comune di
PRATO
Codice Fiscale: **84006890481**

Progetto: Riqualificazione energetica nido "Il Borgo" - via G. Paisiello n. 39

Titolo: **Diagnosi Energetica**

Fase: **PROGETTO ESECUTIVO**

Assessore alla mobilità e all'ambiente Filippo Alessi

Servizio PF Governo del territorio

Dirigente del Servizio Arch. Riccardo Pecorario

Responsabile Unico del Procedimento Ing. Giovanni Nerini

Progettisti

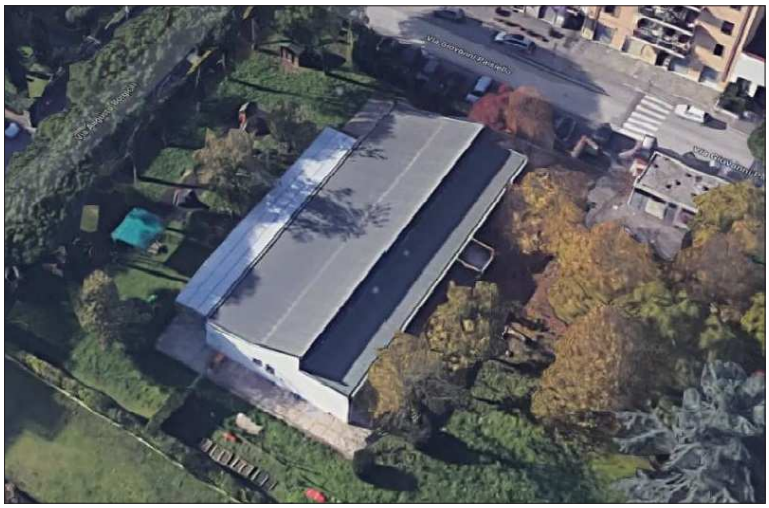
Progetti Opere di Riqualificazione Energetica
Ing. Marco Risaliti
Ing. Simone Giraldi

Progetto Opere Architettoniche
Ing. Marco Risaliti
Ing. Simone Giraldi

Coordinatore Sicurezza in fase di progettazione
Ing. Simone Arrigucci

Diagnosi Energetica
Ing. Iuri Baldi

Redazione Elaborati Grafici
Geom. Alessio Cheli
Geom. Giacomo Giovanchelli



Elab. G - Diagnosi Energetica
-
Spazio riservato agli uffici:

© Copyright Comune di Prato - Servizio Lavori Pubblici
è vietata la riproduzione anche parziale del documento

data: Febbraio 2019

DIAGNOSI ENERGETICA

Redatta in modo conforme alle serie delle UNI/TS 11300 in applicazione nazionale della UNI EN ISO 13790:2008, con riferimento al metodo mensile per il calcolo dei fabbisogni di energia termica per Riscaldamento e ACS, con riferimento ai dati climatici e alle condizioni d'uso reali.

Progettista:	**Ing. Iuri Baldi**
Committente	**Comune di Prato**
Edificio:	**Asilo Nido situato in via Paisiello 39**
Comune:	**Prato - PO**
Indirizzo:	**Via Paisiello 39**
Intervento:	**Ristrutturazione importante di secondo livello**

0. PREMESSA

La seguente Diagnosi è stata redatta in conformità alle norme tecniche UNI EN CEI 16247 (in particolare parte 2 Edifici) e eseguendo i calcoli in base alle serie delle UNI/TS 11300 in applicazione nazionale della UNI EN ISO 13790:2008, con riferimento al metodo mensile per il calcolo dei fabbisogni di energia termica per Riscaldamento e ACS, con riferimento ai dati climatici e alle condizioni d'uso reali.

La diagnosi si basa sulla preventiva rappresentazione dell'edificio nello stato di fatto al fine della determinazione della sua prestazione energetica ex ante, validata nelle sue condizioni reali d'uso come certificate anche dalle serie storiche di consumo energetico.
Si ipotizzano successivamente interventi su edificio ed impianti stimandone gli effetti sul miglioramento delle prestazioni rapportando i benefici agli oneri di investimento.
La diagnosi energetica è stata redatta in modo da tener conto di tutte le preesistenze (come gli impianti fotovoltaici in copertura).

1. PREMESSE METODOLOGICHE

La procedura implementata segue la struttura fornita dalla serie delle specifiche UNI/TS 11300 discostandosi nei punti in cui esse non sono sufficientemente dettagliate.

Il documento, in conformità del D.Lgs. 115/08 e del D.Lgs. 192/05 e s.m.i. per gli edifici ad uso residenziale e terziario, mirata al contenimento degli usi finali di energia elettrica e termica, è basato su:

- il rilievo dei parametri significativi del sistema fabbricato-impianto;
- i dati storici di fatturazione energetica;
- i fabbisogni calcolati e gli utilizzi di energia primaria per gli ausiliari elettrici, il riscaldamento, la produzione di acqua calda sanitaria;
- l'energia prodotta da fonti rinnovabili (fotovoltaico, solare termico, biomasse);

in modo da poter individuare i sottosistemi in cui le energie disperse sono maggiori e individuare le migliori modalità di conduzione e gestione dell'edificio in modo da poter valutare, da un punto di vista tecnico-economico, gli interventi di retrofit energetico.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le valutazioni tecnico economiche sono effettuate considerando la normativa tecnica vigente per il calcolo dei fabbisogni energetici del complesso di edifici, la normativa vigente in materia di contenimento del fabbisogno energetico degli edifici e degli impianti per la valutazione dei requisiti tecnici richiesti agli interventi considerati, regolamenti nazionali e locali per quello che riguarda eventuali limitazioni o ulteriori imposizioni normative.

L'impianto legislativo su cui e basata la presente analisi e regolato essenzialmente da:

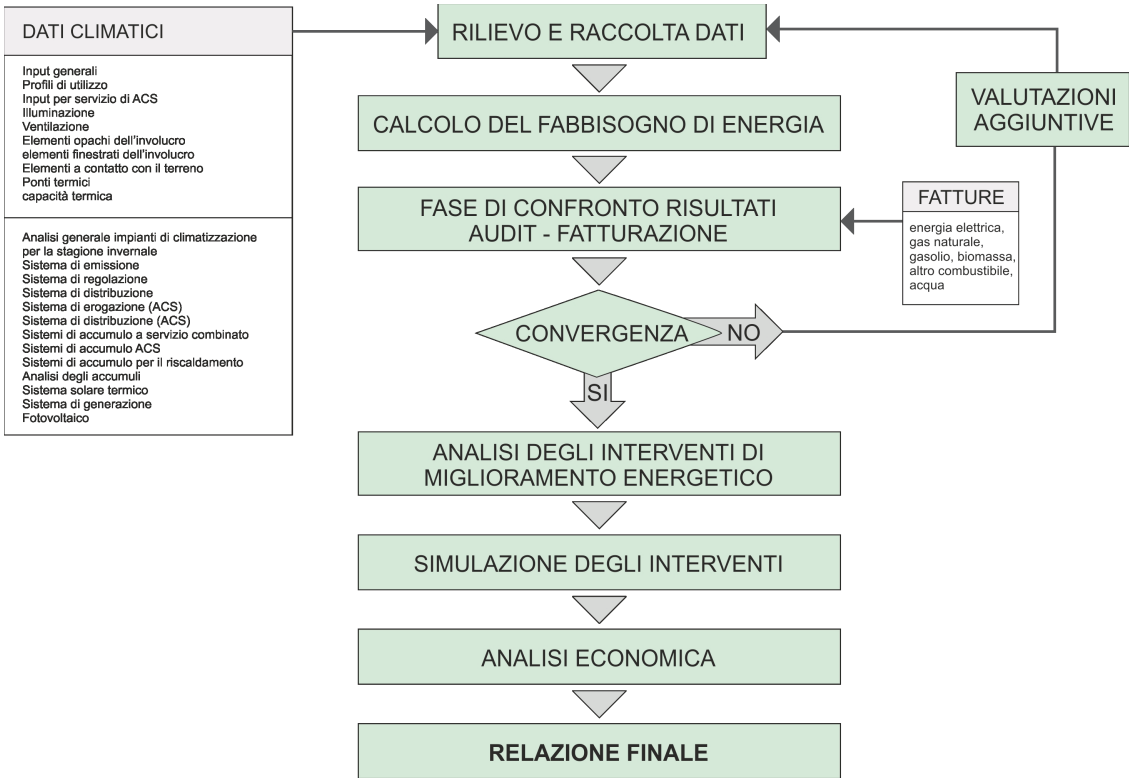
- D.Lgs. 102/2014 "Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE".
- Legge n.10/91 "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia";
- D.P.R. n. 412/1993, "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento di energia, in attuazione dell'art.4, comma 4, della legge 9 Gennaio 1991, n.10";
- D.Lgs. 192/05 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia";
- D.Lgs. 311/2006, "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. 115/08 "Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE";
- D.M. 11/03/08, "Attuazione dell'art. 1 comma 24 lettera a) della legge 24.02.07/244 per la definizione dei valori limite di fabbisogno di energia primaria annuo e di trasmittanza termica ai fini dell'applicazione dei commi 344 e 345 dell'art.1 della legge 27.12.06/296";
- D.I. Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici ;
- D.I. 26 giugno 2015 Adeguamento del DM 26/09/2009 "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici";
- UNI TS 11300-Parte 1 Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.
- UNI TS 11300-Parte 2 Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.
- UNI TS 11300-Parte 3 Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva.
- UNI TS 11300-Parte 4 Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
- UNI EN 12831 Impianti di riscaldamento negli edifici Metodo di calcolo del carico termico di progetto
- UNI EN 16212 Calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica - Metodi top-down (discendente) e bottom-up (ascendente)
- UNI EN CEI 16247-2 Diagnosi energetiche – parte 2 Edifici

