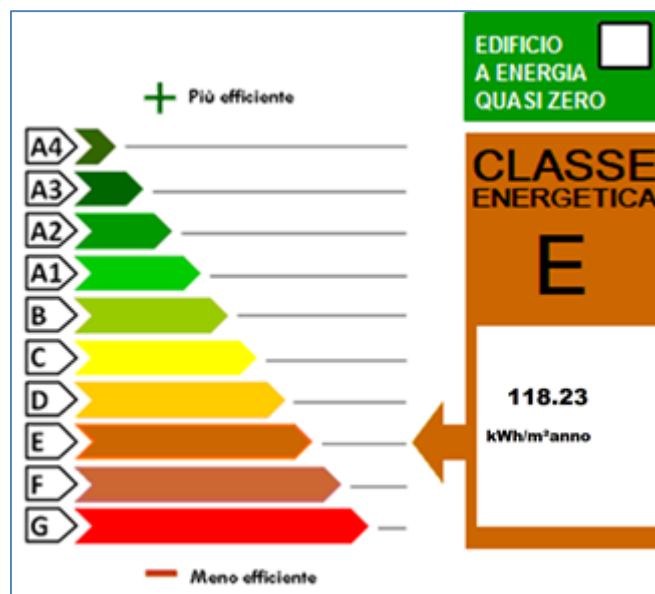
MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA



10.7 VALUTAZIONE ECONOMICA SCENARIO EEM 4

Il quarto scenario analizzato prevede la sostituzione del generatore di calore con una pompa di calore altamente efficiente e l'adozione di un sistema di gestione e controllo centralizzato.

Tale intervento garantisce la riduzione dei consumi ed il raggiungimento della classe energetica E.



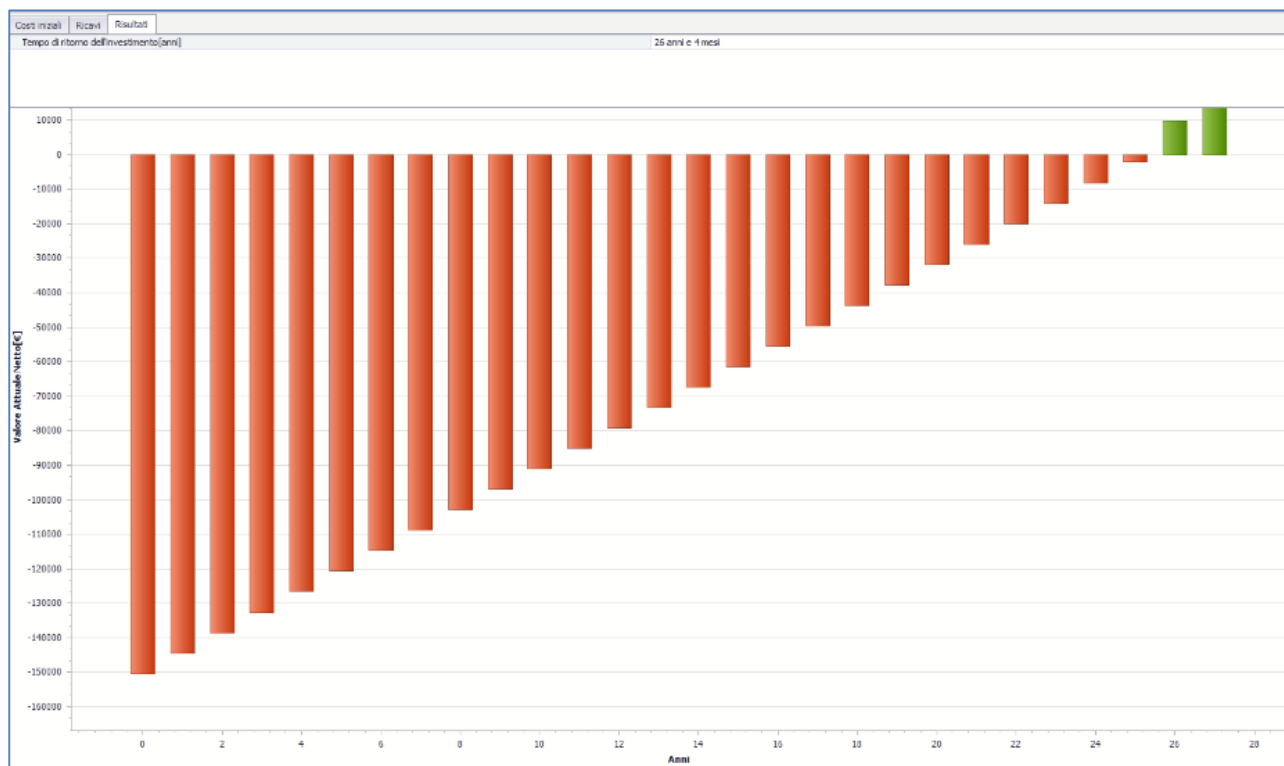
Tale investimento (**70000 € + 80316,00 €**), solo se si accede al meccanismo delle detrazioni fiscali, può essere ammortizzato nell'arco di circa 26 anni. In caso contrario risulterebbe non facilmente affrontabile, per quanto risulti un intervento necessario.

Non potendo garantire un VAN sostenibile, si fa riferimento in questo caso al calcolo del tempo di ritorno semplice:

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ

ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO

MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA



11 CONCLUSIONI

Dalle analisi effettuate si evince come, attualmente, gli impianti presenti e le caratteristiche dell'edificio oggetto di intervento risultano **assolutamente non rispondenti alle esigenze** espresse dalla Committenza e dagli operatori intervistati in fase di Sopralluogo.

È importante sottolineare che, la presenza di un Vincolo della Soprintendenza, non consente di intervenire in maniera "importante" sull'involucro edilizio, date le preesistenze di interesse storico ed artistico. Pertanto le strategie previste, mirano all'efficientamento degli impianti a servizio del nuovo Plesso Museale, prevedendo tecnologie ad altissima efficienza energetica, elevata manutenibilità e durabilità. Negli scenari analizzati si prevede la sostituzione del generatore di calore, prevedendo l'installazione di una pompa di calore, altamente performante.

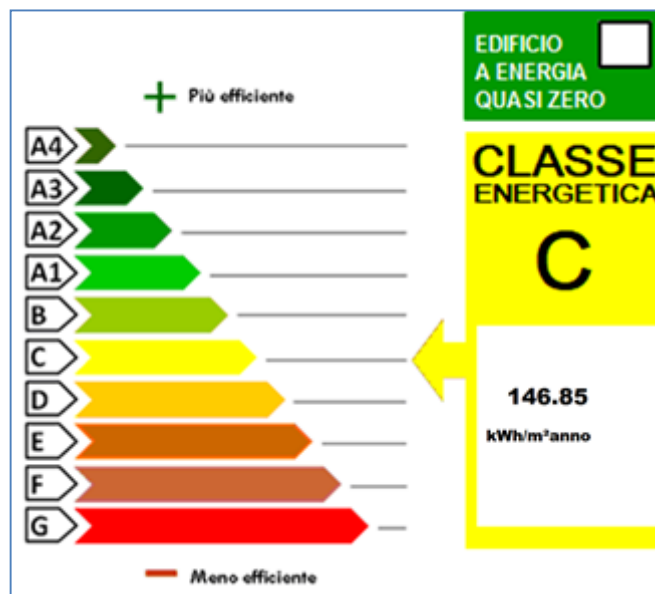
L'obiettivo principale della ristrutturazione dell'immobile è quello di rifunionalizzare il complesso, per renderlo adatto ad accogliere il Museo delle Emigrazioni Italiane, obiettivo secondario è la riqualificazione energetica.

Nonostante questo, gli interventi di riqualificazione previsti hanno un ritorno dell'investimento ancora accettabile, come si evince dalle tabelle precedenti.

I confronti sono stati eseguiti prendendo a base il fabbricato esistente e la sola produzione climatizzazione invernale, anche se, per garantire il necessario comfort in un museo, si è previsto un impianto di climatizzazione che assicuri il controllo della T° e dell'U.R. **interna tutto l'anno**, che assicura non solo un **miglioramento prestazionale** del complesso edilizio (raggiungimento classe energetica C), ma **l'effettiva garanzia di comfort e benessere** indoor per le future utenze.

Tale intervento, sebbene comporti un'ingente spesa, è quello che dal punto di vista energetico ed ambientale garantisce i **maggiori benefici, garantendo il raggiungimento di una classe energetica rilevante:**

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ
 ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO
 MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA



Nell'allegato sono indicate le voci di CME analizzate a tale scopo.

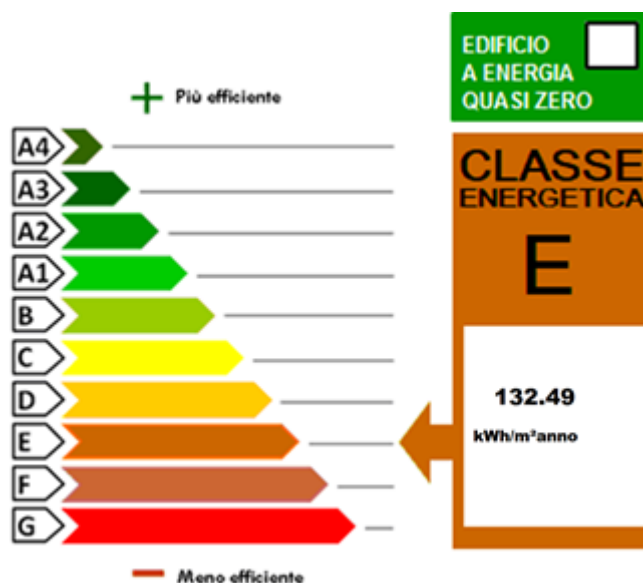
Le spese derivanti sono così riassumibili:

- Impianto di riscaldamento: nuovo generatore a pompa di calore: **87558.00 €**
- Impianto di produzione ACS: scaldacqua a pompa di calore: **3493.23 €**
- Sistema centrale di regolazione: **80316.00 €**

Infine, per maggiore completezza di trattazione è stato analizzato anche l'ipotesi di adottare la così detta soluzione "ibrida" che contempla l'impiego della pompa di calore e della caldaia esistente.

Con tale soluzione si riuscirebbe a migliorare leggermente la classe energetica di partenza raggiungendo la classe E.

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ
 ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO
 MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA



Tale soluzione non è stata analizzata anche dal punto di vista economico, in quanto si ritiene non confacente le esigenze di progetto. Inoltre la scelta di mantenere la caldaia preesistente risulta non adeguata per i mutati fabbisogni energetici (la caldaia esistente risulta sottodimensionata e non efficiente).

Infine l'impiego di una caldaia comporterebbe:

- L'impossibilità di distaccarsi dal consumo di gas metano,
- L'aumento di emissioni di CO₂ in atmosfera
- L'aumento dei consumi energetici tutto l'anno (uso combinato di energia elettrica e gas).

