

# COMUNE DI EMPOLI CITTA' METROPOLITANA DI FIRENZE

## REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA IN VIA LIGURIA AD EMPOLI



## PROGETTO ESECUTIVO

### ATI DI PROGETTAZIONE:

#### MANDATARIA

# EUTECNE

Architettura | Ingegneria

Via A. Volta, 88\_06135 Perugia  
T +39 075 32 761

Via Roma, 20/a\_57034 Campo nell'Elba (LI)  
T/F +39 0565 977 589

Via Marconi, 14/a\_06012 Città di Castello (PG)  
T +39 0758550900

office@eutecne.it  
www.eutecne.it

RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE  
ING. FEDERICO FRAPPI

#### GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Dott. Ing. Francesco ARDINO  
Dott. Arch. Olimpia LORENZINI  
Ing. Sonia ANTONELLI  
Dott. Ing. Noemi BRIGANTI  
Dott. Ing. Luca DELL'AVERSANO  
Dott. Arch. Debora PALUMMO

Dott. Ing. Maura MARTORELLI  
Dott. Arch. Luca FRAPPI  
Dott. Geol. Armando GRAZI  
Dott. Ing. Martina RICCI  
Dott. Ing. Giulia BENEDETTI  
Dott. Ing. Massimo FALCINELLI

Dott. Ing. Sandro FAVERO  
Dott. Ing. Tommaso TASSI  
Dott. Ing. Alessandro BONAVENTURA  
Dott. Ing. Federico ZAGGIA  
Dott. Ing. Paolo BINDI  
Dott. Ing. Dario BANDI

#### MANDANTI



Via Belvedere, 8-10  
30035Mirano(VE)



Via G.Di Vittorio, 15  
20017 Rho (MI)

#### COMMITTENTE:



### COMUNE DI EMPOLI

R.U.P. Ing. Roberta SCARDIGLI

TITOLO **IMPIANTI MECCANICI**  
**RELAZIONE TECNICA art 28 L10/91**

COMMESSA	ELABORATO	REVISIONE
C51D_	MR1	A

CODICE COMMESSA **C51D\_**

SCALA

REV.N	DATA	MOTIVO DELLA EMISSIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO
A	SET. 2021	PROGETTO ESECUTIVO	D.BANDI	F.ARDINO	F.FRAPPI

## INDICE

PREMESSA.....	3
INFORMAZIONI GENERALI .....	4
FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO.....	7
PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITA'.....	8
DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO E DELLE RELATIVE STRUTTURE .....	9
DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI .....	13
PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI .....	25
ELEMENTI SPECIFICI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEROGHE ALLA NORMATIVA VIGENTE .....	36
SPECIFICHE ISOLAMENTO TERMICO .....	36
DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA .....	37
DOCUMENTAZIONE ALLEGATA .....	38

## **PREMESSA**

Il presente documento costituisce la relazione tecnica attestante la rispondenza alle vigenti prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico degli edifici, richiesta dall'articolo 8 del D. Lgs. 19 agosto 2005, n. 192, attuativo della Direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico in edilizia, come modificato ed aggiornato dalla Legge 3 agosto 2013, n. 90, attuativa della Direttiva 2010/31/CE che ha sostituito la precedente Direttiva 2002/91/CE.

Il documento è redatto in applicazione del Decreto Interministeriale 26 giugno 2015.

La metodologia di calcolo, il modello della relazione tecnica e quant'altro contenuto nella presente relazione rispettano quanto previsto dal Decreto Interministeriale 26 giugno 2015.

Nella fattispecie si tratta, ai fini dell'applicazione delle disposizioni del Decreto Interministeriale 26 giugno 2015, di opere relative a nuova costruzione.

---

## INFORMAZIONI GENERALI

### Comune di Empoli

Progetto per l'intervento di nuova realizzazione di scuola primaria e di palestra in Empoli, via Liguria.

L'intervento consiste nella realizzazione di due edifici distinti: un nuovo edificio scolastico ed una nuova palestra.

Il nuovo edificio scolastico viene a posizionarsi a nord-est dell'edificio scolastico esistente costituito dalla scuola secondaria Vanghetti, mentre la palestra si attesta sul lato nord-ovest di detto edificio esistente.