3. OBIETTIVI

La presente relazione viene redatta al fine del raggiungimento dei seguenti obiettivi:

1. Definizione del fabbisogno energetico standard dell'immobile (asset rating)
2. Definizione di indicatori di prestazione energetica per il fabbricato e gli impianti allo scopo di commisurare il fabbisogno energetico reale e quello calcolato (tailored rating)
3. Ricerca, analisi ed identificazione delle situazioni di degrado dell'edificio e/o di inefficienze degli impianti tecnici
4. Definizione degli interventi di riqualificazione tecnologica del fabbricato e degli impianti tecnici
5. Valutazione della fattibilità tecnica ed economica degli interventi di riqualificazione
6. Miglioramento del confort
7. Riduzione dei carichi ambientali e dei costi di gestione dell'immobile (risparmio)
8. Valutazione della riduzione delle emissioni di CO2

Al fine di ottenere questo risultato viene attuata la seguente modalità operativa:



Oggetto dell'incarico

L'incarico di redigere la diagnosi energetica del fabbricato indicato è stato affidato ai sottoscritti tecnici, analizzando lo stato attuale del sistema edificio/impianto e le particolari soluzioni di interesse per il miglioramento energetico.

E' stato analizzato il fabbisogno attuale confrontato con i consumi energetici dell'ultimo periodo.

Lo studio e stato eseguito tramite sopralluoghi in loco, ed attività di analisi documentale sulla scorta dei dati e degli elaborati tecnici forniti dall'Amministratore delle proprietà comuni oggetto dello studio.

Le soluzioni di miglioramento analizzate sono le seguenti:

1. la realizzazione di isolamento di parete esterna tramite sistema a cappotto (140 mm in EPS)
2. la realizzazione di isolamento della copertura (120 mm Poliuretano)
3. la sostituzione di infissi esistenti con infissi ad alte prestazioni (in alluminio con vetrocamera basso – emissivi, talora controllo solare per la limitazione del sovra riscaldamento dei locali)

Scenari	Elenco interventi previsti
Cappotto isolante	[Muratura in laterizio semipieno s=2-25-2 cm] → [Muratura in laterizio semipieno EPS] [Parete in calcestruzzo (Rif, B) 1-30] → [Parete in calcestruzzo EPS]
Copertura coibentata	[Copertura piana non praticabile -1- s=2-16-4-2-2-1 cm] → [Copertura piana Poliuretano]
Fabbricato - involucro trasparente	[I.1] → [I.1 BE] [I.1.1] → [I.1.1 BE] [I.2] → [I.2 BE] [I.3] → [I.3 BE] [I.4] → [I.4 BE] [I.5] → [I.5 BE] [I.6] → [I.6 BE] [I.7] → [I.7 BE] [I.8] → [I.8 BE]
Scenario Totale	[Muratura in laterizio semipieno s=2-25-2 cm] → [Muratura in laterizio semipieno EPS] [Parete in calcestruzzo (Rif, B) 1-30] → [Parete in calcestruzzo EPS] [Copertura piana non praticabile -1- s=2-16-4-2-2-1 cm] → [Copertura piana Poliuretano] [I.1] → [I.1 BE] [I.1.1] → [I.1.1 BE] [I.2] → [I.2 BE] [I.3] → [I.3 BE] [I.4] → [I.4 BE] [I.5] → [I.5 BE] [I.6] → [I.6 BE] [I.7] → [I.7 BE] [I.8] → [I.8 BE]

L'attività di diagnosi e proseguita valutando i costi ed i benefici dati degli interventi.

Procedura dello studio di fattibilità

Lo studio di fattibilità richiesto si configura come una procedura di audit energetico per un edificio a uso civile. Per audit energetico si intende una procedura sistematica finalizzata alla conoscenza degli usi finali di energia e all'individuazione e all'analisi di eventuali inefficienze e criticità energetiche del sistema edificio-impianto.

La fase di audit e composta da una serie di operazioni consistenti nel rilievo ed analisi di dati relativi al sistema edificio-impianto in condizioni di esercizio (dati geometrico-dimensionali, termofisici dei componenti l'involucro edilizio, prestazionali del sistema impiantistico, ecc.) nell'analisi e nelle valutazioni economiche dei consumi energetici dell'edificio.

La finalità dello studio di fattibilità è quello di valutare sotto il profilo costi-benefici i possibili interventi in analisi, quantificando in termini economici il risparmio ottenibile mediante i diversi interventi in termini di risparmio gestionale e di consumo di energia primaria.

Gli obiettivi dello studio saranno:

- analizzare la configurazione attuale e lo stato dell'impianto, individuando possibili miglioramenti o criticità nella componentistica e nella configurazione attuale;
- definire il bilancio energetico del sistema edificio-impianto;
- definire un indicatore di congruita fra consumi effettivi dell'ultimo triennio e consumi attesi, calcolati con opportuni fattori di aggiustamento a partire dalle condizioni standard
- valutare in termini energetici le variazioni conseguenti all'adozione delle diverse soluzioni proposte;
- valutare in termini economici di investimento iniziale e costi di gestione le diverse soluzioni proposte, anche in riferimento ad incentivi fiscali disponibili;
- proporre miglioramenti anche di tipo gestionale rispetto alla soluzione attuale

L'analisi energetica del sistema edificio-impianto è condotta utilizzando un modello energetico degli edifici e dell'impianto conforme alle norme precedentemente citate. La validazione di tale modello viene eseguita tramite opportuni fattori di aggiustamento tenendo conto dei dati climatici reali, del reale utilizzo del fabbricato.

La presente diagnosi energetica è redatta **con riferimento a: D.P.R. n° 412 del 26 agosto 1993, D.P.R. n°551 del dicembre 1999, Decreto Legislativo n° 192 del 19 agosto 2005, Decreto Legislativo n° 311 del 29 dicembre 2006, Legge 90 del 3 agosto 2013, DM Requisiti Minimi, UNI TS 11300 parti 1, 2, 3 e 4.**

4. INFORMAZIONI GENERALI

Diagnosi energetica di **Asilo Nido situato in via Paisiello** nel comune di **Prato (PO)**
sito in **Via Paisiello 39**

Dati catastali	
Asilo Nido	Foglio: 44 Particella: 2302 Subalterno: Sezione urbana:

Tipologia di intervento: **Ristrutturazione importante di secondo livello**
Tipologia costruttiva:
Configurazione dell'edificio: **Edificio con impianto centralizzato**
Numero delle unità presenti: **1**

Classificazione dell'edificio o del complesso di edifici *(Art. 3 del DPR 412/93)*: **E.7. - attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili**

Gli interventi in oggetto sono riferiti alla concessione edilizia n. del _____ a seguito di denuncia di inizio attività o permesso di costruire n. , presentata in data ____

Proprietario 1: **Comune di Prato**

Progettista degli impianti termici: **-**

Direttore dei lavori per l'isolamento dell'edificio: **Ing. Iuri Baldi Ing. Giovanni Nerini**

Direttore dei lavori per la realizzazione degli impianti termici: **-**

[X] **L'edificio rientra tra quelli di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico ai fini dell'articolo 5, comma 15, del DPR n. 412/93 (utilizzo delle fonti rinnovabili di energia) e dell'articolo 2, comma 1 della Legge 90 del 3 agosto 2013.**

-

5. FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO

Gli elementi tipologici forniti, al solo scopo di supportare la presente diagnosi energetica, sono i seguenti:

[0] Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali

[0] Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi di protezione solare

[0] Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari

6. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ (STD RATING)

Comune: **Prato (PO)** Gradi giorno determinati in base al DPR 412/93: **1668**

Zona climatica: **D** Altitudine: **61 m**

Latitudine: **43°52'** Longitudine: **11°5'**

Temperatura invernale minima di progetto dell'aria esterna: **0,0 °C**

La temperatura minima dell'aria esterna è determinata in base alla UNI 5364:1976.