COMUNE DI GENOVA | COMMENDA di SAN GIOVANNI di PRÈ
ADEGUAMENTO FUNZIONALE, RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO
MEI | MUSEO DELL'EMIGRAZIONE ITALIANA

12 ALLEGATI



GNOSIS progetti
soc. coop.
40 via Medina
80133 Napoli - Italy

gnosis.it
gnosis@gnosis.it
+39 081 552 33 12

ALLEGATO DI CALCOLO:

**ANALISI ECONOMICA DEI
DIVERSI SCENARI DI EFFICIENTAMENTO
ENERGETICO**

SCENARIO EEM 1

ANALISI ECONOMICA COSTI/BENEFICI

INTERVENTO	C_{in} [€]	τ [anni]	VAN_{op} [€]
INSTALLAZIONE VALVOLE TERMOSTATICHE	7200,00	20	24094,90

LEGENDA			
DEFINIZIONE	SIMBOLO		UNITA' DI MISURA
COSTO INIZIALE DELL' INVESTIMENTO	C_{in}		[€]
PERIODO DI CALCOLO CONSIDERATO	τ		[anni]
VALORE ATTUALE NETTO DELL'OPERAZIONE	VAN_{op}		[€]

GENERALITÀ

Dati generali			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Tasso di interesse di mercato	R	4,00	[%]
Tasso di inflazione	R_i	0,70	[%]
Tasso di interesse reale	R_r	3,28	[%]
Periodo di calcolo considerato	τ	20	[anni]

Detrazioni			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Percentuale delle spese detraibili	P_{det}	40,00	[%]
Numero di rate	$n_{rate,det}$	1	[-]

COSTI INIZIALI

Componenti						
COMPONENTE	τ_n	U.M.	C_{in}	Q_{ta}	C_{in}	Detraibile
	[anni]		[€/U.M.]	[U.M.]	[€]	
Inserimento o sostituzione valvole termostatiche	10	pz	7200,00	1,00	7200,00	SI

LEGENDA		
DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
COSTO UNITARIO INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€/U.M.]
QUANTITA' DEL SINGOLO COMPONENTE	Q_{ta}	[U.M.]
COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€]

Valutazione economica preliminare			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costo totale iniziale dell'investimento	C_{in}	7200,00	[€]
Costo totale iniziale per il quale spetta la detrazione	$C_{in,det}$	7200,00	[€]
Ricavo nominale annuo da risparmio energetico	R_{risp}	2259,54	[€/anno]
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R_{det}	2880,00	[€/anno]
Tempo di ritorno semplice (con detrazioni)	$\tau_{r,det}$	1,40	[anni]
Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni)	τ_r	3,19	[anni]

COSTI IN ESERCIZIO

Costi periodici di manutenzione							
COMPONENTE	τ_n	C_{in}	P_m	C_m	τ_m	$f_{pv,m}$	$C_{m,att}$
	[anni]	[€]	[%]	[€]	[anni]	[-]	[€]
Inserimento o sostituzione valvole termostatiche	10	7200,00	2,00	144,00	20,00	14,50	2088,49

LEGENDA		
DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€]
PERCENTUALE DI SCOSTAMENTO DEL COSTO ANNUO DI MANUTENZIONE RISPETTO AL COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	P_m	[%]
COSTO ANNUO NOMINALE DI MANUTENZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_m	[€]
ANNUALITA' CONSIDERATE PER LA MANUTENZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_m	[anni]
FATTORE DI ATTUALIZZAZIONE DEL COSTO DI MANUTENZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	$f_{pv,m}$	[-]
COSTO TOTALE DI MANUTENZIONE ATTUALIZZATO DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{m,att}$	[€]

Costi di sostituzione						
COMPONENTE	τ_n	N_{sost}	U.M.	C_{sost}	C_{sost}	$C_{sost,att}$
	[anni]	[-]		[€/U.M.]	[€]	[€]
Inserimento o sostituzione valvole termostatiche	10	2	pz	3500,00	3500,00	4371,80

Dettaglio sostituzione			
SOSTITUZIONE	$\tau_{sost,k}$ [anno]	$R_{d,sost,k}$ [%]	$C_{sost,att,k}$ [€]
1	10	72,44	2535,30
2	20	52,47	1836,50

LEGENDA		
DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
NUMERO DI SOSTITUZIONI DEL SINGOLO COMPONENTE	N_{sost}	[-]
COSTO UNITARIO DI SOSTITUZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE (INCLUSO LO SMALTIMENTO)	C_{sost}	[€/U.M.]
COSTO TOTALE NOMINALE DI SOSTITUZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{sost}	[€]
COSTO TOTALE ATTUALIZZATO DI SOSTITUZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{sost,att}$	[€]
ANNO DELLA SOSTITUZIONE k-ESIMA DEL SINGOLO COMPONENTE	$\tau_{sost,k}$	[anno]
TASSO DI ATTUALIZZAZIONE DELLA SOSTITUZIONE k-ESIMA DEL SINGOLO COMPONENTE	$R_{d,sost,k}$	[%]
COSTO TOTALE ATTUALIZZATO DELLA SOSTITUZIONE k-ESIMA DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{sost,att,k}$	[€]

Costi di smaltimento									
COMPONENTE	τ_n	N_{sost}	τ_{smal}	C_{in}	P_{smal}	K_{smal}	C_{smal}	$R_{d,smal}$	$C_{smal,att}$
	[anni]	[-]	[anno]	[€]	[%]	[%]	[€]	[%]	[€]
Inserimento o sostituzione valvole termostatiche	10	2	30	7200,00	0,50	100,00	36,00	38,01	13,68

LEGENDA		
DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
NUMERO DI SOSTITUZIONI DEL SINGOLO COMPONENTE	N_{sost}	[-]
ANNO DI SMALTIMENTO DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_{smal}	[anno]
COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€]
PERCENTUALE DI SCOSTAMENTO DEL COSTO ANNUO DI SMALTIMENTO RISPETTO AL COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	P_{smal}	[%]
PERCENTUALE DI UTILIZZO DELLA VITA MEDIA DEL SINGOLO COMPONENTE	K_{smal}	[%]
COSTO TOTALE NOMINALE DI SMALTIMENTO DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{smal}	[€]
TASSO DI ATTUALIZZAZIONE DELLO SMALTIMENTO DEL SINGOLO COMPONENTE	$R_{d,smal}$	[%]
COSTO TOTALE ATTUALIZZATO DELLO SMALTIMENTO DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{smal,att}$	[€]

RICAVI IN ESERCIZIO

Ricavi periodici da risparmio energetico				
VETTORI ENERGETICI	R_{risp}	τ_{risp}	$f_{\text{pv,risp}}$	$R_{\text{risp,att}}$
	[€]	[anni]	[-]	[€]
Gas naturale (metano)	3725,25	20	14,50	32417,30
Energia elettrica	221,76	20	14,50	353,79

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
RICAVO NOMINALE ANNUO DA RISPARMIO ENERGETICO	R_{risp}	[€]
ANNUALITA' CONSIDERATE PER IL RISPARMIO ENERGETICO	τ_{risp}	[anni]
FATTORE DI ATTUALIZZAZIONE DEL RISPARMIO ENERGETICO	$f_{\text{pv,risp}}$	[-]
RICAVO TOTALE ATTUALIZZATO DA RISPARMIO ENERGETICO	$R_{\text{risp,att}}$	[€]

Ricavi finali da valore residuo dei componenti								
COMPONENTE	τ_n	N_{sost}	C_{in}	τ_{uso}	R_{fin}	τ_{fin}	$R_{\text{d,fin}}$	$R_{\text{fin,att}}$
	[anni]	[-]	[€]	[anni]	[€]	[anno]	[%]	[€]
Inserimento o sostituzione valvole termostatiche	10	2	7200,00		7200,00	20	52,47	3777,94

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
NUMERO DI SOSTITUZIONI DEL SINGOLO COMPONENTE	N_{sost}	[-]
COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€]
PERIODO DI UTILIZZO DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_{uso}	[anni]
RICAVI NOMINALI DA VALORE RESIDUO DEL SINGOLO COMPONENTE	R_{fin}	[€]
ANNO DI VALUTAZIONE DEL VALORE FINALE DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_{fin}	[anno]
TASSO DI ATTUALIZZAZIONE DEL VALORE FINALE DEL SINGOLO COMPONENTE	$R_{\text{d,fin}}$	[%]
RICAVO TOTALE ATTUALIZZATO DA VALORE RESIDUO DEL SINGOLO COMPONENTE	$R_{\text{fin,att}}$	[€]

Ricavi da detrazioni periodiche			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costo totale iniziale detraibile	C_{in}	7200,00	[€]
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R_{det}	2880,00	[€]
Annualità considerate per la detrazione	τ_{det}	1	[anni]
Fattore di attualizzazione della detrazione	$f_{\text{pv,det}}$	0,97	[-]
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	$R_{\text{det,att}}$	2788,62	[€]