Il nuovo edificio scolastico oggetto della presente relazione tecnica sarà sviluppato su due piani fuori terra; all'interno dell'edificio saranno realizzati aule e laboratori scolastici e relativi servizi igienici e di supporto, oltre ad una sala mensa

L'edificio sarà climatizzato mediante nuovo impianto autonomo in pompa di calore, adibito al solo riscaldamento dei locali di nuova realizzazione; la produzione di acqua calda sanitaria sarà anch'essa autonoma per il nuovo edificio mediante bollitori ad accumulo in pompa di calore installati nei locali serviti.

La nuova palestra sarà invece sviluppata su un solo livello e sarà costituita dall'area per l'attività sportiva (palestra in senso stretto) e da un adiacente e collegato corpo più basso destinato a spogliatori e servizi di supporto.

L'edificio sarà climatizzato mediante nuovo impianto autonomo in pompa di calore, adibito al solo riscaldamento dei locali di nuova realizzazione ed alla produzione di acqua calda sanitaria mediante bollitore ad accumulo a scambio indiretto; sarà inoltre predisposto un collegamento alla centrale termica già esistente nel vicino edificio scolastico esistente Vanghetti, per garantire un backup di emergenza in caso di eventuali guasti nel sistema di produzione di calore.

Nel seguito della presente relazione, per la descrizione dell'intervento e per le verifiche di legge, il nuovo **edificio scolastico** sarà denominato "**edificio A**", mentre la **palestra** sarà denominata "**edificio B**".

Alla luce dei contenuti del Decreto Interministeriale 26 giugno 2015, l'intervento risulta regolato dalle prescrizioni contenute nei punti 2 e 3 dell'Allegato 1 al citato D.I.M. 26.6.2015.

Per ciascun edificio, strutturalmente e termicamente indipendente, saranno effettuate le relative verifiche di legge.

Ogni ulteriore informazione e precisazione riguardo la descrizione architettonica dell'intervento è ricavabile dal progetto architettonico, di cui la presente relazione costituisce parte integrante, e dai relativi elaborati grafici.

L'edificio A è pubblico ed è adibito ad attività scolastiche e pertanto è da classificarsi di categoria E.7 ai sensi dell'articolo 3 del D.P.R. 412/93.

L'edificio B è pubblico ed è adibito ad attività sportive (palestra e assimilabili) e pertanto è da classificarsi di categoria E.6.2 ai sensi dell'articolo 3 del D.P.R. 412/93.

Il numero delle unità immobiliari oggetto della presente relazione è pari a 2 (scuola e palestra).

Committente:

**COMUNE DI EMPOLI**

RUP: ing. Roberta Scardigli

Progettista dell'intervento:

**EUTECNE Srl**

via Alessandro Volta n. 88 – 06135 Ponte San Giovanni (PG)

telefono: 075.32761; fax 075.34470

via Roma n. 20/a – 57034 Campo nell'Elba (LI)

telefono: 0565.977589; fax 0565.977589

e-mail: [office@eutecne.it](mailto:office@eutecne.it)

Progettista degli impianti di climatizzazione dell'edificio:

**SINERGIE PROGETTI Srl**

via Di Vittorio n. 15 - 20017 Rho (MI)

telefono: 02.93900835; fax 02.93904566

e-mail: [progetti@retesinergie.it](mailto:progetti@retesinergie.it)

Progettista dei sistemi di illuminazione dell'edificio:

**SINERGIE PROGETTI Srl**

via Di Vittorio n. 15 - 20017 Rho (MI)

telefono: 02.93900835; fax 02.93904566

e-mail: [progetti@retesinergie.it](mailto:progetti@retesinergie.it)

Direttore dei Lavori dell'intervento:

**da definire**, a cura del Committente

Direttore dei Lavori degli impianti di climatizzazione dell'edificio:

**da definire**, a cura del Committente

Direttore dei Lavori dei sistemi di illuminazione dell'edificio:  
**da definire**, a cura del Committente

Tecnico incaricato per la redazione dell'APE (Attestato di Prestazione Energetica):  
**da definire**, a cura del Committente, prima dell'inizio dei lavori di realizzazione dell'edificio

## **FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO**

Gli elementi tipologici dell'edificio a supporto della presente relazione sono allegati nel relativo capitolo "documentazione allegata" e sono costituiti da:

- Elaborati architettonici dell'edificio
- Tabelle con indicazione delle caratteristiche degli elementi opachi e delle caratteristiche dei componenti finestrati costituenti l'involucro edilizio
- Schema funzionale dell'impianto di climatizzazione e di produzione acqua calda sanitaria