Temperatura massima estiva di progetto: **39,1 °C**

Escursione termica nel giorno più caldo dell'anno: **17,7 °C**

Irradianza media giornaliera sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione: **283,56 W/m²**

•

7. DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO E DELLE RELATIVE STRUTTURE

	S m^2	V m^3	S/V m^{-1}	Su m^2
Asilo Nido	1.385,59	1.973,48	0,70	456,75

S superficie esterna che delimita il volume a temperatura controllata o climatizzato
V volume delle parti di edificio a temperatura controllata o climatizzate al lordo delle strutture che lo delimitano
S/V rapporto tra superficie disperdente e volume lordi o fattore di forma dell'edificio
Su superficie utile dell'edificio

	Zona	Tinv °C	φinv %	Test °C	φest %
Asilo Nido	Zona unica	20,0	50		

Tinv valore di progetto della temperatura interna per la climatizzazione invernale o il riscaldamento
φinv valore di progetto dell'umidità relativa interna per la climatizzazione invernale
Test valore di progetto della temperatura interna per la climatizzazione estiva o il raffrescamento
φest valore di progetto dell'umidità relativa interna per la climatizzazione estiva

Umidità relativa dell'aria di progetto per la climatizzazione estiva: **54,0 %**

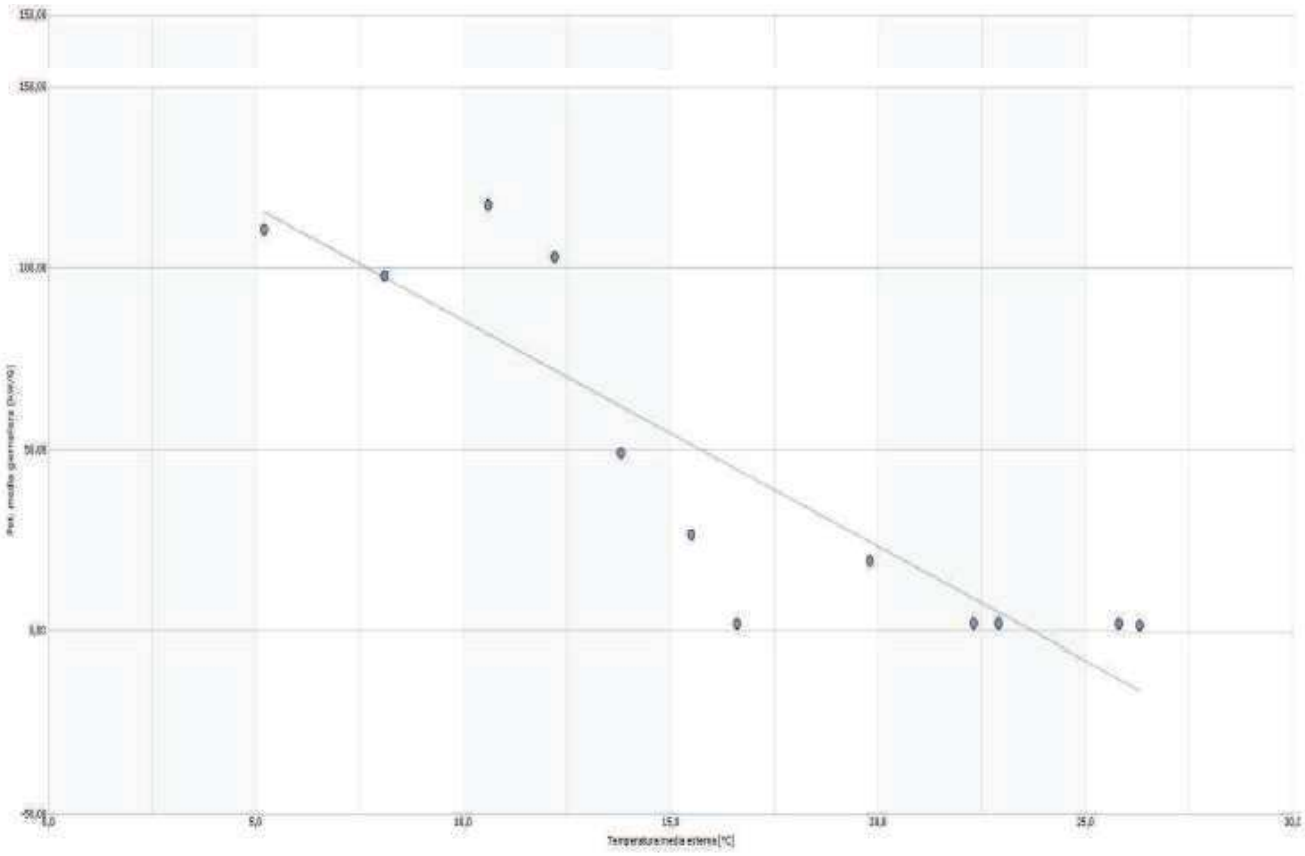
8. FIRMA ENERGETICA DELL'EDIFICIO

Indirizzo	**Via Paisiello, 59100 Prato (PO)**
Tipologia	
Combustibile	**Metano**
Metodo di misura energia	**Lettura contatore**
Temperatura interna media invernale rilevata	**20** °C
Superficie Utile	**456.80** m²

Rilevazione dei consumi

Data inizio	Data Fine	Durata [giorni]	Gradi giorno [GG]	Consumo [m³]	Energia [kWh]	T Media esterna [°C]	Ore [h]	Consumo medio giornaliero [kWh/giorno]
01/01/2017	31/01/2017	30	459	1.174,00	11.670,00	5,2	12,0	32,42
01/02/2017	28/02/2017	28	263	858,00	8.529,00	10,6	12,0	25,38
01/03/2017	31/03/2017	30	192	497,00	4.940,00	13,8	12,0	13,72
01/04/2017	30/04/2017	29	135	122,00	1.213,00	15,5	12,0	3,49
01/05/2017	31/05/2017	30	6	122,00	1.213,00	19,8	12,0	3,37
01/06/2016	30/06/2016	29	0	73,40	730,00	22,3	12,0	2,10
01/07/2016	31/07/2016	30	0	73,40	730,00	26,3	12,0	2,03
01/08/2016	31/08/2016	30	0	73,40	730,00	25,8	12,0	2,03
01/09/2016	30/09/2016	29	0	73,40	730,00	22,9	12,0	2,10
01/10/2016	31/10/2016	30	105	73,40	730,00	16,6	12,0	2,03
01/11/2016	30/11/2016	29	102	538,00	5.348,00	12,2	12,0	15,37

Grafico della firma energetica



9. DATI CLIMATICI, CONSUMI ENERGETICI E CONDIZIONI D'USO (TAILORED RATING)

Il metodo di calcolo per l'analisi del risparmio energetico deve essere validato confrontando i risultati ottenuti dal calcolo standard con correzioni per le reali condizioni d'uso e climatiche coni dati di consumo reali dell'impianto.

E' stato possibile analizzare le bollette relative ai consumi reali.

Si è poi proceduto alla conversione delle quantità fisiche di metano (mc) consumate in energia termica (kWh), in modo da poter confrontare i consumi reali e quelli teorici;

9.1 CONSUMI

I dati desunti sono riassunti nelle tabelle seguenti:

Vettore: Metano
Potere calorifico: 9,45 kWh/m3

Data inizio	Data Fine	Costo [€]	Consumo [m³]	Unitario [€/m³]	% Riscaldamento	% ACS
01/01/2017	31/01/2017	939,20	1.174,00	0,80	100,00	0,00
01/02/2017	28/02/2017	686,40	858,00	0,80	100,00	0,00
01/03/2017	31/03/2017	397,60	497,00	0,80	100,00	0,00
01/04/2017	30/04/2017	97,60	122,00	0,80	100,00	0,00
01/05/2017	31/05/2017	97,60	122,00	0,80	100,00	0,00
01/06/2016	30/06/2016	58,72	73,40	0,80	100,00	0,00
01/07/2016	31/07/2016	58,72	73,40	0,80	100,00	0,00
01/08/2016	31/07/2016	58,72	73,40	0,80	100,00	0,00
01/09/2016	30/09/2016	58,72	73,40	0,80	100,00	0,00
01/10/2016	31/10/2016	58,72	73,40	0,80	100,00	0,00
01/11/2016	30/11/2016	430,40	538,00	0,80	100,00	0,00
01/12/2016	31/12/2016	676,00	845,00	0,80	100,00	0,00

Vettore: Energia Elettrica

Data inizio	Data Fine	Consumo [kWh]
01/01/2017	31/01/2017	1.171,00
01/02/2017	28/02/2017	1.261,00
01/03/2017	31/03/2017	1.136,00
01/04/2017	30/04/2017	821,00
01/05/2017	31/05/2017	994,00
01/06/2017	30/06/2017	883,00
01/07/2017	31/07/2017	843,00
01/08/2017	31/08/2017	476,00
01/09/2017	30/09/2017	1.068,00
01/10/2017	31/10/2017	1.396,00
01/11/2017	30/11/2017	1.561,00
01/12/2017	31/12/2017	1.422,00

Il metodo di calcolo utilizzato per il calcolo dei consumi teorici dell'edificio segue la normativa tecnica UNI/TS 11300, e si basa su dati climatici (temperatura esterna, insolazione) di riferimento secondo dati climatici standard basati sulla zona climatica di appartenenza del sito analizzato.

Sulla base di tali dati è stato costruito e analizzato il modello utilizzato per l'edificio esaminato.