RISULTATI FINALI

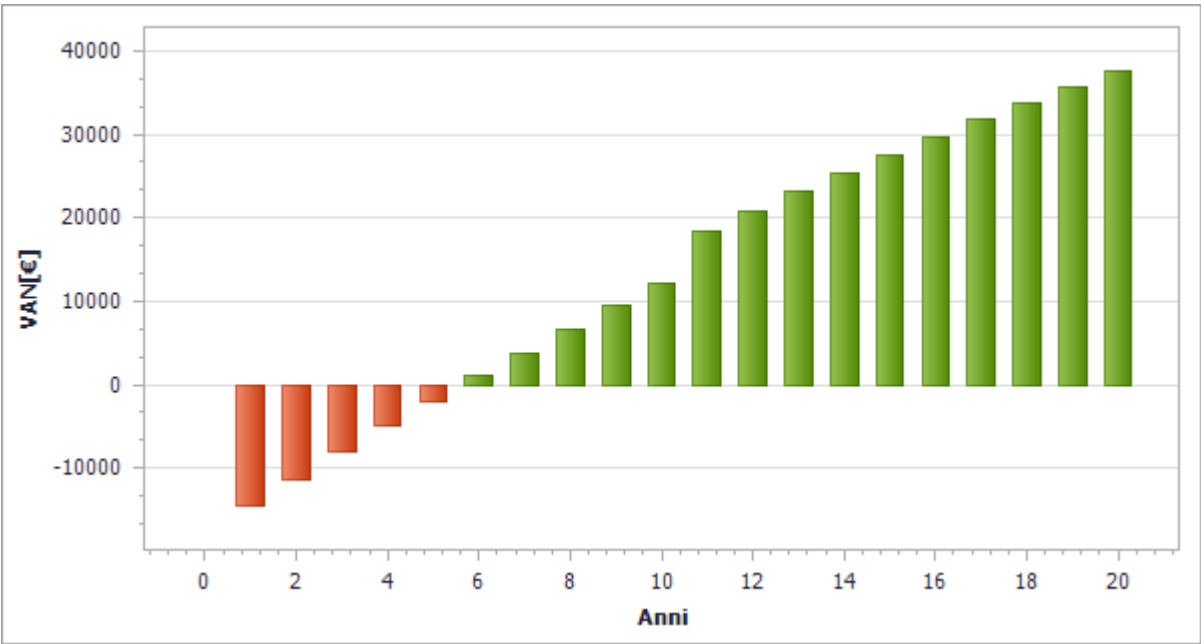
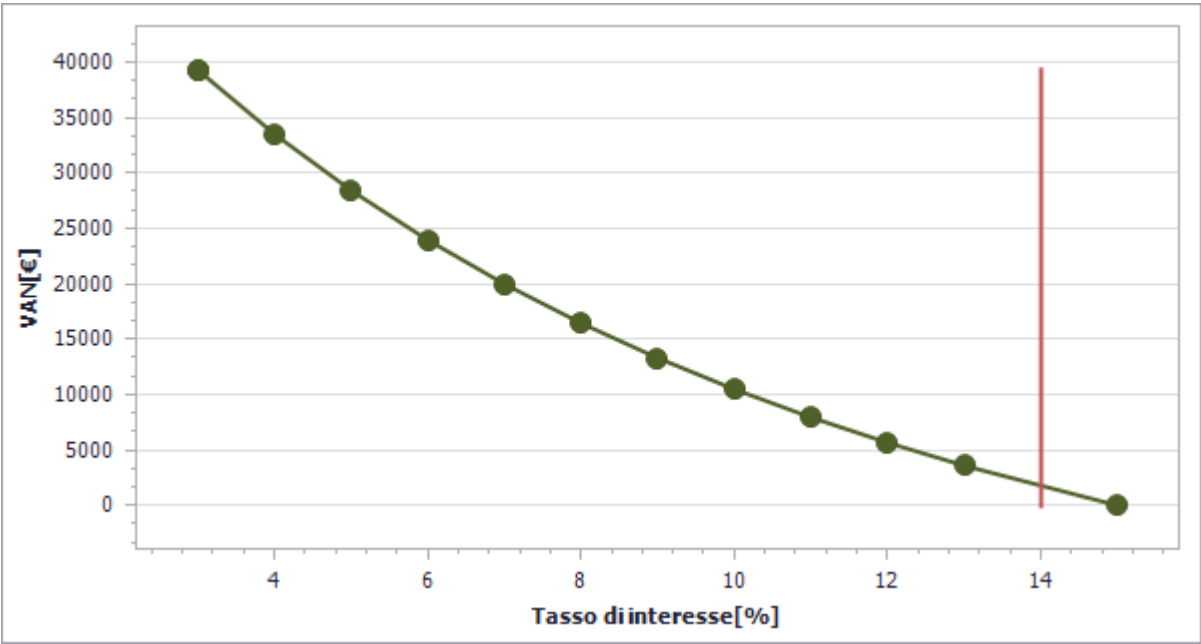
Costi totali in esercizio			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costi totali attualizzati di manutenzione	$C_{m,att}$	2088,49	[€]
Costi totali attualizzati di sostituzione	$C_{sost,att}$	2535,30	[€]
Costi totali attualizzati di smaltimento	$C_{smal,att}$	18,89	[€]
Altri costi periodici attualizzati	$C_{per,att}$		[€]
Altri costi una tantum attualizzati	$C_{ut,att}$		[€]

Ricavi totali in esercizio			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Ricavi totali attualizzati da risparmio energetico	$R_{risp,att}$	32771,10	[€]
Ricavi totali attualizzati da valore residuo dei componenti	$R_{fin,att}$	377,79	[€]
Ricavi totali attualizzati da detrazioni periodiche	$R_{det,att}$	2788,62	[€]
Altri ricavi periodici attualizzati	$R_{per,att}$		[€]
Altri ricavi una tantum attualizzati	$R_{ut,att}$		[€]

Risultati			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costo totale iniziale dell'investimento	C_{in}	7200,00	[€]
Costo totale iniziale per il quale spetta la detrazione	$C_{in,det}$	7200,00	[€]
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,att}$	4642,68	[€]
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,att}$	36315,30	[€]
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	24094,90	[€]
Annualità considerate nell'operazione	T_{op}	20,00	[anni]
Fattore di attualizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	14,50	[-]
Equivalentente annuale dell'operazione	a_{op}	1661,32	[€]

Principali Indicatori economici			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Tempo di ritorno effettivo dell'investimento	$T_{r,eff}$	0 anni e 0 mesi	[anni]
Tasso di rendimento interno	TIR	40,14	[%]

GRAFICI



SCENARIO EEM 1 + 2

ANALISI ECONOMICA COSTI/BENEFICI

INTERVENTO	C_{in} [€]	τ [anni]	VAN_{op} [€]
sostituzione del generatore + valvole termostatiche	42200,00	20	37624,80

LEGENDA			
DEFINIZIONE	SIMBOLO		UNITA' DI MISURA
COSTO INIZIALE DELL' INVESTIMENTO	C_{in}		[€]
PERIODO DI CALCOLO CONSIDERATO	τ		[anni]
VALORE ATTUALE NETTO DELL'OPERAZIONE	VAN_{op}		[€]

GENERALITÀ

Dati generali			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Tasso di interesse di mercato	R	4,00	[%]
Tasso di inflazione	R_i	0,70	[%]
Tasso di interesse reale	R_r	3,28	[%]
Periodo di calcolo considerato	τ	20	[anni]

Detrazioni			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Percentuale delle spese detraibili	P_{det}	40,00	[%]
Numero di rate	$n_{rate,det}$	1	[-]

COSTI INIZIALI

Componenti						
COMPONENTE	τ_n	U.M.	C_{in}	Q_{ta}	C_{in}	Detraibile
	[anni]		[€/U.M.]	[U.M.]	[€]	
Inserimento o sostituzione valvole termostatiche	10	pz	7200,00	1,00	7200,00	SI
Caldaia – a condensazione	20	pz	35000,00	1,00	35000,00	SI

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
COSTO UNITARIO INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€/U.M.]
QUANTITA' DEL SINGOLO COMPONENTE	Q_{ta}	[U.M.]
COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€]

Valutazione economica preliminare			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costo totale iniziale dell'investimento	C_{in}	42200,00	[€]
Costo totale iniziale per il quale spetta la detrazione	$C_{in,det}$	42200,00	[€]
Ricavo nominale annuo da risparmio energetico	R_{risp}	4889,41	[€/anno]
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R_{det}	16880,00	[€/anno]
Tempo di ritorno semplice (con detrazioni)	$\tau_{r,det}$	1,94	[anni]
Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni)	τ_r	8,63	[anni]

COSTI IN ESERCIZIO

Costi periodici di manutenzione							
COMPONENTE	τ_n	C_{in}	P_m	C_m	τ_m	$f_{pv,m}$	$C_{m,att}$
	[anni]	[€]	[%]	[€]	[anni]	[-]	[€]
Inserimento o sostituzione valvole termostatiche	10	7200,00	1,00	72,00	20,00	14,50	1044,25
Caldaia – a condensazione	20	35000,00	1,00	350,00	20,00	14,50	5076,20

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€]
PERCENTUALE DI SCOSTAMENTO DEL COSTO ANNUO DI MANUTENZIONE RISPETTO AL COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	P_m	[%]
COSTO ANNUO NOMINALE DI MANUTENZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_m	[€]
ANNUALITA' CONSIDERATE PER LA MANUTENZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_m	[anni]
FATTORE DI ATTUALIZZAZIONE DEL COSTO DI MANUTENZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	$f_{pv,m}$	[-]
COSTO TOTALE DI MANUTENZIONE ATTUALIZZATO DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{m,att}$	[€]

Costi di sostituzione						
COMPONENTE	τ_n	N_{sost}	U.M.	C_{sost}	C_{sost}	$C_{sost,att}$
	[anni]	[-]		[€/U.M.]	[€]	[€]
Inserimento o sostituzione valvole termostatiche	10	2	pz	1800,00	1800,00	2248,35
Caldaia – a condensazione	20		pz			

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
NUMERO DI SOSTITUZIONI DEL SINGOLO COMPONENTE	N_{sost}	[-]
COSTO UNITARIO DI SOSTITUZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE (INCLUSO LO SMALTIMENTO)	C_{sost}	[€/U.M.]
COSTO TOTALE NOMINALE DI SOSTITUZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{sost}	[€]
COSTO TOTALE ATTUALIZZATO DI SOSTITUZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{sost,att}$	[€]
ANNO DELLA SOSTITUZIONE k-ESIMA DEL SINGOLO COMPONENTE	$\tau_{sost,k}$	[anno]
TASSO DI ATTUALIZZAZIONE DELLA SOSTITUZIONE k-ESIMA DEL SINGOLO COMPONENTE	$R_{d,sost,k}$	[%]
COSTO TOTALE ATTUALIZZATO DELLA SOSTITUZIONE k-ESIMA DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{sost,att,k}$	[€]

Costi di smaltimento									
COMPONENTE	τ_n	N_{sost}	τ_{smal}	C_{in}	P_{smal}	K_{smal}	C_{smal}	$R_{d,smal}$	$C_{smal,att}$
	[anni]	[-]	[anno]	[€]	[%]	[%]	[€]	[%]	[€]
Inserimento o sostituzione valvole termostatiche	10	2	30	7200,00	0,50	100,00	36,00	38,01	13,68
Caldaia – a condensazione	20		20	35000,00	2,00	100,00	700,00	52,47	367,30

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
NUMERO DI SOSTITUZIONI DEL SINGOLO COMPONENTE	N_{sost}	[-]
ANNO DI SMALTIMENTO DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_{smal}	[anno]
COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€]
PERCENTUALE DI SCOSTAMENTO DEL COSTO ANNUO DI SMALTIMENTO RISPETTO AL COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	P_{smal}	[%]
PERCENTUALE DI UTILIZZO DELLA VITA MEDIA DEL SINGOLO COMPONENTE	K_{smal}	[%]
COSTO TOTALE NOMINALE DI SMALTIMENTO DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{smal}	[€]
TASSO DI ATTUALIZZAZIONE DELLO SMALTIMENTO DEL SINGOLO COMPONENTE	$R_{d,smal}$	[%]
COSTO TOTALE ATTUALIZZATO DELLO SMALTIMENTO DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{smal,att}$	[€]

RICAVI IN ESERCIZIO

Ricavi periodici da risparmio energetico				
VETTORI ENERGETICI	R_{risp}	τ_{risp}	$f_{pv,risp}$	$R_{risp,att}$
	[€]	[anni]	[-]	[€]
Gas naturale (metano)	7890,26	20	14,50	68661,50
Energia elettrica	1411,36	20	14,50	2251,65

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
RICAVO NOMINALE ANNUO DA RISPARMIO ENERGETICO	R_{risp}	[€]
ANNUALITA' CONSIDERATE PER IL RISPARMIO ENERGETICO	τ_{risp}	[anni]
FATTORE DI ATTUALIZZAZIONE DEL RISPARMIO ENERGETICO	$f_{pv,risp}$	[-]
RICAVO TOTALE ATTUALIZZATO DA RISPARMIO ENERGETICO	$R_{risp,att}$	[€]