## **PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITA'**

### **Comune di Empoli**

Consistenza demografica del comune:  
**< 50.000 abitanti**

Gradi Giorno :  
**1658 [°C 24h]**

Temperatura minima di progetto dell'aria esterna:  
**-0,8 °C**

Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna:  
**33,5 °C**

Contesto:  
**periferia**

## **DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO E DELLE RELATIVE STRUTTURE**

I dati seguenti si riferiscono agli spazi riscaldati dell'edificio oggetto della presente relazione tecnica, calcolati secondo le indicazioni del metodo di calcolo del Decreto Interministeriale 26 giugno 2015; per tale motivo i valori indicati possono non coincidere con i valori urbanistici contenuti nel progetto architettonico dell'edificio.

### **Edificio A**

#### **Climatizzazione invernale**

Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano (V):

**9198,25 m<sup>3</sup>**

Superficie disperdente che delimita il volume riscaldato (S):

**3924,50 m<sup>2</sup>**

Rapporto S/V (calcolato sulla base dei due precedenti valori)

**0,43 m<sup>-1</sup>**

Superficie utile climatizzata dell'edificio:

**1746,08 m<sup>2</sup>**

Volume netto climatizzato dell'edificio:

**6554,90 m<sup>3</sup>**

Valore di progetto della temperatura interna invernale:

**20 °C**

Valore di progetto dell'umidità relativa interna invernale:

**65 %**

Presenza sistema di contabilizzazione del calore:

**no**

**Climatizzazione estiva**

Non pertinente, non essendo previsto impianto di climatizzazione estiva per il nuovo edificio scolastico, ma semplicemente una funzione di raffrescamento con mitigazione del carico termico estivo mediante utilizzo del pavimento radiante e deumidificazione dell'aria.

**Edificio B****Climatizzazione invernale**

Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano (V):

**4949,47 m<sup>3</sup>**

Superficie disperdente che delimita il volume riscaldato (S):

**2123,42 m<sup>2</sup>**

Rapporto S/V (calcolato sulla base dei due precedenti valori)

**0,43 m<sup>-1</sup>**

Superficie utile climatizzata dell'edificio:

**636,34 m<sup>2</sup>**

Volume netto climatizzato dell'edificio:

**4033,06 m<sup>3</sup>**

Valore di progetto della temperatura interna invernale:

**20 °C**

Valore di progetto dell'umidità relativa interna invernale:

**65 %**

Presenza sistema di contabilizzazione del calore:

**no**

**Climatizzazione estiva**

Non pertinente, non essendo previsto impianto di climatizzazione estiva per il nuovo edificio scolastico, ma semplicemente una funzione di raffrescamento con mitigazione del carico termico estivo mediante utilizzo delle unità di trattamento aria.

## **Informazioni generali e prescrizioni**

Trattandosi di intervento relativo a nuova costruzione, le pertinenti prescrizioni di cui ai punti 2 e 3 dell'Allegato 1 al Decreto Interministeriale 26 giugno 2015 risultano essere le seguenti.

Per quanto riguarda il punto 2.3.1, l'involucro edilizio e l'impianto di climatizzazione di nuova realizzazione sono progettati per assicurare il massimo contenimento dei consumi di energia non rinnovabile e totale, in relazione al progresso della tecnica e tenendo conto del principio di efficacia sotto il profilo dei costi.

Relativamente al punto 2.3.2, si è proceduto alla verifica della assenza di formazione di muffe ed alla verifica che le condensazioni interstiziali risultino assenti o limitate alla quantità massima ammissibile rievaporabile; le verifiche, condotte secondo la norma UNI EN ISO 13788, sono contenute nelle schede stratigrafiche delle strutture opache che costituiscono l'involucro edilizio, nell'apposita sezione della presente relazione.

Per quanto riguarda invece la prescrizione di cui al punto 2.3.3, nel caso specifico l'intervento prevede la realizzazione di una copertura piana; pertanto, nel rispetto dei contenuti del citato punto 2.3.3, la nuova copertura sarà realizzata con finitura e colorazione tale da garantire un valore di riflettanza solare non inferiore a 0,65.

Conseguentemente non sono previste altre tecnologie di climatizzazione passiva.