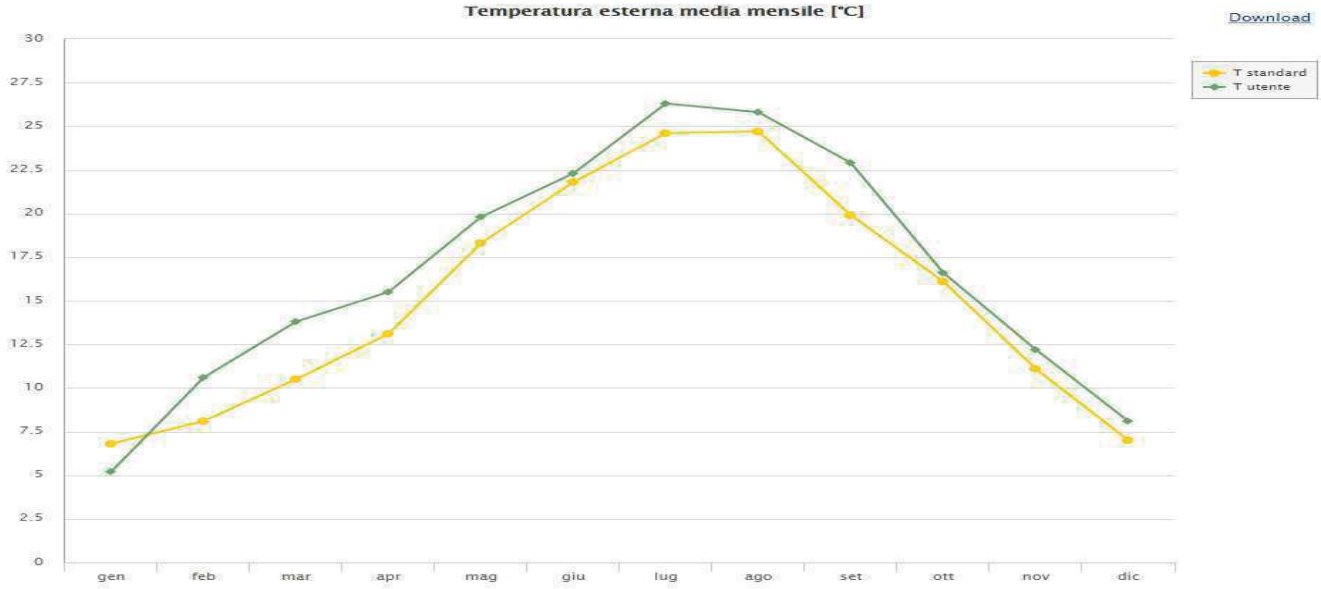
Per effettuare la modellizzazione ed i calcoli necessari a valutare il consumo teorico è stato utilizzato il software TERMOLOG EIPX 7 su base nazionale.

9.2 DATI CLIMATICI REALI

Il risultato e stato quindi "corretto" sulla base delle caratteristiche climatiche locali, ossia secondo quanto desumibile dalle centraline climatiche locali.

In ordine ai **consumi di energia (da combustibili o elettrica) per usi termici** si fa riferimento ai soli dati di Temperatura esterna.

Mese	T standard °C	T calcolo °C
gennaio	6,80	5,2
febbraio	8,10	10,6
marzo	10,50	13,8
aprile	13,10	15,5
maggio	18,30	19,8
giugno	21,80	22,3
luglio	24,60	26,3
agosto	24,70	25,8
settembre	19,90	22,9
ottobre	16,10	16,6
novembre	11,10	12,2
dicembre	7	8,1



Andamento della temperatura media mensile standard e utente

Per ogni zona termica la prestazione energetica viene valutata sia a condizioni standard che adattate all'utenza. In particolare vengono valutate le dispersioni per ventilazione (Qhve) in funzione del numero di ricambi d'aria reali.

Gli apporti interni vengono valutati in modo conforme alla normativa UNI TS 11300 sia per il calcolo standard che per il calcolo adattato all'utenza.

La valutazione del fabbisogno in fase di calcolo a condizioni standard si basa sulle temperature interne legate alla destinazione d'uso. Per il calcolo pei profili d'uso reale viene implementato calcolando la temperatura media pesata per ogni zona.

Tali considerazioni si estendono anche ai consumi di **energia elettrica** dovuta ad **usi non termici**, ovvero dovuti a:

- Impianto di illuminazione;
- Scaldavivande per la distribuzione dei pasti
- Stufe elettriche (alcune stufe a spina, di piccola potenza ma di fatto usate in integrazione del riscaldamento nei periodi più freddi a causa dello scarso isolamento del fabbricato)

Anche per quanto riguarda gli impianti elettrici, per ogni zona di caratteristiche omogenee in termini di tecnologia (cucina, ambienti per i bambini ecc.), la prestazione energetica viene valutata sia a condizioni standard che adattate all'utenza.

9.3 PROFILI DI UTILIZZO TEMPORALE

In condizioni adattate all'utenza il metodo di calcolo utilizzato per i consumi teorici dell'edificio segue la normativa tecnica UNI/TS 11300, con l'introduzione dei necessari adattamenti agli effettivi orari di utilizzo (oltre che alle condizioni climatiche reali).
Gli orari in cui negli ambienti va garantito il necessario confort (termoigrometrico, visivo, igienico, ecc.) sono riportati nelle seguenti tabelle:

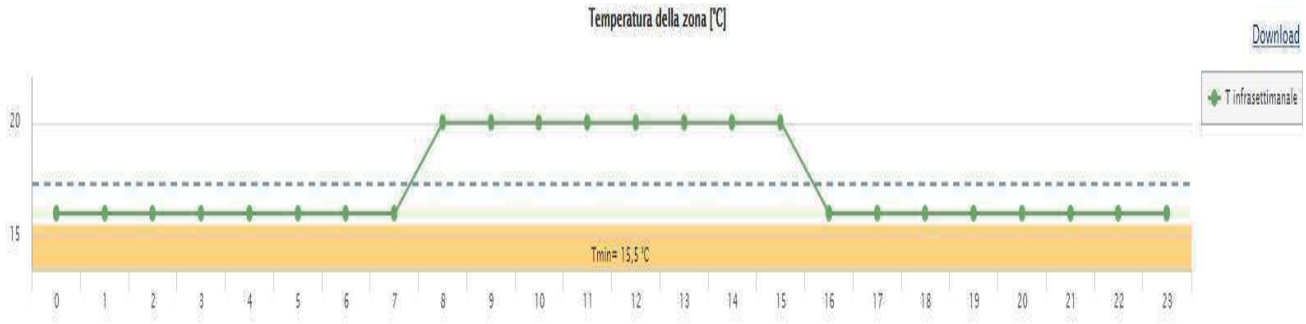
Zona riscaldata: Zona unica

Temperatura interna

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0

Temperatura media pesata: 17,3 °C

Grafico della temperatura interna



Altri parametri

Ricambi d'aria	Basso	0,10 1/h
Apporti interni	Valore Fi,int	10.000 W
QH,W acqua calda sanitaria	Valore utente	1.000,00 kWh

10. RIEPILOGO DEI PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI Scenario Totale

		STATO DI FATTO		SCENARIO TOTALE	
		G*		C*	
		Condizioni STANDARD	DIAGNOSI Condizioni TAILORED	Condizioni STANDARD	DIAGNOSI Condizioni TAILORED
Fabbisogni di energia termica per riscaldamento					
Durata	giorni	166,00	139,00	166,00	53,00
QH,tr	kWh	131.736,60	81.104,13	56.794,57	14.696,66
QH,ve	kWh	18.517,30	646,09	18.517,30	278,93
Qsol,e	kWh	4.332,31	3.251,35	659,95	145,05
Qsol,i	kWh	24.057,01	19.785,65	18.537,50	5.362,25
Qi	kWh	7.278,77	33.360,00	7.278,77	12.720,00
QH,nd	kWh	120.505,53	41.354,15	50.750,16	3.115,59
Fabbisogni di energia termica per raffrescamento					
Durata	giorni	75,00	150,00	102,00	260,00
QC,tr	kWh	11.680,68	30.339,65	8.027,62	49.060,45
QC,ve	kWh	1.412,00	218,65	2.609,80	933,37
Qsol,e	kWh	4.625,96	8.432,12	931,95	1.876,90
Qsol,i	kWh	16.612,86	30.837,10	16.514,73	36.059,41
Qi	kWh	3.288,60	36.000,00	4.472,50	62.400,00
QC,nd	kWh	8.666,77	40.604,10	11.495,14	55.612,71
Fabbisogni di energia termica per ACS					
Qh,W	kWh	3.370,42	1.000,00	3.370,42	1.000,00
RISCALDAMENTO: fabbisogni di energia primaria ed efficienza					
QpH,ren	kWh	444,89	151,75	185,76	11,39
QpH,nren	kWh	140.782,25	47.993,47	58.736,31	3.600,73
QpH,tot	kWh	141.227,14	48.145,22	58.922,07	3.612,12
EpH,ren	kWh/m²	0,97	0,33	0,41	0,02
EpH,nren	kWh/m²	308,23	105,08	128,60	7,88
EpH,tot	kWh/m²	309,20	105,41	129,00	7,91
ηH	-	0,86	0,86	0,86	0,87
QR,H	%	0,32	0,32	0,32	0,32
ACS: fabbisogni di energia primaria ed efficienza					
QpW,ren	kWh	20,33	6,03	20,33	6,03
QpW,nren	kWh	3.931,90	1.166,59	3.931,90	1.166,59
QpW,tot	kWh	3.952,23	1.172,62	3.952,23	1.172,62
EpW,ren	kWh/m²	0,04	0,01	0,04	0,01
EpW,nren	kWh/m²	8,61	2,55	8,61	2,55
EpW,tot	kWh/m²	8,65	2,57	8,65	2,57
ηW	-	0,86	0,86	0,86	0,86
QR,W	%	0,51	0,51	0,51	0,51
ILLUMINAZIONE: fabbisogni di energia primaria ed efficienza					
QpL,ren	kWh	1.288,03	1.288,03	1.288,03	1.288,03
QpL,nren	kWh	5.343,98	5.343,98	5.343,98	5.343,98
QpL,tot	kWh	6.632,01	6.632,01	6.632,01	6.632,01
EpL,ren	kWh/m²	2,82	2,82	2,82	2,82
EpL,nren	kWh/m²	11,70	11,70	11,70	11,70
EpL,tot	kWh/m²	14,52	14,52	14,52	14,52
Energia primaria globale ed efficienza dell'intero edificio					