Ricavi finali da valore residuo dei componenti								
COMPONENTE	τ_n	N_{sost}	C_{in}	τ_{uso}	R_{fin}	τ_{fin}	$R_{d,fin}$	$R_{fin,att}$
	[anni]	[-]	[€]	[anni]	[€]	[anno]	[%]	[€]
Inserimento o sostituzione valvole termostatiche	10	2	7200,00		7200,00	20	52,47	3777,94
Caldaia - a condensazione	20		35000,00	20		20	52,47	

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
NUMERO DI SOSTITUZIONI DEL SINGOLO COMPONENTE	N_{sost}	[-]
COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€]
PERIODO DI UTILIZZO DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_{uso}	[anni]
RICAVI NOMINALI DA VALORE RESIDUO DEL SINGOLO COMPONENTE	R_{fin}	[€]
ANNO DI VALUTAZIONE DEL VALORE FINALE DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_{fin}	[anno]
TASSO DI ATTUALIZZAZIONE DEL VALORE FINALE DEL SINGOLO COMPONENTE	$R_{d,fin}$	[%]
RICAVO TOTALE ATTUALIZZATO DA VALORE RESIDUO DEL SINGOLO COMPONENTE	$R_{fin,att}$	[€]

Ricavi da detrazioni periodiche			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costo totale iniziale detraibile	C_{in}	42200,00	[€]
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R_{det}	16880,00	[€]
Annualità considerate per la detrazione	τ_{det}	1	[anni]
Fattore di attualizzazione della detrazione	$f_{pv,det}$	0,97	[-]
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	$R_{det,att}$	16344,40	[€]

RISULTATI FINALI

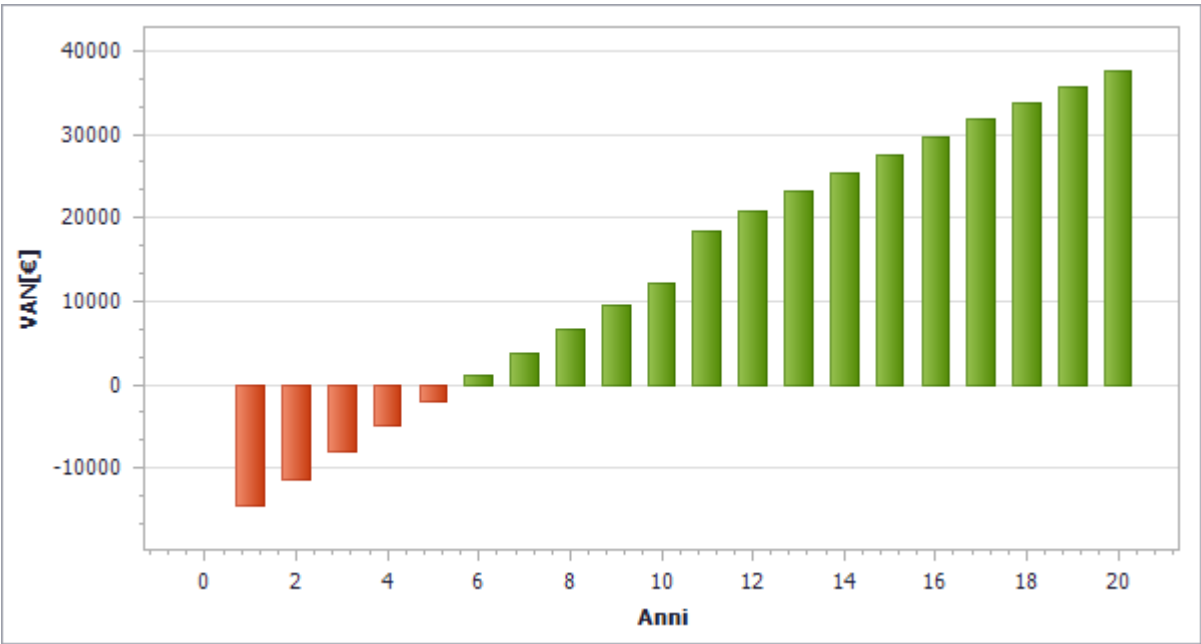
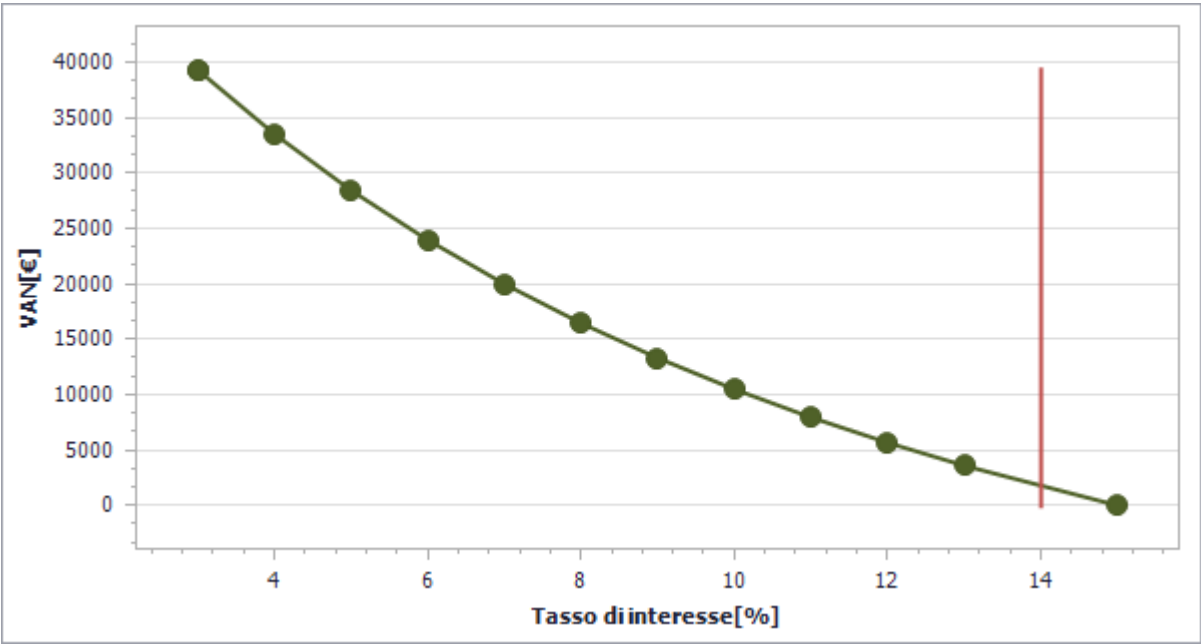
Costi totali in esercizio			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costi totali attualizzati di manutenzione	$C_{m,att}$	6120,45	[€]
Costi totali attualizzati di sostituzione	$C_{sost,att}$	1303,87	[€]
Costi totali attualizzati di smaltimento	$C_{smal,att}$	386,19	[€]
Altri costi periodici attualizzati	$C_{per,att}$		[€]
Altri costi una tantum attualizzati	$C_{ut,att}$		[€]

Ricavi totali in esercizio			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Ricavi totali attualizzati da risparmio energetico	$R_{risp,att}$	70913,10	[€]
Ricavi totali attualizzati da valore residuo dei componenti	$R_{fin,att}$	377,79	[€]
Ricavi totali attualizzati da detrazioni periodiche	$R_{det,att}$	16344,40	[€]
Altri ricavi periodici attualizzati	$R_{per,att}$		[€]
Altri ricavi una tantum attualizzati	$R_{ut,att}$		[€]

Risultati			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costo totale iniziale dell'investimento	C_{in}	42200,00	[€]
Costo totale iniziale per il quale spetta la detrazione	$C_{in,det}$	42200,00	[€]
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,att}$	7810,50	[€]
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,att}$	88013,10	[€]
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	37624,80	[€]
Annualità considerate nell'operazione	τ_{op}	20,00	[anni]
Fattore di attualizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	14,50	[-]
Equivalente annuale dell'operazione	a_{op}	2594,20	[€]

Principali Indicatori economici			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Tempo di ritorno effettivo dell'investimento	$\tau_{r,eff}$	5 anni e 8 mesi	[anni]
Tasso di rendimento interno	TIR	15,00	[%]

GRAFICI



SCENARIO EEM 2

ANALISI ECONOMICA COSTI/BENEFICI

INTERVENTO	C_{in} [€]	τ [anni]	VAN_{op} [€]
Scenario 3bis – sostituzione del generatore caldaia	35000,00	20	14000,50

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
COSTO INIZIALE DELL' INVESTIMENTO	C_{in}	[€]
PERIODO DI CALCOLO CONSIDERATO	τ	[anni]
VALORE ATTUALE NETTO DELL'OPERAZIONE	VAN_{op}	[€]

GENERALITÀ

Dati generali			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Tasso di interesse di mercato	R	4,00	[%]
Tasso di inflazione	R_i	0,70	[%]
Tasso di interesse reale	R_r	3,28	[%]
Periodo di calcolo considerato	τ	20	[anni]

Detrazioni			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Percentuale delle spese detraibili	P_{det}	40,00	[%]
Numero di rate	$n_{rate, det}$	1	[-]

COSTI INIZIALI

Componenti						
COMPONENTE	τ_n	U.M.	C_{in}	Q_{ta}	C_{in}	Detraibile
	[anni]		[€/U.M.]	[U.M.]	[€]	
Caldaia – a condensazione	20	pz	35000,00	1,00	35000,00	SI

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
COSTO UNITARIO INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€/U.M.]
QUANTITA' DEL SINGOLO COMPONENTE	Q_{ta}	[U.M.]
COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€]

Valutazione economica preliminare			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costo totale iniziale dell'investimento	C_{in}	35000,00	[€]
Costo totale iniziale per il quale spetta la detrazione	$C_{in,det}$	35000,00	[€]
Ricavo nominale annuo da risparmio energetico	R_{risp}	2819,22	[€/anno]
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R_{det}	14000,00	[€/anno]
Tempo di ritorno semplice (con detrazioni)	$\tau_{r,det}$	2,08	[anni]
Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni)	τ_r	12,41	[anni]

COSTI IN ESERCIZIO

Costi periodici di manutenzione							
COMPONENTE	τ_n	C_{in}	P_m	C_m	τ_m	$f_{pv,m}$	$C_{m,att}$
	[anni]	[€]	[%]	[€]	[anni]	[-]	[€]
Caldaia – a condensazione	20	35000,00	1,00	350,00	20,00	14,50	5076,20

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€]
PERCENTUALE DI SCOSTAMENTO DEL COSTO ANNUO DI MANUTENZIONE RISPETTO AL COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	P_m	[%]
COSTO ANNUO NOMINALE DI MANUTENZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_m	[€]
ANNUALITA' CONSIDERATE PER LA MANUTENZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_m	[anni]
FATTORE DI ATTUALIZZAZIONE DEL COSTO DI MANUTENZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	$f_{pv,m}$	[-]
COSTO TOTALE DI MANUTENZIONE ATTUALIZZATO DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{m,att}$	[€]

Costi di sostituzione						
COMPONENTE	τ_n	N_{sost}	U.M.	C_{sost}	C_{sost}	$C_{sost,att}$
	[anni]	[-]		[€/U.M.]	[€]	[€]
Caldaia – a condensazione	20		pz			