La prescrizione di cui al punto 2.3.4 non è pertinente, poiché l'intervento (nuova realizzazione) è di tipologia differente rispetto a quanto contenuto nella citata prescrizione e non è prevista installazione di generatori di calore alimentati a biomasse solide combustibili.

La prescrizione di cui al punto 2.3.5 è rispettata attraverso la presenza di sistema di trattamento acqua conforme alla norma UNI 8065, costituito da filtro dissabbiatore ed addolcitore.

La prescrizione di cui al punto 2.3.6 non è pertinente in quanto l'impianto termico non è di tipo combinato per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria.

Le prescrizioni di cui ai punti 2.3.7 e 2.3.8 non sono pertinenti con la realizzazione in oggetto.

La prescrizione di cui al punto 3.2.1 non è pertinente in quanto non sono presenti reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento ad una distanza inferiore a 1000 metri dall'edificio in oggetto.

Conseguentemente le prescrizioni di cui ai punti 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4, 3.2.5, 3.2.6 non sono pertinenti.

La prescrizione di cui al punto 3.2.7 è rispettata con installazione di sistema di compensazione climatica sulla pompa di calore, nonché con implementazione di sistema di regolazione automatica di ogni zona funzionale indipendente, con

sonda di temperatura ambiente (priva di interfaccia utente) ed attuatori elettrotermici sui collettori del sistema radiante, nonché predisposizione per controllo della temperatura ambiente nei singoli locali, al fine di non determinare sovrariscaldamento per effetto degli apporti solari e degli apporti gratuiti interni.

Tutti i controlli saranno gestiti mediante sistema BMS, accessibile da remoto e mediante pannello touch installato nel locale tecnico.

La prescrizione di cui al punto 3.2.8 è rispettata con installazione di sistema di misurazione dell'energia consumata conformemente a quanto previsto dall'articolo 9 del D. Lgs 102/14 e ss.mm.ii.

La prescrizione di cui al punto 3.2.9 non è pertinente in quanto trattasi di unica unità immobiliare ad uso scolastico ed unica unità immobiliare ad uso palestra.

La prescrizione di cui al punto 3.2.10 è rispettata con installazione di sistema di automazione per il controllo, la regolazione e la gestione della tecnologia dell'edificio e degli impianti interni (BACS) corrispondente alla classe B di cui alla norma UNI EN 15232.

---

## DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

### Impianti termici

#### Descrizione impianto

##### Edificio A

L'edificio scolastico denominato "edificio A" oggetto della presente relazione tecnica è dotato di impianto termico autonomo, avente le seguenti caratteristiche principali.

##### *Tipologia*

L'intero edificio, termicamente indipendente, sarà riscaldato da una pompa di calore aerotermica ad alimentazione elettrica, di potenzialità termica nominale in riscaldamento pari a 93,0 kW e COP pari a 3,21 (con condizioni nominali di riferimento 7°C-45°C), con sistema di regolazione dell'erogazione della potenza ad inverter.

La pompa di calore, installata all'esterno del fabbricato, produce energia termica per il riscaldamento degli ambienti.

La produzione di acqua calda sanitaria avviene mediante bollitori ad accumulo in pompa di calore.

L'intero edificio è climatizzato mediante pannelli radianti a pavimento.

La distribuzione del fluido termovettore dalla pompa di calore ai collettori di distribuzione dell'impianto a pannelli radianti a pavimento avverrà mediante circuiti idrotermici coibentati.

##### *Sistema di generazione del calore*

Servizio climatizzazione invernale:

- pompa di calore ad alimentazione elettrica di tipo aerotermico con valori di COP e di EER superiori ai limiti di cui alle tabelle 6 e 7 del punto 1.3.2 dell'Appendice B al Decreto Interministeriale 26 giugno 2015.

Servizio acqua calda sanitaria:

- bollitori ad accumulo in pompa di calore ad alimentazione elettrica.

##### *Sistemi di termoregolazione dell'impianto termico*

L'impianto termico sarà dotato di centralina climatica integrata nella pompa di calore, per la gestione della temperatura di mandata dell'impianto in funzione della temperatura esterna (regolazione climatica).

L'edificio è suddiviso in zone termiche, ognuna dotata di sistema di regolazione automatica di ogni zona funzionale indipendente, con sonda di temperatura ambiente (priva di interfaccia utente) ed attuatori elettrotermici sui collettori del sistema radiante.