Qpgl,ren	kWh	1.753,25	1.445,82	1.494,13	1.305,46
Qpgl,nren	kWh	150.058,12	54.504,04	68.012,19	10.111,30
Qpgl,tot	kWh	151.811,38	55.949,86	69.506,32	11.416,76
Epgl,ren	kWh/m²	3,84	3,17	3,27	2,86
Epgl,nren	kWh/m²	328,53	119,33	148,90	22,14
Epgl,tot	kWh/m²	332,37	122,50	152,18	25,00
QR,HWC	%	0,09	0,09	0,09	0,10
Emissioni di CO2	kg/m²	68,90	26,96	32,89	7,48
Metano					
Consumo teorico	m³	14.389,92	4.888,43	6.229,60	473,17
Consumo effettivo	m³	-	4.523,00	-	437,80
Costo teorico	€	12.807,03	4.350,70	5.544,34	421,12
Costo effettivo	€	-	3.618,40	-	350,24
k	%	-	7,48	-	-
Energia elettrica					
Consumo teorico	kWh	7.200,01	12.452,21	7.200,01	9.256,21
Consumo effettivo	kWh	-	13.032,00	-	9.687,35
Costo teorico	€	1.440,00	2.490,44	1.440,00	1.851,24
Costo effettivo	€	-	2.606,40	-	1.937,47
k	%	-	4,45	-	-
* La classificazione energetica è riferita all'indice di prestazione calcolato in condizioni effettive di utilizzo (tailored rating).					
Legenda					
Durata: Durata della stagione di riscaldamento o raffrescamento in giorni					
Q,tr: Energia termica scambiata per trasmissione					
Q,ve: Energia termica scambiata per ventilazione					
Qsol,e: Energia dovuta agli apporti solari gratuiti sulle strutture opache					
Qsol,i: Energia dovuta agli apporti solari gratuiti sulle strutture trasparenti					
Qi: Energia dovuta agli apporti interni					
Q,nd: Fabbisogno ideale di energia termica utile					
Qp,ren: Energia primaria rinnovabile					
Qp,nren: Energia primaria non rinnovabile					
Qp,tot: Energia primaria totale					
Ep,ren: Indice di prestazione rinnovabile					
Ep,nren: Indice di prestazione non rinnovabile					
Ep,tot: Indice di prestazione totale					
η: rendimento medio globale stagionale					
QR: Quota di energia rinnovabile					

11. STATO DI FATTO

INDICI

Descrizione	Unità di misura	Stato attuale
Indice di prestazione energetica globale	kWh/m²	119,33
consumo energetico	kWh/anno	49.271,87
classe energetica		G

Descrizione	Unità di misura	Stato attuale
Consumo teorico di metano	Mc	4.888,43
Consumo effettivo di metano	Mc	4.523,00
Costo teorico di metano	€	4.350,70
Costo effetivo di metano	€	3.618,40

Descrizione	Unità di misura	Stato attuale
Consumo teorico di energia elettrica	kWh	12.452,21
Consumo effettivo di energia elettrica	kWh	13.032,00
Costo teorico di energia elettrica	€	2.490,44
Costo effettivo di energia elettrica	€	2.606,40

Costo dell' energia elettrica : 0,20 €/kWh

12. INTERVENTO MIGLIORATIVO PROPOSTO

SINTESI

SCENARIO

Scenario Totale

Interventi proposti:

[Muratura in laterizio semipieno s=2-25-2 cm] → [Muratura in laterizio semipieno EPS]
[Parete in calcestruzzo (Rif, B) 1-30] → [Parete in calcestruzzo EPS]

[Copertura piana non praticabile -1- s=2-16-4-2-2-1 cm] → [Copertura piana Poliuretano]

[I.1] → [I.1 BE]
[I.1.1] → [I.1.1 BE]
[I.2] → [I.2 BE]
[I.3] → [I.3 BE]
[I.4] → [I.4 BE]
[I.5] → [I.5 BE]
[I.6] → [I.6 BE]
[I.7] → [I.7 BE]
[I.8] → [I.8 BE]

INDICI E CONSUMI

Descrizione	*Unità di misura*	*Stato attuale*	*Post Intervento*
Indice di prestazione energetica globale	kWh/m²	119,33	22,14
consumo energetico	kWh/anno	49.271,87	7.249,04
risparmio energetico	kWh/anno		42.022,83

Descrizione	*Unità di misura*	*Stato attuale*	*Post Intervento*
Consumo teorico di metano	mc	4.888,43	473,17
Consumo effettivo di metano	mc	4.523,00	437,80
Risparmio effettivo di metano	mc		4.082,20
Costo teorico di metano	€	4.350,70	421,12
Costo effettivo di metano	€	3.618,40	350,24
Risparmio effettivo	€		3.268,16

Descrizione	*Unità di misura*	*Stato attuale*	*Post Intervento*
Consumo teorico di energia elettrica	kWh	12.452,21	9.256,21
Consumo effettivo di energia elettrica	kWh	13.032,00	9.687,35
Risparmio effettivo di energia elettrica	kWh		3.353,65
Costo teorico di energia elettrica	€	2.490,44	1.851,24
Costo effettivo di energia elettrica	€	2.606,40	1.937,47
Risparmio effettivo	€		670,73

13. CONCLUSIONI

ANALISI DEI RISULTATI DELLA DIAGNOSI

La diagnosi sullo stato di fatto e modificato con le ipotesi di intervento illustrate mostra quanto segue.

Il modello analitico a simulazione dell'edificio è sufficientemente adeguato a valutare gli effetti degli interventi migliorativi sull'involucro, presentando un modesto scostamento (addirittura inferiore all' 8%) nelle previsioni dei consumi di gas metano.

Le ragioni di questi scostamenti possono essere molte, come l'effettivo orario di riscaldamento durante l'anno solare, o delle parti temporaneamente inutilizzate per riorganizzazione dei servizi e di nuovo agibili nella configurazione ex-post simulata (era il caso della cucina che fu ristrutturata nelle scorse stagioni, a lungo inattiva).

E' però vero che i risparmi di combustibile (obiettivo della diagnosi) sono proporzionali ai risultati dell'analisi differenziale, determinata dagli scarti ante-post operam e relativamente poco sensibile agli errori sui valori assoluti.

Avendo inoltre ipotizzato prevalentemente interventi sull'involucro dell'edificio, non ci sarebbero dovute essere conseguenze sui consumi elettrici, comunque profilati, su cui il risparmio (con il trascurabile contributo delle pompe di circolazione e dei ventilatori dei fancoils) avrebbe dovuto essere praticamente pari a zero .

L'analisi dei consumi storici ha però evidenziato che esistevano sensibili differenze fra le previsioni del software automatico (che teneva conto solo di 600 kWh attribuibili ai consumi degli ausiliari del sistema di riscaldamento e di 6.600 kWh per uso illuminazione) e i consuntivi dei consumi elettrici (13.000 kWh), per cui fu indagata questa motivazione con sopralluoghi ed interviste mirate.

Il nuovo quadro di riepilogo dei consumi elettrici è stato così ricostruito anche sulla base della valutazione dei consumi di apparecchi come gli scaldavivande (tipici dei nidi), e soprattutto di alcune stufe a spina che venivano usate dall'utenza per compensare l'attuale inadeguatezza del fabbricato, provocando circa 3-4.000 kWh di consumi "parassiti".

Al termine di queste valutazioni, che hanno permesso il riallineamento di simulazioni e consumi in margini accettabili, si è considerato che l'intervento sull'involucro, comportando un deciso miglioramento del confort, dovrebbe produrre l'effetto di rendere inutili i consumi parassiti di E.E. dalle stufe.

Nella DE questo effetto emerge per un maggior risparmio di circa 3.300 kWh elettrici (in gran parte dovuti a energia primaria di origine fossile).

A favore di sicurezza, nelle simulazioni economiche tale miglioramento (circa 670 €/anno) è stato tralasciato, preferendo giudicare la fattibilità solo in ordine alle riduzioni dei consumi di gas metano.

Tabella riassuntiva dell'intervento di efficientamento:
Di seguito si riporta la tabella dei risultati economico-finanziari degli interventi di efficientamento individuati sull'edificio oggetto della presente diagnosi.
In particolare si esplicita che le determinazioni sotto riportate sono state assunte con i seguenti parametri di calcolo:

- Finanziamento tramite bando Regione Toscana POR FESR 2014-2020 "Progetti di riqualificazione energetica degli immobili pubblici"
- Cofinanziamento tramite "accesso a prenotazione" agli incentivi del GSE previsti dal Conto Termico 2.0 (ipotizzando flussi di cassa in entrata pari ai 2/5 del beneficio derivabile all'inizio dei lavori ed i 3/5 del contributo economico al termine dei lavori previsto al 2° anno);
- Finanziamento con fondi propri del Comune di Prato (investimenti non ammissibili a finanziamento POR FERS e al Conto Termico 2.0 ed altri investimenti cofinanziati)
- Risparmio energetico di gas combustibile contabilizzato al costo di 0,80 €/mc (IVA compresa) ipotizzato costante durante il periodo di analisi economica.
- Interessi annui del 6 %

Sulla base di quanto sopra riportato il quadro economico dell'investimento per il Comune di Prato si traduce nel modo seguente:

SPESE AMMISSIBILI A FINANZIAMENTO (IVA COMPRESA)	
Sostituzione infissi	154.550,00 €
Isolamento termico pareti + copertura	132.404,93 €
Spese di progettazione	23.606,86 €
Totale spese ammissibili a finanziamento/incentivo	**310.561,79 €**
SPESE NON AMMISSIBILI FINANZIAMENTO E/O FINANZIATE CON RISORSE PROPRIE DELL'ENTE (IVA COMPRESA)	
Altre spese	19.438,21 €
Totale spese NON ammissibili a finanziamento/incentivo e/o finanziante con risorse dell'Ente	**19.438,21 €**
QUADRO ECONOMICO	
Finanziamento BANDO POR FESR	214.287,64 €
Beneficio incentivi CONTO TERMICO 2.0	96.274,16 €
Finanziamento risorse proprie dell'Ente	19.438,21 €
Totale intervento	**330.000,00 €**
ANALISI DELL'INVESTIMENTO	
Investimento iniziale (I)	-77.202,71
Flusso di cassa (anno 1)	3.987,16
Flusso di cassa (anno 2)	61.751,66
Flusso di cassa (anni successivi al 2° anno)	3.987,16
Tempo di ritorno semplice (TR)	4,88 anni
Tasso interno di rendimento (TIR o ROI) (vita intervento 20 anni)	11,34 %
VAN (vita intervento 20 anni)	17.638,34 €
VAN/I	0,23
Risparmio energia (tep/anno)	3,83 tep/anno
Riduzione delle emissione di CO2 (tCO2/anno)	8,98 tCO2/anno

14. PROFILO DELL' ENERGY AUDITOR

L'estensore dell'audit è un dipendente in forza all'Amministrazione Comunale (Internal Auditor) da 5 anni nella U.O.C. Politiche Energetiche, laureato in ingegneria civile con ventennali pregresse attività in ambito professionale nella stessa area.

Se ne riassume brevemente il profilo ed il percorso formativo, con riguardo alle sole competenze significative ai fini della qualificazione di Energy Auditor richiamate dalla norma UNI EN 16247-5, ovvero necessarie a:

- Analizzare e valutare energeticamente gli edifici e/o i sistemi produttivi
- Valutare le condizioni di comfort abitativo e/o lavorativo
- Proporre soluzioni di riqualificazione ed efficientamento energetico
- Quantificare tali soluzioni in termini di analisi costi-benefici
- Comunicare efficacemente anche con i "non addetti ai lavori"
- Disporre delle conoscenze e competenze per utilizzare strumentazioni e software specifici.

nome, cognome	**Iuri Baldi**
Dati anagrafici e reperibilità	Nato a Serravalle Pistoiese il 07 gennaio 1962 Reperibilità : Comune di Prato, Piazza Mercatale, 31, 59110 (PO) e-mail: i.baldi@comune.prato.it - tel. 05741836611
Titolo di studio	Laurea in Ingegneria Civile (LM23) conseguita il 08/11/1988 presso l'Università degli Studi di Firenze
Posizione nell'Ente	Funzionario progettista - U.O.C. Politiche Energetiche ed Infrastrutture (da luglio 2013) - Responsabile U.O. Risparmio energetico e utenze comunali
Mansioni generali	- Effettuare studi, progetti, monitoraggi, controlli ed elaborare strategie nell'ambito dell'utilizzo e produzione dell'energia nel territorio comunale, incluso il patrimonio dell'Ente e gli ambiti indicati dal PAES - Controlli ed elaborazione dati sulle forniture energetiche
Incarichi speciali	- Direttore dell'Esecuzione del **contratto di "Servizio Energia con Riqualificazioni Energetiche degli edifici comunali" (2015-2022)** - Progetto e D.L. per la messa in sicurezza degli impianti nel complesso bibliotecario-museale ex-fabbrica Campolmi ed **efficientamento del ciclo delle acque da pozzo Geotermico** - Coordinatore per gli aspetti energetici nel gruppo di lavoro per la redazione del Progetto di Innovazione Urbana (PIU) volto alla realizzazione di un Eco-Quartiere nell'area del "Macrolotto Zero" - **Diagnosi Energetiche**, progetto e D.L. su n.3 edifici scolastici oggetto di riqualificazione profonda con Fondi Kyoto (terminati) - Assistenza alla predisposizione di richieste di finanziamento sul "Conto Termico 2.0" - Progetto e **Relazione energetica** per la **trasformazione in edificio di classe A2** della Biblioteca Nord di via Corridoni
Attività correlate	**- Validazione Energetica-Economica** (su analisi costi-benefici) **dei progetti di efficientamento** di 117 edifici nel Servizio Energia - Verifica di funzionalità in esercizio del **sistema di Telecontrollo e monitoraggio remoto** su altrettanti impianti di riscaldamento - Sorveglianza sulle **condizioni di comfort** per le utenze del Servizio Energia (80 scuole e palestre, 5 complessi sportivi, 32 edifici direzionali) - **verifiche strumentali** termografiche, termoigrometriche, anemometriche, istantanee e differite con sistemi dataloggers - consulenza preliminare interna all'Ente sul rispetto delle **condizioni microclimatiche ottimali negli ambienti di lavoro** - Implementazione e supervisione di reti di monitoraggio energetico e sistemi Scada - utilizzo di software professionale per analisi energetiche e progettazione (Termolog Epix, certificato UNI-CTI) e verifiche

	strumentali (termocamere Testo, Energy Brain Akse, ecc.)
Attività di informazione e comunicazione	- **Illustrazione delle "buone pratiche", in assemblea con il personale** docente e non-docente, per l'utilizzo delle nuove dotazioni per gli edifici scolastici riqualificati con i fondi-Kyoto - Presentazione "Il Fondo Kyoto: i progetti per la riqualificazione di cinque scuole pratesi" nel convegno "Efficienza Energetica: 2017 strumenti ed azioni nel territorio pratese". - "Qualificazione degli interventi dal punto di vista energetico (Ecobonus)", nel convegno "Incentivi e detrazioni fiscali per l'edilizia", Montecatini Terme, 24 maggio 2017. - Pubblicazione "La Building Automation per il retrofit sostenibile degli edifici", articolo su "Construction 21 Italia". Analisi della situazione normativa in merito alla classificazione dei sistemi BACS e alle prospettive per la loro espansione.
Esperienze precedenti (correlate)	Progettazione e Direzione Lavori in vari settori dell'edilizia, con particolare attenzione alle problematiche di Efficienza Energetica, progettazione di edifici ed impianti. - Redazione delle relazioni tecniche ex L373/76 e L.10/1991 - Redazione di AQE per ottenimento detrazioni fiscali (dal 2007), certificazioni energetiche ACE (2009) e APE (2013) - Redazione degli Audit preliminari su 26 edifici del patrimonio del comune di Pistoia, su incarico di Toscana Energia Green S.pA., per la gara per la gestione degli impianti termici (2010)
Formazione specialistica	- Energy Manager – **Esperto in Gestione dell'Energia** (da **OdC accreditato ISO 17024** RICEC - ago 2015) - I Decreti attuativi del MISE 26 giugno 2015 della L. 90/2013 (set 2015) - Aggiornamento UNITS 11300/14 per certificatori energetici (lug 2016) - Le novità del Conto Termico 2.0. Le risorse destinate alla qualificazione degli edifici pubblici (lug 2016) - Efficienza energetica immobili pubblici: le opportunità per gli Enti (set 2017) - La Diagnosi Energetica con il calcolo dinamico orario UNI EN ISO 52016 (apr 2018)

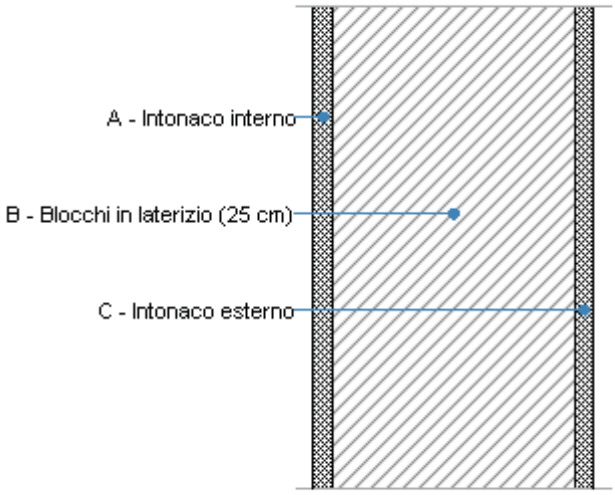
Data

01/10/2018

Firma

In allegato strutture involucro in riferimento allo stato attuale e allo stato di progetto

Muratura in laterizio semipieno s=2-25-2 cm



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **Muratura in laterizio semipieno s=2-25-2 cm**
Note:

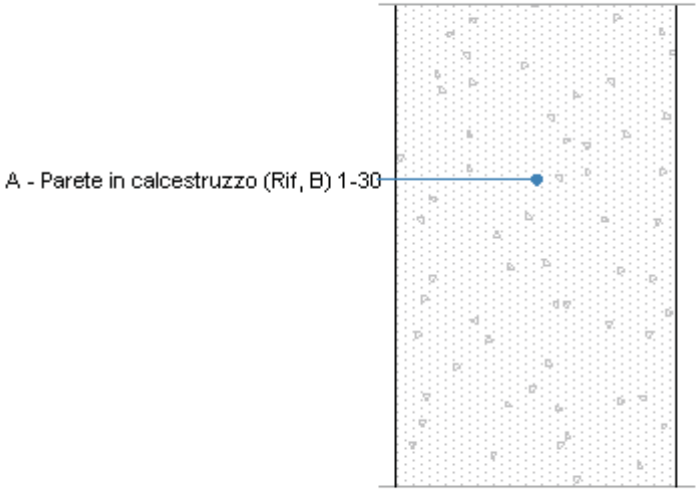
Tipologia:	**Parete**	Disposizione:	**Verticale**
Verso:	**Esterno**	Spessore:	**290,0** mm
Trasmittanza U:	1,182 W/(m^{2}K)	Resistenza R:	0,846 (m^{2}K)/W
Massa superf.:	250 Kg/m^2	Colore:	Chiaro
Area:	- m^2		