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
NUMERO DI SOSTITUZIONI DEL SINGOLO COMPONENTE	N_{sost}	[-]
COSTO UNITARIO DI SOSTITUZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE (INCLUSO LO SMALTIMENTO)	C_{sost}	[€/U.M.]
COSTO TOTALE NOMINALE DI SOSTITUZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{sost}	[€]
COSTO TOTALE ATTUALIZZATO DI SOSTITUZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{sost,att}$	[€]
ANNO DELLA SOSTITUZIONE k-ESIMA DEL SINGOLO COMPONENTE	$\tau_{sost,k}$	[anno]
TASSO DI ATTUALIZZAZIONE DELLA SOSTITUZIONE k-ESIMA DEL SINGOLO COMPONENTE	$R_{d,sost,k}$	[%]
COSTO TOTALE ATTUALIZZATO DELLA SOSTITUZIONE k-ESIMA DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{sost,att,k}$	[€]

Costi di smaltimento									
COMPONENTE	τ_n	N_{sost}	τ_{smal}	C_{in}	P_{smal}	K_{smal}	C_{smal}	$R_{d,smal}$	$C_{smal,att}$
	[anni]	[-]	[anno]	[€]	[%]	[%]	[€]	[%]	[€]
Caldaia – a condensazione	20		20	35000,00	2,00	100,00	700,00	52,47	367,30

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
NUMERO DI SOSTITUZIONI DEL SINGOLO COMPONENTE	N_{sost}	[-]
ANNO DI SMALTIMENTO DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_{smal}	[anno]
COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€]
PERCENTUALE DI SCOSTAMENTO DEL COSTO ANNUO DI SMALTIMENTO RISPETTO AL COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	P_{smal}	[%]
PERCENTUALE DI UTILIZZO DELLA VITA MEDIA DEL SINGOLO COMPONENTE	K_{smal}	[%]
COSTO TOTALE NOMINALE DI SMALTIMENTO DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{smal}	[€]
TASSO DI ATTUALIZZAZIONE DELLO SMALTIMENTO DEL SINGOLO COMPONENTE	$R_{d,smal}$	[%]
COSTO TOTALE ATTUALIZZATO DELLO SMALTIMENTO DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{smal,att}$	[€]

RICAVI IN ESERCIZIO

Ricavi periodici da risparmio energetico				
VETTORI ENERGETICI	R_{risp}	τ_{risp}	$f_{\text{pv,risp}}$	$R_{\text{risp,att}}$
	[€]	[anni]	[-]	[€]
Gas naturale (metano)	4451,87	20	14,50	38740,40
Energia elettrica	1346,31	20	14,50	2147,88

LEGENDA		
DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
RICAVO NOMINALE ANNUO DA RISPARMIO ENERGETICO	R_{risp}	[€]
ANNUALITA' CONSIDERATE PER IL RISPARMIO ENERGETICO	τ_{risp}	[anni]
FATTORE DI ATTUALIZZAZIONE DEL RISPARMIO ENERGETICO	$f_{\text{pv,risp}}$	[-]
RICAVO TOTALE ATTUALIZZATO DA RISPARMIO ENERGETICO	$R_{\text{risp,att}}$	[€]

Ricavi finali da valore residuo dei componenti								
COMPONENTE	τ_n	N_{sost}	C_{in}	τ_{uso}	R_{fin}	τ_{fin}	$R_{\text{d,fin}}$	$R_{\text{fin,att}}$
	[anni]	[-]	[€]	[anni]	[€]	[anno]	[%]	[€]
Caldaia – a condensazione	20		35000,00	20		20	52,47	

LEGENDA		
DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
NUMERO DI SOSTITUZIONI DEL SINGOLO COMPONENTE	N_{sost}	[-]
COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€]
PERIODO DI UTILIZZO DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_{uso}	[anni]
RICAVI NOMINALI DA VALORE RESIDUO DEL SINGOLO COMPONENTE	R_{fin}	[€]
ANNO DI VALUTAZIONE DEL VALORE FINALE DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_{fin}	[anno]
TASSO DI ATTUALIZZAZIONE DEL VALORE FINALE DEL SINGOLO COMPONENTE	$R_{\text{d,fin}}$	[%]
RICAVO TOTALE ATTUALIZZATO DA VALORE RESIDUO DEL SINGOLO COMPONENTE	$R_{\text{fin,att}}$	[€]

Ricavi da detrazioni periodiche			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costo totale iniziale detraibile	C_{in}	35000,00	[€]
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R_{det}	14000,00	[€]
Annualità considerate per la detrazione	τ_{det}	1	[anni]
Fattore di attualizzazione della detrazione	$f_{\text{pv,det}}$	0,97	[-]
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	$R_{\text{det,att}}$	13555,80	[€]

RISULTATI FINALI

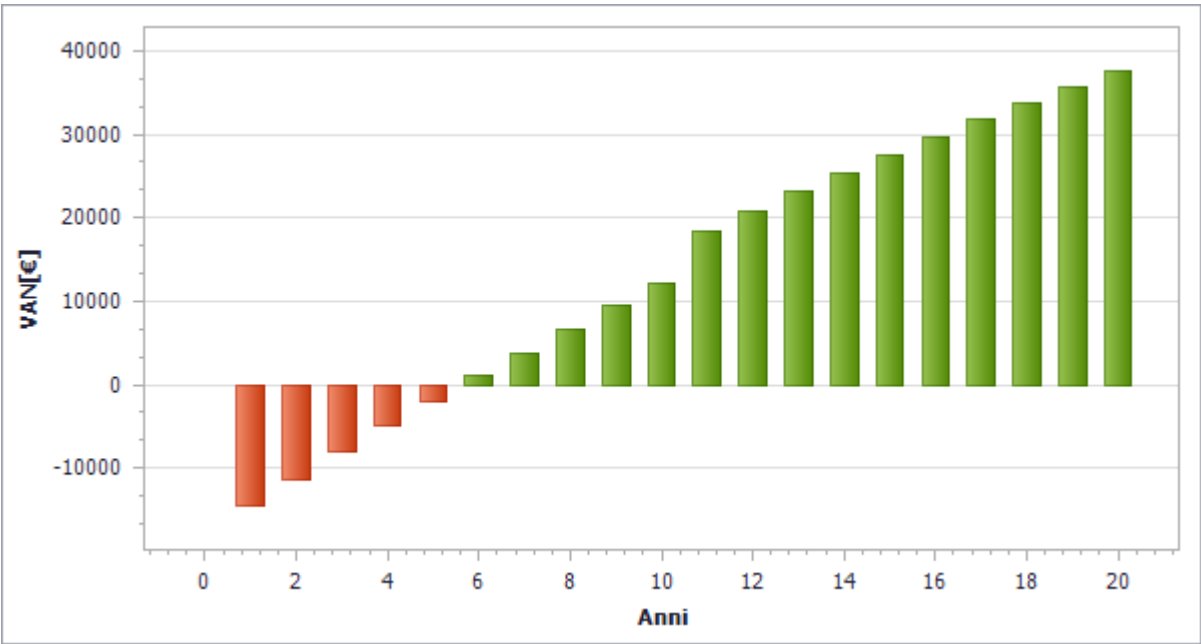
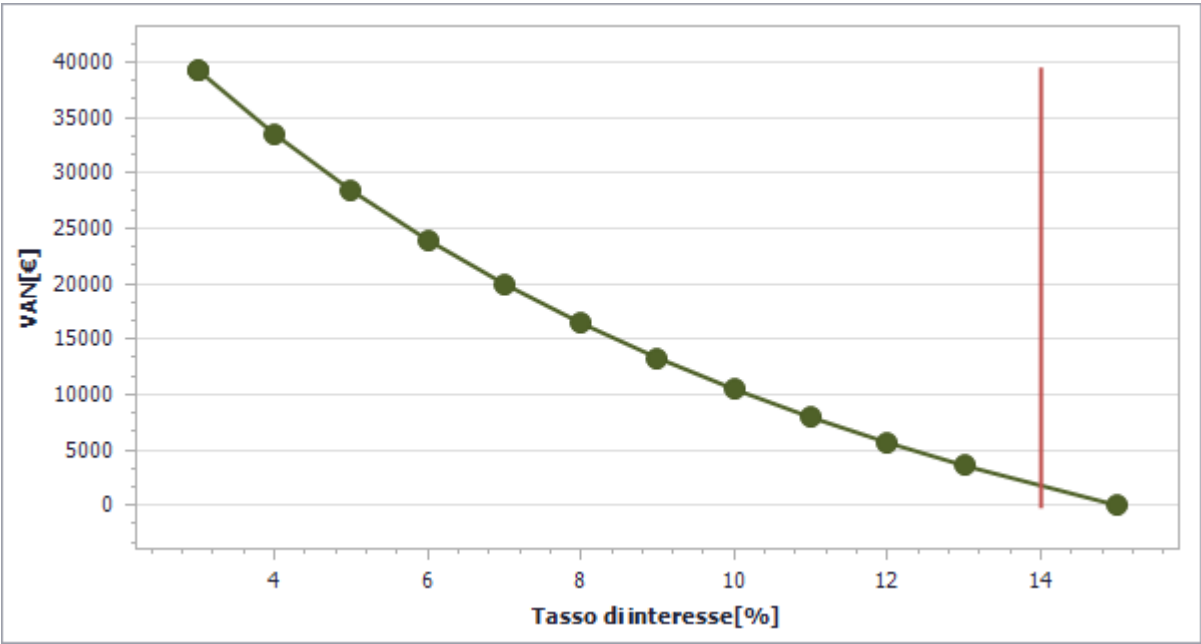
Costi totali in esercizio			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costi totali attualizzati di manutenzione	$C_{m,att}$	5076,20	[€]
Costi totali attualizzati di sostituzione	$C_{sost,att}$		[€]
Costi totali attualizzati di smaltimento	$C_{smal,att}$	367,30	[€]
Altri costi periodici attualizzati	$C_{per,att}$		[€]
Altri costi una tantum attualizzati	$C_{ut,att}$		[€]

Ricavi totali in esercizio			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Ricavi totali attualizzati da risparmio energetico	$R_{risp,att}$	40888,30	[€]
Ricavi totali attualizzati da valore residuo dei componenti	$R_{fin,att}$		[€]
Ricavi totali attualizzati da detrazioni periodiche	$R_{det,att}$	13555,80	[€]
Altri ricavi periodici attualizzati	$R_{per,att}$		[€]
Altri ricavi una tantum attualizzati	$R_{ut,att}$		[€]

Risultati			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costo totale iniziale dell'investimento	C_{in}	35000,00	[€]
Costo totale iniziale per il quale spetta la detrazione	$C_{in,det}$	35000,00	[€]
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,att}$	5443,50	[€]
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,att}$	54444,00	[€]
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	14000,50	[€]
Annualità considerate nell'operazione	T_{op}	20,00	[anni]
Fattore di attualizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	14,50	[-]
Equivalentente annuale dell'operazione	a_{op}	965,33	[€]

Principali Indicatori economici			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Tempo di ritorno effettivo dell'investimento	$T_{r,eff}$	10 anni e 6 mesi	[anni]
Tasso di rendimento interno	TIR	9,15	[%]