E' inoltre prevista l'installazione di dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nelle singole zone aventi caratteristiche d'uso ed esposizioni uniformi al fine di non determinare sovrariscaldamento per effetto degli apporti solari e degli apporti gratuiti interni; è prevista infatti la possibilità di regolazione dei singoli circuiti di zona dell'impianto a pannelli radianti a pavimento con valvole elettrotermiche a bordo dei collettori, gestibili da termostati da installare nei singoli ambienti a diversa insolazione o con differenti apporti gratuiti.

Tutte le funzioni di controllo e regolazione dei nuovi impianti saranno asservite ad un nuovo sistema di building automation (o BMS), accessibile da remoto e mediante pannello touch installato in apposito locale tecnico.

#### *Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica*

Non previsti, trattandosi di impianto termico in edificio avente unica destinazione d'uso e non suddiviso in unità immobiliari autonome.

#### *Sistemi di distribuzione del vettore termico*

Impianto a circolazione forzata con pompa di circolazione integrata nella pompa di calore e pompa di circolazione per i circuiti secondari riscaldamento.

Rete di distribuzione orizzontale.

Lo spessore dell'isolante delle tubazioni rispetta quanto richiesto dal D.P.R. 412/93 - allegato B.

#### *Sistemi di ventilazione forzata*

Impianto di ventilazione meccanica controllata esteso all'intero edificio, costituito da unità di ventilazione con recupero di calore a flussi incrociati in controcorrente ad alto rendimento; la distribuzione in ambiente è assicurata mediante canalizzazioni in acciaio zincato, diffusori di mandata aria di rinnovo e griglie di ripresa aria viziata.

Le unità di ventilazione sono dotate di filtri G4+F9 sull'aria esterna e filtri G4 in espulsione.

Le unità di trattamento aria rispettano i requisiti minimi definiti dai Regolamenti comunitari emanati ai sensi delle direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE, come richiesto dal punto 5.3.5 dell'Allegato 1 al Decreto Interministeriale 26 giugno 2015.

#### *Sistemi di accumulo termico*

Non previsti.

### *Sistemi di produzione e di distribuzione dell'acqua calda sanitaria*

Produzione mediante n. 2 bollitori ad accumulo in pompa di calore per installazione a basamento di capacità 250 litri ciascuno (a servizio della cucina mensa) e n. 1 bollitore ad accumulo in pompa di calore per installazione murale di capacità 80 litri a servizio dei bagni; i bollitori sono tutti dotati di pompa di calore aria-acqua ad alta efficienza ad alimentazione elettrica con COP che rispetta i limiti di cui alla tabella 6 del punto 1.3.2 dell'Appendice B al Decreto Interministeriale 26 giugno 2015.

Distribuzione dell'acqua calda sanitaria con linee di distribuzione orizzontali realizzate mediante tubazioni preisolate, con spessore dell'isolamento termico conforme al DPR 412/93.

La distribuzione dell'acqua calda sanitaria è dotata di rete di ricircolo per la cucina della mensa, mentre non ne è dotata per i servizi igienici.

### *Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore*

Dato non richiesto, in quanto il generatore di calore ha potenzialità complessiva inferiore a 100 kW.

### *Filtro di sicurezza*

Presente.

### Edificio B

L'edificio ad uso palestra denominato "edificio B" oggetto della presente relazione tecnica è dotato di impianto termico autonomo, avente le seguenti caratteristiche principali.

### *Tipologia*

L'intero edificio, termicamente indipendente, sarà riscaldato da una pompa di calore aerotermica ad alimentazione elettrica, di potenzialità termica nominale in riscaldamento pari a 80,4 kW e COP pari a 3,24 (con condizioni nominali di riferimento 7°C-45°C), con sistema di regolazione dell'erogazione della potenza ad inverter.

La pompa di calore, installata all'esterno del fabbricato, produce energia termica per il riscaldamento degli ambienti e la produzione di acqua calda sanitaria.

La produzione di acqua calda sanitaria avviene mediante bollitori ad accumulo a scambio indiretto alimentato dalla medesima pompa di calore.

Sarà inoltre predisposto un collegamento alla centrale termica già esistente nel vicino edificio scolastico esistente Vanghetti, per garantire un backup di emergenza in caso di eventuali guasti nel sistema di produzione di calore.