STRATIGRAFIA

	Strato	*Spessore s* [mm]	*Conduttività λ* [W/(mK)]	*Resistenza R* [(m^{2}K)/W]	*Densità ρ* [Kg/m^3]	*Capacità term. C* [kJ/(kgK)]	*Fattore μa* [-]	*Fattore μu* [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1	11,1
B	Blocchi in laterizio (25 cm)	250,0	0,400	0,625	1.000	1,00	5,6	5,6
C	Intonaco esterno	20,0	0,900	0,022	1.800	1,00	16,7	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	290,0		0,846				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m^{2}K)	Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m^{2}K)/W
Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m^{2}K)	Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m^{2}K)/W

Parete in calcestruzzo



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **Nuova struttura - Parete 6539**
Note:

Tipologia:	**Parete**	Disposizione:	**Verticale**
Verso:	**Esterno**	Spessore:	**310,0** mm
Trasmittanza U:	1,430 W/(m^{2}K)	Resistenza R:	0,699 (m^{2}K)/W
Massa superf.:	465 Kg/m^2	Colore:	Chiaro
Area:	- m^2		

STRATIGRAFIA

	Strato	*Spessore s* [mm]	*Conduttività λ* [W/(mK)]	*Resistenza R* [(m^{2}K)/W]	*Densità ρ* [Kg/m^3]	*Capacità term. C* [kJ/(kgK)]	*Fattore μa* [-]	*Fattore μu* [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Parete in calcestruzzo (Rif, B) 1-30	310,0	0,586	0,529	1.500	0,88	76,9	50,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	310,0		0,699				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m^{2}K)	Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m^{2}K)/W
Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m^{2}K)	Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m^{2}K)/W

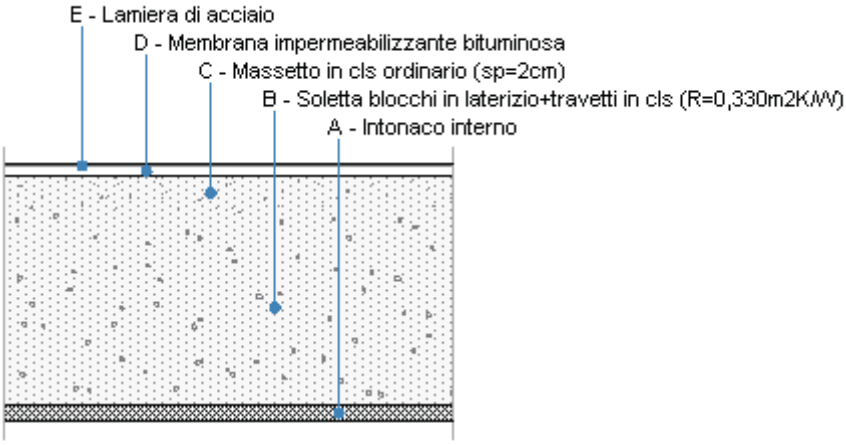
VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	**Prato**	Zona climatica:	**D**
Trasmittanza della struttura U:	1,430 W/(m^2 K)	Trasmittanza limite U_{lim}:	0,360 W/(m^2 K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90**
ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: NO

Copertura piana non praticabile -1- s=2-16-4-2-2-1 cm



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **Copertura piana non praticabile -1- s=2-16-4-2-2-1 cm**
Note:

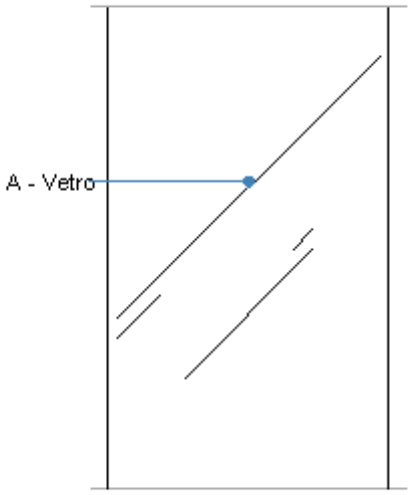
Tipologia:	**Copertura**	Disposizione:	**Orizzontale**
Verso:	**Esterno**	Spessore:	**292,0** mm
Trasmittanza U:	1,335 W/(m^{2}K)	Resistenza R:	0,749 (m^{2}K)/W
Massa superf.:	286 Kg/m^2	Colore:	Chiaro
Area:	- m^2		

STRATIGRAFIA

	Strato	*Spessore s* [mm]	*Conduttività λ* [W/(mK)]	*Resistenza R* [(m^{2}K)/W]	*Densità ρ* [Kg/m^3]	*Capacità term. C* [kJ/(kgK)]	*Fattore μa* [-]	*Fattore μu* [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1	11,1
B	Soletta blocchi in laterizio+travetti in cls (R=0,330m2K/W)	220,0	0,485	0,454	900	1,00	0,0	999.999,0
C	Massetto in cls ordinario (sp=2cm)	40,0	1,060	0,038	1.500	1,00	3,3	3,3
D	Membrana impermeabilizzante bituminosa	10,0	0,170	0,059	1.200	1,00	0,0	999.999,0
E	Lamiera di acciaio	2,0	80,000	0,000	7.870	0,46	999.999,0	999.999,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	292,0		0,749				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m^{2}K)	Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m^{2}K)/W
Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m^{2}K)	Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m^{2}K)/W

Vetro singolo 5 mm



Le proprietà termiche dei vetri sono valutate in base alla UNI EN 673.

DATI DEL VETRO

Nome: **Vetro singolo 5 mm**
Note:

Numero lastre:		Spessore vetro:	**5,0 mm**
Trasmittanza U:	5,713 W/(m^{2}K)	Resistenza R:	0,175 (m^{2}K)/W

STRATIGRAFIA

	Strato	*Spessore s* [mm]	*Conduttività λ* [W/(mK)]	*Emissività normale interna ε_{ni}* [-]	*Emissività normale esterna ε_{ne}* [-]	*Densità ρ* [Kg/m^3]	*Viscosità dinamica μ* [10^{-5}Kg/(ms)]	*Capacità termica specifica c* [J/(kgK)]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	7,690	-	-	-	-	-
A	Vetro	5,0	1,000	0,00	0,00	2.500	0,0	0,84
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	25,000	-	-	-	-	-
	TOTALE	5,0						

RESISTENZE

Costanti dipendenti dall'orientamento del vetro: A = 0,035, N = 0,38

	Strato	*Emissività corretta interna ε_i* [-]	*Emissività corretta esterna ε_e* [-]	*Salto termico intercapedine ΔT* [°C]	*Conduttanza radiativa h_r* [W/(m^{2}K)]	*Conduttanza lastra h_g* [W/(m^{2}K)]	*Conduttanza intercapedine h_s* [W/(m^{2}K)]	*Resistenza termica R* [(m^{2}K)/W]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	-	0,130
A	Vetro	-	-	-	-	-	-	0,005
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	-	0,040
	TOTALE							0,18

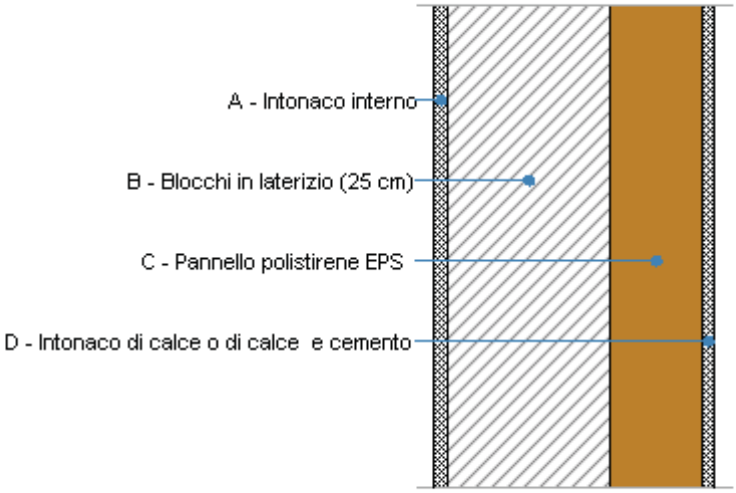
VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	**Prato**	Zona climatica:	**D**
Trasmittanza della struttura U:	5,713 W/(m^2 K)	Trasmittanza limite U_{lim}:	0,000 W/(m^2 K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90**
ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: NO

Muratura in laterizio semipieno EPS



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **Muratura in laterizio semipieno EPS**
Note:

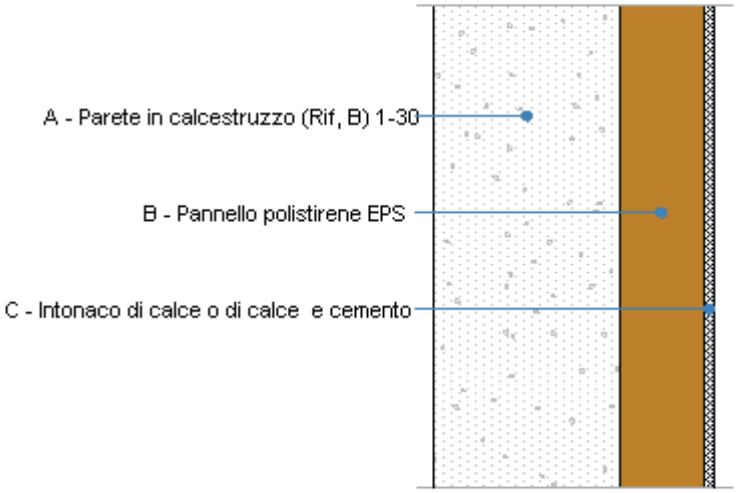
Tipologia:	**Parete**	Disposizione:	**Verticale**
Verso:	**Esterno**	Spessore:	**430,0** mm
Trasmittanza U:	0,206 W/(m^{2}K)	Resistenza R:	4,846 (m^{2}K)/W
Massa superf.:	255 Kg/m^2	Colore:	Chiaro
Area:	- m^2		

STRATIGRAFIA

	Strato	*Spessore s* [mm]	*Conduttività λ* [W/(mK)]	*Resistenza R* [(m^{2}K)/W]	*Densità ρ* [Kg/m^3]	*Capacità term. C* [kJ/(kgK)]	*Fattore μa* [-]	*Fattore μu* [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1	11,1
B	Blocchi in laterizio (25 cm)	250,0	0,400	0,625	1.000	1,00	5,6	5,6
C	Pannello polistirene EPS	140,0	0,035	4,000	35	1,45	50,0	50,0
D	Intonaco di calce o di calce e cemento	20,0	0,900	0,022	1.800	0,84	16,7	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	430,0		4,846				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m^{2}K)	Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m^{2}K)/W
Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m^{2}K)	Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m^{2}K)/W

Parete in calcestruzzo EPS



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **di Nuova struttura - Parete 6539 EPS**
Note:

Tipologia:	**Parete**	Disposizione:	**Verticale**
Verso:	**Esterno**	Spessore:	**470,0** mm
Trasmittanza U:	0,210 W/(m^{2}K)	Resistenza R:	4,721 (m^{2}K)/W
Massa superf.:	470 Kg/m^2	Colore:	Chiaro
Area:	- m^2		

STRATIGRAFIA

	Strato	*Spessore s* [mm]	*Conduttività λ* [W/(mK)]	*Resistenza R* [(m^{2}K)/W]	*Densità ρ* [Kg/m^3]	*Capacità term. C* [kJ/(kgK)]	*Fattore μ_a* [-]	*Fattore μ_u* [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Parete in calcestruzzo (Rif, B) 1-30	310,0	0,586	0,529	1.500	0,88	76,9	50,0
B	Pannello polistirene EPS	140,0	0,035	4,000	35	1,45	50,0	50,0
C	Intonaco di calce o di calce e cemento	20,0	0,900	0,022	1.800	0,84	16,7	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	470,0		4,721				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m^{2}K)	Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m^{2}K)/W
Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m^{2}K)	Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m^{2}K)/W

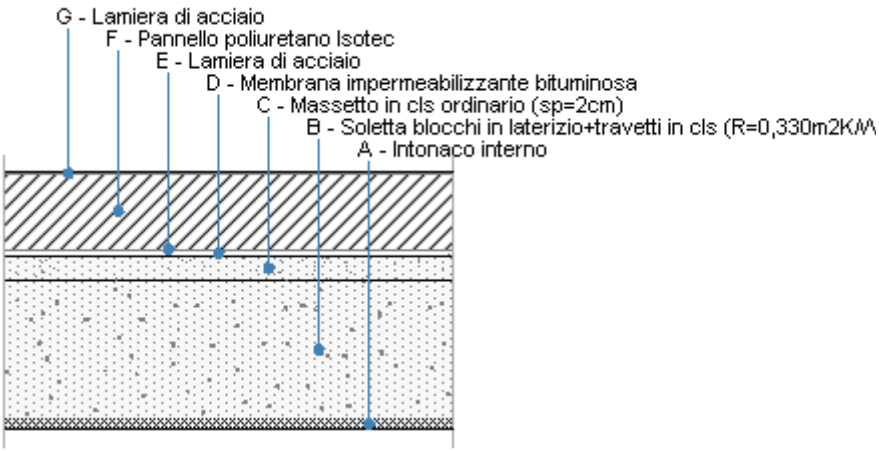
VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	**Prato**	Zona climatica:	**D**
Trasmittanza della struttura U:	0,210 W/(m^2 K)	Trasmittanza limite U_{lim}:	0,360 W/(m^2 K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90**
ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK

Copertura piana Poliuretano



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **Copertura piana Poliuretano**
Note:

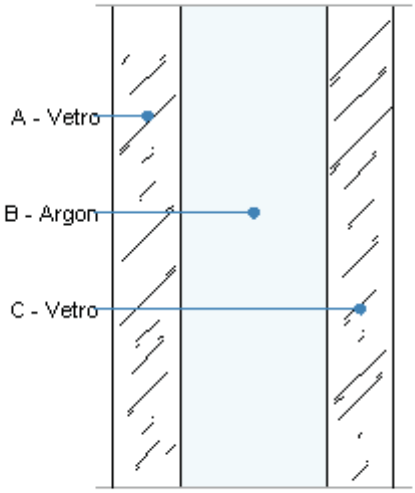
Tipologia:	**Copertura**	Disposizione:	**Orizzontale**
Verso:	**Esterno**	Spessore:	**414,0** mm
Trasmittanza U:	0,199 W/(m^{2}K)	Resistenza R:	5,035 (m^{2}K)/W
Massa superf.:	306 Kg/m^2	Colore:	Chiaro
Area:	- m^2		

STRATIGRAFIA

	Strato	*Spessore s* [mm]	*Conduttività λ* [W/(mK)]	*Resistenza R* [(m^{2}K)/W]	*Densità ρ* [Kg/m^3]	*Capacità term. C* [kJ/(kgK)]	*Fattore μa* [-]	*Fattore μu* [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1	11,1
B	Soletta blocchi in laterizio+travetti in cls (R=0,330m2K/W)	220,0	0,485	0,454	900	1,00	0,0	999.999,0
C	Massetto in cls ordinario (sp=2cm)	40,0	1,060	0,038	1.500	1,00	3,3	3,3
D	Membrana impermeabilizzante bituminosa	10,0	0,170	0,059	1.200	1,00	0,0	999.999,0
E	Lamiera di acciaio	2,0	80,000	0,000	7.870	0,46	999.999,0	999.999,0
F	Pannello poliuretano Isotec	120,0	0,028	4,286	35	1,30	53,3	53,3
G	Lamiera di acciaio	2,0	80,000	0,000	7.870	0,46	999.999,0	999.999,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	414,0		5,035				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m^{2}K)	Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m^{2}K)/W
Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m^{2}K)	Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m^{2}K)/W

Doppio vetro BE [7-15-7] Argon



Le proprietà termiche dei vetri sono valutate in base alla UNI EN 673.

DATI DEL VETRO

Nome: **Doppio vetro BE [7-15-7] Argon**
Note:

Numero lastre:		Spessore vetro:	29,0 mm
Trasmittanza U:	1,508 W/(m^{2}K)	Resistenza R:	0,663 (m^{2}K)/W

STRATIGRAFIA

	Strato	*Spessore s* [mm]	*Conduttività λ* [W/(mK)]	*Emissività normale interna εni* [-]	*Emissività normale esterna εne* [-]	*Densità ρ* [Kg/m^3]	*Viscosità dinamica μ* [10^{-5}Kg/(ms)]	*Capacità termica specifica c* [J/(kgK)]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	7,690	-	-	-	-	-
A	Vetro	7,0	1,000	0,89	0,17	2.500	0,0	0,84
B	Argon	15,0	0,017	0,00	0,00	2	2,2	0,52
C	Vetro	7,0	1,000	0,89	0,89	2.500	0,0	0,84
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	25,000	-	-	-	-	-
	TOTALE	29,0						

RESISTENZE

Costanti dipendenti dall'orientamento del vetro: A = 0,035, N = 0,38

	Strato	*Emissività corretta interna εi* [-]	*Emissività corretta esterna εe* [-]	*Salto termico intercapedine ΔT* [°C]	*Conduttanza radiativa hr* [W/(m^{2}K)]	*Conduttanza lastra hg* [W/(m^{2}K)]	*Conduttanza intercapedine hs* [W/(m^{2}K)]	*Resistenza termica R* [(m^{2}K)/W]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	-	0,130
A	Vetro	-	-	-	-	-	-	0,007
B	Argon	0,189	0,837	15,00	0,939	1,149	2,088	0,479
C	Vetro	-	-	-	-	-	-	0,007
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	-	0,040
	TOTALE							0,66

Firmato da:

Risaliti Marco
codice fiscale IT:RSLMRC77C06G999X
num.serie: 8470034937214453201621712873001300571 1
emesso da: ArubaPEC S.p.A. NG CA 3
valido dal 07/07/2016 al 08/07/2019

GIRALDI SIMONE
codice fiscale IT:GRLSMN69H25G999Q
num.serie: 377270078704654504845797280068357974 70
emesso da: ArubaPEC S.p.A. NG CA 3
valido dal 13/09/2016 al 14/09/2019