GRAFICI



SCENARIO EEM 3

ANALISI ECONOMICA COSTI/BENEFICI

INTERVENTO	C_{in} [€]	τ [anni]	VAN_{op} [€]
sostituzione generatore con PDC	42000,00	20	2419,01

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
COSTO INIZIALE DELL' INVESTIMENTO	C_{in}	[€]
PERIODO DI CALCOLO CONSIDERATO	τ	[anni]
VALORE ATTUALE NETTO DELL'OPERAZIONE	VAN_{op}	[€]

GENERALITÀ

Dati generali			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Tasso di interesse di mercato	R	4,00	[%]
Tasso di inflazione	R_i	0,70	[%]
Tasso di interesse reale	R_r	3,28	[%]
Periodo di calcolo considerato	τ	20	[anni]

Detrazioni			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Percentuale delle spese detraibili	P_{det}		[%]
Numero di rate	$n_{rate,det}$	1	[-]

COSTI INIZIALI

Componenti						
COMPONENTE	τ_n	U.M.	C_{in}	Q_{ta}	C_{in}	Detraibile
	[anni]		[€/U.M.]	[U.M.]	[€]	
Pompe di calore	20	pz	70000,00	0,60	42000,00	NO

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
COSTO UNITARIO INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€/U.M.]
QUANTITA' DEL SINGOLO COMPONENTE	Q_{ta}	[U.M.]
COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€]

Valutazione economica preliminare			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costo totale iniziale dell'investimento	C_{in}	42000,00	[€]
Costo totale iniziale per il quale spetta la detrazione	$C_{in,det}$		[€]
Ricavo nominale annuo da risparmio energetico	R_{risp}	3933,05	[€/anno]
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R_{det}		[€/anno]
Tempo di ritorno semplice (con detrazioni)	$\tau_{r,det}$	10,68	[anni]
Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni)	τ_r	10,68	[anni]

COSTI IN ESERCIZIO

Costi periodici di manutenzione							
COMPONENTE	τ_n	C_{in}	P_m	C_m	τ_m	$f_{pv,m}$	$C_{m,att}$
	[anni]	[€]	[%]	[€]	[anni]	[-]	[€]
Pompe di calore	20	42000,00	2,00	840,00	20,00	14,50	12182,90

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€]
PERCENTUALE DI SCOSTAMENTO DEL COSTO ANNUO DI MANUTENZIONE RISPETTO AL COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	P_m	[%]
COSTO ANNUO NOMINALE DI MANUTENZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_m	[€]
ANNUALITA' CONSIDERATE PER LA MANUTENZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_m	[anni]
FATTORE DI ATTUALIZZAZIONE DEL COSTO DI MANUTENZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	$f_{pv,m}$	[-]
COSTO TOTALE DI MANUTENZIONE ATTUALIZZATO DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{m,att}$	[€]

Costi di sostituzione						
COMPONENTE	τ_n	N_{sost}	U.M.	C_{sost}	C_{sost}	$C_{sost,att}$
	[anni]	[-]		[€/U.M.]	[€]	[€]
Pompe di calore	20		pz			

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
NUMERO DI SOSTITUZIONI DEL SINGOLO COMPONENTE	N_{sost}	[-]
COSTO UNITARIO DI SOSTITUZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE (INCLUSO LO SMALTIMENTO)	C_{sost}	[€/U.M.]
COSTO TOTALE NOMINALE DI SOSTITUZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{sost}	[€]
COSTO TOTALE ATTUALIZZATO DI SOSTITUZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{sost,att}$	[€]
ANNO DELLA SOSTITUZIONE k-ESIMA DEL SINGOLO COMPONENTE	$\tau_{sost,k}$	[anno]
TASSO DI ATTUALIZZAZIONE DELLA SOSTITUZIONE k-ESIMA DEL SINGOLO COMPONENTE	$R_{d,sost,k}$	[%]
COSTO TOTALE ATTUALIZZATO DELLA SOSTITUZIONE k-ESIMA DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{sost,att,k}$	[€]

Costi di smaltimento									
COMPONENTE	τ_n	N_{sost}	τ_{smal}	C_{in}	P_{smal}	K_{smal}	C_{smal}	$R_{d,smal}$	$C_{smal,att}$
	[anni]	[-]	[anno]	[€]	[%]	[%]	[€]	[%]	[€]
Pompe di calore	20		20	42000,00	2,00	100,00	840,00	52,47	440,76

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
NUMERO DI SOSTITUZIONI DEL SINGOLO COMPONENTE	N_{sost}	[-]
ANNO DI SMALTIMENTO DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_{smal}	[anno]
COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€]
PERCENTUALE DI SCOSTAMENTO DEL COSTO ANNUO DI SMALTIMENTO RISPETTO AL COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	P_{smal}	[%]
PERCENTUALE DI UTILIZZO DELLA VITA MEDIA DEL SINGOLO COMPONENTE	K_{smal}	[%]
COSTO TOTALE NOMINALE DI SMALTIMENTO DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{smal}	[€]
TASSO DI ATTUALIZZAZIONE DELLO SMALTIMENTO DEL SINGOLO COMPONENTE	$R_{d,smal}$	[%]
COSTO TOTALE ATTUALIZZATO DELLO SMALTIMENTO DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{smal,att}$	[€]

RICAVI IN ESERCIZIO

Ricavi periodici da risparmio energetico				
VETTORI ENERGETICI	R_{risp}	τ_{risp}	$f_{pv,risp}$	$R_{risp,att}$
	[€]	[anni]	[-]	[€]
Gas naturale (metano)	23253,00	20	14,50	202349,00
Energia elettrica	-91079,60	20	14,50	-145306,00

LEGENDA		
DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
RICAVO NOMINALE ANNUO DA RISPARMIO ENERGETICO	R_{risp}	[€]
ANNUALITA' CONSIDERATE PER IL RISPARMIO ENERGETICO	τ_{risp}	[anni]
FATTORE DI ATTUALIZZAZIONE DEL RISPARMIO ENERGETICO	$f_{\text{pv,risp}}$	[-]
RICAVO TOTALE ATTUALIZZATO DA RISPARMIO ENERGETICO	$R_{\text{risp,att}}$	[€]

Ricavi finali da valore residuo dei componenti								
COMPONENTE	τ_n	N_{sost}	C_{in}	τ_{uso}	R_{fin}	τ_{fin}	$R_{\text{d,fin}}$	$R_{\text{fin,att}}$
	[anni]	[-]	[€]	[anni]	[€]	[anno]	[%]	[€]
Pompe di calore	20		42000,00	20		20	52,47	

LEGENDA		
DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
NUMERO DI SOSTITUZIONI DEL SINGOLO COMPONENTE	N_{sost}	[-]
COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€]
PERIODO DI UTILIZZO DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_{uso}	[anni]
RICAVI NOMINALI DA VALORE RESIDUO DEL SINGOLO COMPONENTE	R_{fin}	[€]
ANNO DI VALUTAZIONE DEL VALORE FINALE DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_{fin}	[anno]
TASSO DI ATTUALIZZAZIONE DEL VALORE FINALE DEL SINGOLO COMPONENTE	$R_{\text{d,fin}}$	[%]
RICAVO TOTALE ATTUALIZZATO DA VALORE RESIDUO DEL SINGOLO COMPONENTE	$R_{\text{fin,att}}$	[€]

Ricavi da detrazioni periodiche			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costo totale iniziale detraibile	C_{in}	42000,00	[€]
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R_{det}		[€]
Annualità considerate per la detrazione	τ_{det}	1	[anni]
Fattore di attualizzazione della detrazione	$f_{\text{pv,det}}$	0,97	[-]
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	$R_{\text{det,att}}$		[€]

RISULTATI FINALI

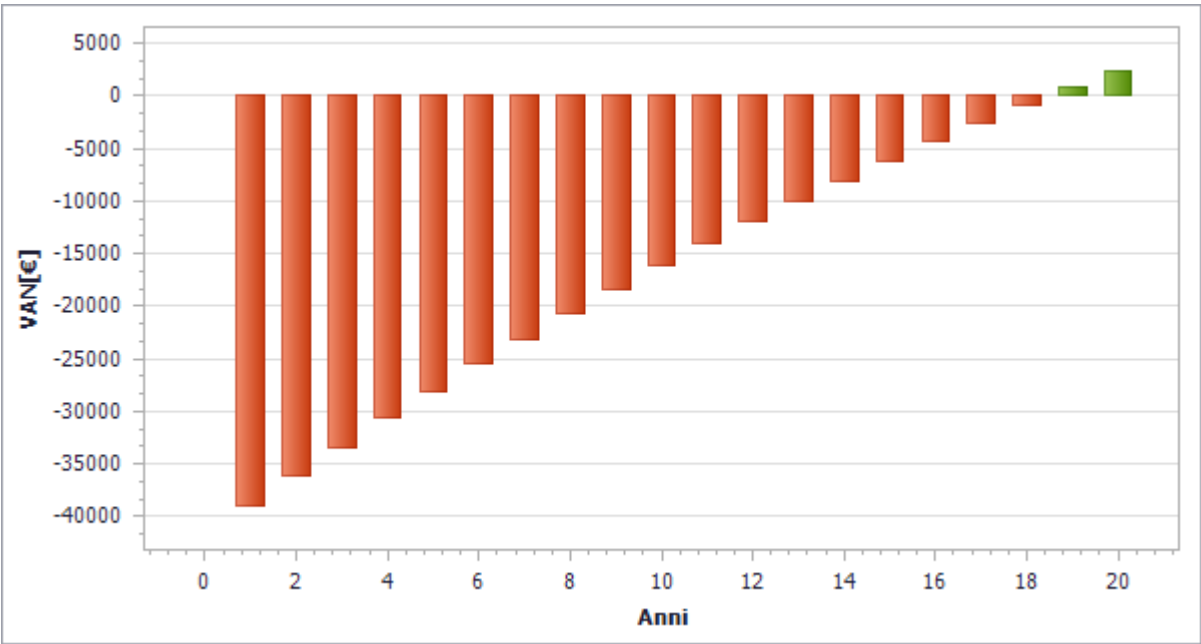
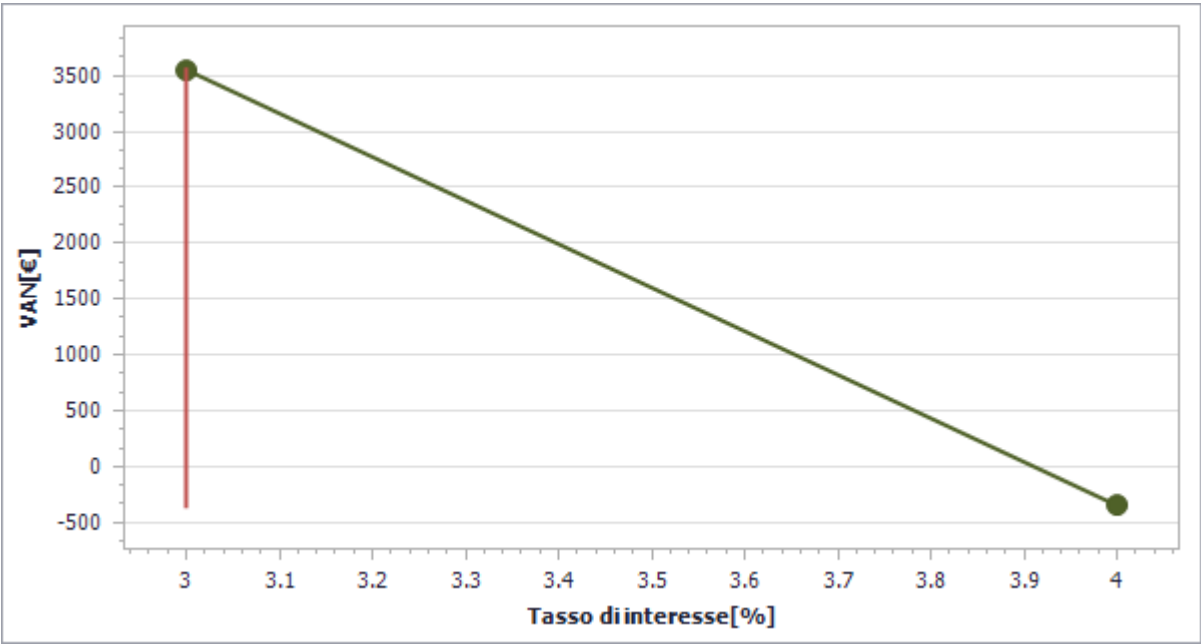
Costi totali in esercizio			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costi totali attualizzati di manutenzione	$C_{\text{m,att}}$	12182,90	[€]
Costi totali attualizzati di sostituzione	$C_{\text{sost,att}}$		[€]
Costi totali attualizzati di smaltimento	$C_{\text{smal,att}}$	440,76	[€]
Altri costi periodici attualizzati	$C_{\text{per,att}}$		[€]
Altri costi una tantum attualizzati	$C_{\text{ut,att}}$		[€]