L'intero edificio è climatizzato mediante impianto a tutt'aria con bocchette di immissione e griglie di estrazione.

La distribuzione del fluido termovettore dalla pompa di calore alle unità di trattamento aria dell'impianto a tutt'aria avverrà mediante circuiti idrotermici coibentati.

### *Sistema di generazione del calore*

Servizio climatizzazione invernale e produzione acqua calda sanitaria:

- pompa di calore ad alimentazione elettrica di tipo aerotermico con valori di COP e di EER superiori ai limiti di cui alle tabelle 6 e 7 del punto 1.3.2 dell'Appendice B al Decreto Interministeriale 26 giugno 2015.

### *Sistemi di termoregolazione dell'impianto termico*

L'impianto termico sarà dotato di centralina climatica integrata nella pompa di calore, per la gestione della temperatura di mandata dell'impianto in funzione della temperatura esterna (regolazione climatica).

L'edificio è suddiviso in zone termiche, ognuna dotata di sistema di regolazione automatica di ogni zona funzionale indipendente, con sonda di temperatura ambiente (priva di interfaccia utente) agente sull'impianto a tutt'aria.

Tutte le funzioni di controllo e regolazione dei nuovi impianti saranno asservite ad un nuovo sistema di building automation (o BMS), accessibile da remoto e mediante pannello touch installato in apposito locale tecnico.

### *Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica*

Non previsti, trattandosi di impianto termico in edificio avente unica destinazione d'uso e non suddiviso in unità immobiliari autonome.

### *Sistemi di distribuzione del vettore termico*

Impianto a circolazione forzata con pompa di circolazione integrata nella pompa di calore e pompa di circolazione per i circuiti secondari riscaldamento.

Rete di distribuzione orizzontale.

Lo spessore dell'isolante delle tubazioni rispetta quanto richiesto dal D.P.R. 412/93 - allegato B.

### *Sistemi di ventilazione forzata*

Impianto di ventilazione meccanica controllata esteso all'intero edificio, costituito da due unità di ventilazione (una per la palestra ed una per gli spogliatoi) con recupero di calore a flussi incrociati in controcorrente ad alto rendimento; la distribuzione in ambiente è assicurata mediante canalizzazioni in acciaio zincato, diffusori di mandata aria di rinnovo e griglie di ripresa aria viziata.

Le unità di ventilazione sono dotate di filtri G4+F9 sull'aria esterna e filtri G4 in espulsione.

Le unità di trattamento aria rispettano i requisiti minimi definiti dai Regolamenti comunitari emanati ai sensi delle direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE, come richiesto dal punto 5.3.5 dell'Allegato 1 al Decreto Interministeriale 26 giugno 2015.

*Sistemi di accumulo termico*

Non previsti.

*Sistemi di produzione e di distribuzione dell'acqua calda sanitaria*

Produzione combinata mediante bollitore ad accumulo a scambio indiretto di capacità 1000 litri, alimentato dalla medesima pompa di calore a servizio dell'impianto di riscaldamento.

Distribuzione dell'acqua calda sanitaria con linee di distribuzione orizzontali realizzate mediante tubazioni preisolate, con spessore dell'isolamento termico conforme al DPR 412/93.

La distribuzione dell'acqua calda sanitaria è dotata di rete di ricircolo.

*Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore*

Dato non richiesto, in quanto il generatore di calore ha potenzialità complessiva inferiore a 100 kW.

*Filtro di sicurezza*

Presente.

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche dell'impianto di climatizzazione, si veda lo schema funzionale di impianto allegato alla presente relazione tecnica.

**Specifiche dei generatori di energia**

L'impianto di climatizzazione a servizio di entrambi gli edifici oggetto della presente relazione è costituito da sistema idronico asservito a pompa di calore aerotermica ad alimentazione elettrica per la climatizzazione invernale degli ambienti; nell'edificio A sono inoltre presenti n. 3 pompe di calore aerotermiche ad alimentazione elettrica per la produzione di acqua calda sanitaria, mentre nell'edificio B la produzione di acqua calda sanitaria è gestita dalla medesima pompa di calore asservita all'impianti di riscaldamento.