Ricavi totali in esercizio			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Ricavi totali attualizzati da risparmio energetico	$R_{\text{risp,att}}$	57042,60	[€]
Ricavi totali attualizzati da valore residuo dei componenti	$R_{\text{fin,att}}$		[€]
Ricavi totali attualizzati da detrazioni periodiche	$R_{\text{det,att}}$		[€]
Altri ricavi periodici attualizzati	$R_{\text{per,att}}$		[€]
Altri ricavi una tantum attualizzati	$R_{\text{ut,att}}$		[€]

Risultati			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costo totale iniziale dell'investimento	C_{in}	42000,00	[€]
Costo totale iniziale per il quale spetta la detrazione	$C_{\text{in,det}}$		[€]
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{\text{es,att}}$	12623,60	[€]
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{\text{es,att}}$	57042,60	[€]
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	2419,01	[€]
Annualità considerate nell'operazione	\mathcal{T}_{op}	20,00	[anni]
Fattore di attualizzazione dell'operazione	$f_{\text{pv,op}}$	14,50	[-]
Equivalente annuale dell'operazione	a_{op}	166,79	[€]

Principali Indicatori economici			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Tempo di ritorno effettivo dell'investimento	$\mathcal{T}_{\text{r,eff}}$	18 anni e 6 mesi	[anni]
Tasso di rendimento interno	TIR	3,91	[%]

GRAFICI



SCENARIO EEM 4

ANALISI ECONOMICA COSTI/BENEFICI

INTERVENTO	C_{in} [€]	τ [anni]	VAN_{op} [€]
sostituzione generatore con PDC e regolazione	90189,60	20	-17714,70

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
COSTO INIZIALE DELL' INVESTIMENTO	C_{in}	[€]
PERIODO DI CALCOLO CONSIDERATO	τ	[anni]
VALORE ATTUALE NETTO DELL'OPERAZIONE	VAN_{op}	[€]

GENERALITÀ

Dati generali			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Tasso di interesse di mercato	R	4,00	[%]
Tasso di inflazione	R_i	0,70	[%]
Tasso di interesse reale	R_r	3,28	[%]
Periodo di calcolo considerato	τ	20	[anni]

Detrazioni			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Percentuale delle spese detraibili	P_{det}		[%]
Numero di rate	$n_{rate,det}$	1	[-]

COSTI INIZIALI

Componenti						
COMPONENTE	τ_n	U.M.	C_{in}	Q_{ta}	C_{in}	Detraibile
	[anni]		[€/U.M.]	[U.M.]	[€]	
Pompe di calore	20	pz	70000,00	0,60	42000,00	NO
Sistema di controllo – Centrale	15	pz	80316,00	0,60	48189,60	NO

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
COSTO UNITARIO INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€/U.M.]
QUANTITA' DEL SINGOLO COMPONENTE	Q_{ta}	[U.M.]
COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€]

Valutazione economica preliminare			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costo totale iniziale dell'investimento	C_{in}	90189,60	[€]
Costo totale iniziale per il quale spetta la detrazione	$C_{in,det}$		[€]
Ricavo nominale annuo da risparmio energetico	R_{risp}	5926,46	[€/anno]
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R_{det}		[€/anno]
Tempo di ritorno semplice (con detrazioni)	$\tau_{r,det}$	15,22	[anni]
Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni)	τ_r	15,22	[anni]

COSTI IN ESERCIZIO

Costi periodici di manutenzione							
COMPONENTE	τ_n	C_{in}	P_m	C_m	τ_m	$f_{pv,m}$	$C_{m,att}$
	[anni]	[€]	[%]	[€]	[anni]	[-]	[€]
Pompe di calore	20	42000,00	2,00	840,00	20,00	14,50	12182,90
Sistema di controllo – Centrale	15	48189,60	1,00	481,90	20,00	14,50	6989,14

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€]
PERCENTUALE DI SCOSTAMENTO DEL COSTO ANNUO DI MANUTENZIONE RISPETTO AL COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	P_m	[%]
COSTO ANNUO NOMINALE DI MANUTENZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_m	[€]
ANNUALITA' CONSIDERATE PER LA MANUTENZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_m	[anni]
FATTORE DI ATTUALIZZAZIONE DEL COSTO DI MANUTENZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	$f_{pv,m}$	[-]
COSTO TOTALE DI MANUTENZIONE ATTUALIZZATO DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{m,att}$	[€]

Costi di sostituzione						
COMPONENTE	τ_n	N_{sost}	U.M.	C_{sost}	C_{sost}	$C_{sost,att}$
	[anni]	[-]		[€/U.M.]	[€]	[€]
Pompe di calore	20		pz			
Sistema di controllo – Centrale	15	1	pz	10000,00	6000,00	3699,08

Dettaglio sostituzione			
SOSTITUZIONE	$\tau_{sost,k}$ [anno]	$R_{d,sost,k}$ [%]	$C_{sost,att,k}$ [€]
1	15	61,65	3699,08

LEGENDA		
DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
NUMERO DI SOSTITUZIONI DEL SINGOLO COMPONENTE	N_{sost}	[-]
COSTO UNITARIO DI SOSTITUZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE (INCLUSO LO SMALTIMENTO)	C_{sost}	[€/U.M.]
COSTO TOTALE NOMINALE DI SOSTITUZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{sost}	[€]
COSTO TOTALE ATTUALIZZATO DI SOSTITUZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{sost,att}$	[€]
ANNO DELLA SOSTITUZIONE k-ESIMA DEL SINGOLO COMPONENTE	$\tau_{sost,k}$	[anno]
TASSO DI ATTUALIZZAZIONE DELLA SOSTITUZIONE k-ESIMA DEL SINGOLO COMPONENTE	$R_{d,sost,k}$	[%]
COSTO TOTALE ATTUALIZZATO DELLA SOSTITUZIONE k-ESIMA DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{sost,att,k}$	[€]

Costi di smaltimento									
COMPONENTE	τ_n	N_{sost}	τ_{smal}	C_{in}	P_{smal}	K_{smal}	C_{smal}	$R_{d,smal}$	$C_{smal,att}$
	[anni]	[-]	[anno]	[€]	[%]	[%]	[€]	[%]	[€]
Pompe di calore	20		20	42000,00	3,00	100,00	1260,00	52,47	661,14
Sistema di controllo – Centrale	15	1	30	48189,60	1,00	33,33	160,63	38,01	61,05

LEGENDA		
DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
NUMERO DI SOSTITUZIONI DEL SINGOLO COMPONENTE	N_{sost}	[-]
ANNO DI SMALTIMENTO DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_{smal}	[anno]
COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€]
PERCENTUALE DI SCOSTAMENTO DEL COSTO ANNUO DI SMALTIMENTO RISPETTO AL COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	P_{smal}	[%]
PERCENTUALE DI UTILIZZO DELLA VITA MEDIA DEL SINGOLO COMPONENTE	K_{smal}	[%]
COSTO TOTALE NOMINALE DI SMALTIMENTO DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{smal}	[€]
TASSO DI ATTUALIZZAZIONE DELLO SMALTIMENTO DEL SINGOLO COMPONENTE	$R_{d,smal}$	[%]
COSTO TOTALE ATTUALIZZATO DELLO SMALTIMENTO DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{smal,att}$	[€]

RICAVI IN ESERCIZIO

Ricavi periodici da risparmio energetico				
VETTORI ENERGETICI	R_{risp}	τ_{risp}	$f_{\text{pv,risp}}$	$R_{\text{risp,att}}$
	[€]	[anni]	[-]	[€]
Gas naturale (metano)	23253,00	20	14,50	202349,00
Energia elettrica	-72957,70	20	14,50	-116395,00

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
RICAVO NOMINALE ANNUO DA RISPARMIO ENERGETICO	R_{risp}	[€]
ANNUALITA' CONSIDERATE PER IL RISPARMIO ENERGETICO	τ_{risp}	[anni]
FATTORE DI ATTUALIZZAZIONE DEL RISPARMIO ENERGETICO	$f_{\text{pv,risp}}$	[-]
RICAVO TOTALE ATTUALIZZATO DA RISPARMIO ENERGETICO	$R_{\text{risp,att}}$	[€]

Ricavi finali da valore residuo dei componenti								
COMPONENTE	τ_n	N_{sost}	C_{in}	τ_{uso}	R_{fin}	τ_{fin}	$R_{\text{d,fin}}$	$R_{\text{fin,att}}$
	[anni]	[-]	[€]	[anni]	[€]	[anno]	[%]	[€]
Pompe di calore	20		42000,00	20		20	52,47	
Sistema di controllo – Centrale	15	1	48189,60	5	32126,40	20	52,47	16857,20

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_n	[anni]
NUMERO DI SOSTITUZIONI DEL SINGOLO COMPONENTE	N_{sost}	[-]
COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	C_{in}	[€]
PERIODO DI UTILIZZO DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_{uso}	[anni]
RICAVI NOMINALI DA VALORE RESIDUO DEL SINGOLO COMPONENTE	R_{fin}	[€]
ANNO DI VALUTAZIONE DEL VALORE FINALE DEL SINGOLO COMPONENTE	τ_{fin}	[anno]
TASSO DI ATTUALIZZAZIONE DEL VALORE FINALE DEL SINGOLO COMPONENTE	$R_{\text{d,fin}}$	[%]
RICAVO TOTALE ATTUALIZZATO DA VALORE RESIDUO DEL SINGOLO COMPONENTE	$R_{\text{fin,att}}$	[€]

Ricavi da detrazioni periodiche			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costo totale iniziale detraibile	C_{in}	90189,60	[€]
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R_{det}		[€]
Annualità considerate per la detrazione	τ_{det}	1	[anni]
Fattore di attualizzazione della detrazione	$f_{\text{pv,det}}$	0,97	[-]
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	$R_{\text{det,att}}$		[€]

RISULTATI FINALI

Costi totali in esercizio			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costi totali attualizzati di manutenzione	$C_{m,att}$	19172,00	[€]
Costi totali attualizzati di sostituzione	$C_{sost,att}$	3699,08	[€]
Costi totali attualizzati di smaltimento	$C_{smal,att}$	722,19	[€]
Altri costi periodici attualizzati	$C_{per,att}$		[€]
Altri costi una tantum attualizzati	$C_{ut,att}$		[€]

Ricavi totali in esercizio			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Ricavi totali attualizzati da risparmio energetico	$R_{risp,att}$	85953,90	[€]
Ricavi totali attualizzati da valore residuo dei componenti	$R_{fin,att}$	10114,30	[€]
Ricavi totali attualizzati da detrazioni periodiche	$R_{det,att}$		[€]
Altri ricavi periodici attualizzati	$R_{per,att}$		[€]
Altri ricavi una tantum attualizzati	$R_{ut,att}$		[€]

Risultati			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costo totale iniziale dell'investimento	C_{in}	90189,60	[€]
Costo totale iniziale per il quale spetta la detrazione	$C_{in,det}$		[€]
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,att}$	23593,30	[€]
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,att}$	106183,00	[€]
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	-17714,70	[€]
Annualità considerate nell'operazione	T_{op}	20,00	[anni]
Fattore di attualizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	14,50	[-]
Equivalentente annuale dell'operazione	a_{op}	-1221,41	[€]

ALLEGATO:

**SCHEDA TECNICHE
PDC**



DICHIARAZIONE DEL COSTRUTTORE

Aermec S.p.A. dichiara che la pompa di calore elettrica NRB0800°H°E°°00 soddisfa i requisiti di legge di cui all'allegato I del DM 16 febbraio 2016 per l'accesso agli incentivi del Conto Termico 2.0.

Sigla	NRB
Grandezza	0800
Campo d'impiego	° - Valvola termostatica meccanica (temperatura dell'acqua prodotta da +4 °C)
Modello	H - Pompa di calore (scambiatore a piastre)
Recuperatori di calore	° - Senza recuperatori
Versione	E - Alta efficienza in esecuzione silenziata
Batterie	° - Tubi di rame e alette in alluminio
Gruppo di ventilazione	° - Standard
Alimentazione	° - 400V/3/50Hz con magnetotermici
Gruppo idronico	00 - No

Riscaldamento

Potenza resa	kW	227,1
COP	W/W	3,97

Applica la normativa EN 14511:2018

Temperatura dell'aria esterna a bulbo secco 7,0 °C; Temperatura dell'aria esterna a bulbo umido 6,0 °C; Temperatura dell'acqua in ingresso 30,0 °C; Temperatura dell'acqua in uscita 35,0 °C.



DICHIARAZIONE DEL COSTRUTTORE

Aermec S.p.A. dichiara che la pompa di calore elettrica NRB0800°H°E°°00 soddisfa i requisiti di legge di cui all'art. 9 c. 2-bis del DM 19 febbraio 2007 e successive modifiche e integrazioni per l'accesso alla detrazione fiscale del 65%.

Sigla	NRB
Grandezza	0800
Campo d'impiego	° - Valvola termostatica meccanica (temperatura dell'acqua prodotta da +4 °C)
Modello	H - Pompa di calore (scambiatore a fascio tubiero)
Recuperatori di calore	° - Senza recuperatori
Versione	E - Alta efficienza in esecuzione silenziosa
Batterie	° - Tubi di rame e alette in alluminio
Gruppo di ventilazione	° - Standard
Alimentazione	° - 400V/3/50Hz con magnetotermici
Gruppo idronico	00 - No

Raffreddamento

Potenza resa	kW	295,0
EER	W/W	4,02

Applica la normativa EN 14511:2004

Temperatura dell'aria esterna a bulbo secco 35,0 °C; Temperatura dell'acqua in ingresso 23,0 °C; Temperatura dell'acqua in uscita 18,0 °C.

Riscaldamento

Potenza resa	kW	233,1
COP	W/W	4,21

Applica la normativa EN 14511:2004

Temperatura dell'aria esterna a bulbo secco 7,0 °C; Temperatura dell'aria esterna a bulbo umido 6,0 °C; Temperatura dell'acqua in ingresso 30,0 °C; Temperatura dell'acqua in uscita 35,0 °C.

**ALLEGATO DI CALCOLO
COMPUTO METRICO ESTIMATIVO**

Nr. Ord.	TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	MISURAZIONI:				Quantità	IMPORTI		
			Par.ug	Lung.	Larg.	H/peso		unitario	TOTALE	
	NP.IM.GF.01a	Fornitura in opera di unità da esterno in pompa di calore per la produzione di acqua refrigerata/riscaldada con compressori ermetici rotativi di tipo scroll dedicati per l'utilizzo di R410A, ventilatori assiali, batteria di condensazione con tubi in rame ed alette in alluminio, scambiatore a piastre saldo brasate e valvola di espansione termostatica meccanica o elettronica, a seconda della versione. La gamma è composta da unità equipaggiate con due compressori in configurazione mono-circuito. L'unità è fornita completa di carica refrigerante, collaudo e prove di funzionamento in fabbrica e necessita quindi, sul luogo dell'installazione, delle sole connessioni idriche ed elettriche. Versione Versione ad alta efficienza silenziata. Ottenuta con adeguato dimensionamento della superficie condensante attraverso l'impiego di un opportuno numero di moduli di condensazione. L'unità è dotata di serie del dispositivo di regolazione della velocità dei ventilatori e di silenziatore sulla linea del premente. Refrigerante HFC R410A, questo gas è caratterizzato da ODP (potenziale di distruzione dell'ozono) nullo ed è classificato all'interno del gruppo di sicurezza A1 secondo lo standard ASHRAE 34-1997. Circuito frigorifero - Circuiti frigoriferi indipendenti realizzati in tubo di rame con giunzioni saldate in lega d'argento. - Valvola termostatica che modula l'afflusso del gas in funzione del carico frigorifero. - Filtro deidratatore: è in grado di trattenere le impurità e le eventuali tracce di umidità presenti nel circuito frigorifero. - Spia del liquid serve per verificare la carica di gas frigorigeno e l'eventuale presenza di umidità nel circuito frigorifero. - Valvola solenoide: chiude allo spegnimento del compressore, impedendo il flusso di gas frigorigeno verso l'evaporatore. È prevista solamente nel caso sia presente la valvola termostatica meccanica. - Separatore di liquido in aspirazione del compressore per evitare qualsiasi traccia di liquido in ingresso al compressore. - Valvola inversione ciclo a 4 vie per commutazione funzionamento invernale/estivo. - Accumulo di liquido posto sulla linea ad alta pressione e serve per contenere il refrigerante in surplus in caso di inversione del circuito frigorifero. Numero di circuiti: 2 Numero di compressori: 4 Struttura portante Struttura portante realizzata in lamiera di acciaio zincata a caldo di adeguato spessore, è verniciata con polveri poliestere in grado di resistere nel tempo agli agenti atmosferici. Sulla struttura sono fissati i blocchi batterie-ventilatori MISURAZIONI: Gruppo refrigeratore a pompa di calore	1,00				1,00			
		SOMMANO cadauno					1,00	€ 87.558,04	€	87.558,04
	NP.IM.SA.01	Fornitura in opera di scaldacqua a pompa di calore della capacità di 200 litri completo di accessorim per il montaggio a perfetta MISURAZIONI: Scalda acqua a pompa di calore SA.01	1,00				1,00			
		SOMMANO cadauno					1,00	€ 2.711,48	€	2.711,48
	NP.IM.P.04	Circolatore gemellare per acqua calda sanitaria, temperatura d'impiego -10/+110°C, PN 16, grado di protezione IP 55, fornito e posta in opera. Sono compresi i raccordi a tre pezzi, oppure controflange con guarnizioni e bulloni. Sono esclusi i collegamenti elettrici. Portata: 1.0 m3/h; Prevalenza: 6.0 m c.a. MISURAZIONI: Circolatore gemellare P04.a/b - circuito ricircolo acqua calda	1,00				1,00			
		SOMMANO cadauno					1,00	€ 528,59	€	528,59
	40.E10.A10.040	Sola posa in opera di pompe e/o circolatori singoli o gemellari per fluidi caldi o freddi, compreso bulloni, guarnizioni e il collegamento alla linea elettrica, escluse le flange. Per attacchi del diametro nominale di: maggiore di 80 mm fino a 100 mm MISURAZIONI: Elettropompe P01.a/b Elettropompe P02.a/b	2,00 2,00				2,00 2,00			
		SOMMANO cad					4,00	€ 97,91	€	391,64
	NP.IM.VE.02	Fornitura e posa in opera di vaso di espansione saldato, per impianti di riscaldamento, certificato CE. Pmax d'esercizio: 400kP fino a 50 l, 600 kP oltre i 50 l. Tmax d'esercizio: 99°C. Capacita' l. l MISURAZIONI: Circuito primario acqua refrigerata/calda	1,00				1,00			
		SOMMANO cad					1,00	€ 92,04	€	92,04

Nr. Ord.	TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	MISURAZIONI:				Quantità	IMPORTI	
			Par.ug	Lung.	Larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	NP.IM.SR	Fornitura in opera di sistema di regolazione digitale automatica a servizio dell'impianto di climatizzazione e dell'impianto idrico sanitario e, in particolare, della centrale termofrigorifera, dei ventilconvettori, delle unità ventilanti e dei recuperatori di calore. Sono compresi gli oneri relativi alla fornitura in opera delle sonde, delle valvole, dei servocomandi, dei controllori da quadro, dei cablaggi, dei collegamenti elettrici, della line bus e relative vie cavi predisposta per la futura supervisione del sistema, delle attività di ingegneria elettrica del sistema e di programmazione dei controllori DDC e, in generale, tutto quanto necessita per dare gli impianti perfettamente funzionanti e realizzati a regola d'arte. Il tutto secondo quanto specificato in dettaglio nel disciplinare tecnico prestazionale degli impianti meccanici. Sono inclusi gli oneri relativi alla fornitura in opera dei quadri elettrici di comando in cui sono installati i controllori e i collegamenti elettrici delle apparecchiature in campo e dei regolatori in ambiente.							
		MISURAZIONI: Sistema di regolazione impianti meccanici	1,00				1,00		
		SOMMANO cad					1,00	€ 80.315,66	€ 80.315,66
		TOTALE euro							171597,45