Gli apparecchi avranno le seguenti caratteristiche:

Edificio A*Pompa di calore impianto di climatizzazione invernale*

Tipologia	aerotermica (aria/acqua)
Fluido termovettore:	acqua
Combustibile utilizzato:	energia elettrica

Valore nominale della potenza termica utile in riscaldamento:  
(secondo UNI 14511:2018,  
con condizioni nominali di riferimento 7°C-45°C) Pn = 93,0 kW

Potenza assorbita totale in riscaldamento:  
(secondo UNI 14511:2018,  
con condizioni nominali di riferimento 7°C-45°C) Pn = 27,5 kW

COP dichiarato  
(secondo UNI 14511:2018,  
con condizioni nominali di riferimento 7°C-45°C) 3,38

COP minimo richiesto  
con funzionamento A7/W35  
(Decreto Interministeriale 26 giugno 2015,  
tabella 6 - Allegato B) 3,50

COP minimo richiesto  
con funzionamento A7/W35  
con riduzione 5% per controllo a velocità variabile  
(Decreto Interministeriale 26 giugno 2015,  
tabella 6 - Allegato B) 3,325

Verifica di conformità  
della pompa di calore installata: 3,38 > 3,325 **OK**

*Pompa di calore produzione acqua calda sanitaria – capacità 250 litri*

Tipologia: aerotermica (aria/acqua)

Fluido termovettore lato esterno: aria

Fluido termovettore lato utenze: acqua

Combustibile utilizzato: energia elettrica

Potenza elettrica massima assorbita media 700 W

Indice di efficienza energetica (COP)  
(con funzionamento A7/W53) 3,35

*Pompa di calore produzione acqua calda sanitaria – capacità 80 litri*

Tipologia: aerotermica (aria/acqua)

Fluido termovettore lato esterno: aria

Fluido termovettore lato utenze:	acqua
Combustibile utilizzato:	energia elettrica
Potenza elettrica massima assorbita media	260 W
Indice di efficienza energetica (COP) (con funzionamento A7/W53)	3,40

Per quanto richiesto dal metodo di calcolo di cui al Decreto Interministeriale 26 giugno 2015, si assumono inoltre i seguenti valori:

○ potenza elettrica pompa circuito riscaldamento	1500 W
○ potenza elettrica assorbita dall'UTA scuola	7400 W
○ potenza elettrica assorbita dall'UTA sala mensa	860 W

### Edificio B

#### *Pompa di calore impianto di climatizzazione invernale*

Tipologia	aerotermica (aria/acqua)
Fluido termovettore:	acqua
Combustibile utilizzato:	energia elettrica

Valore nominale della potenza termica utile in riscaldamento:  
(secondo UNI 14511:2018,  
con condizioni nominali di riferimento 7°C-45°C) Pn = 80,4 kW

Potenza assorbita totale in riscaldamento:  
(secondo UNI 14511:2018,  
con condizioni nominali di riferimento 7°C-45°C) Pn = 23,8 kW

COP dichiarato  
(secondo UNI 14511:2018,  
con condizioni nominali di riferimento 7°C-45°C) 3,37

COP minimo richiesto  
con funzionamento A7/W35  
(Decreto Interministeriale 26 giugno 2015,  
tabella 6 - Allegato B) 3,50

COP minimo richiesto  
con funzionamento A7/W35  
con riduzione 5% per controllo a velocità variabile

(Decreto Interministeriale 26 giugno 2015,  
tabella 6 - Allegato B) 3,325

Verifica di conformità  
della pompa di calore installata: 3,37 > 3,325 **OK**

Per quanto richiesto dal metodo di calcolo di cui al Decreto Interministeriale 26 giugno 2015, si assumono inoltre i seguenti valori:

- potenza elettrica pompe circuito riscaldamento 1750 W
- potenza elettrica pompa circuito carico bollitore 500 W
- potenza elettrica assorbita dall'UTA palestra 7000 W
- potenza elettrica assorbita dall'UTA spogliatoi 1980 W

### **Specifiche relative ai sistemi di regolazione dell'impianto termico**

#### *Tipo di conduzione invernale prevista*

##### Edificio A

Attenuato.

Poiché il sistema di riscaldamento è di tipo a pannelli radianti incassati nell'opera muraria (nella fattispecie a pavimento) si applica il disposto dell'articolo 9 – comma 6 – lettera c) del D.P.R. 412/93 e ss.mm.ii. e pertanto non è richiesto il rispetto del limite di durata giornaliera di attivazione dell'impianto termico previsto dall'articolo 9 - comma 2 - del citato D.P.R. 412/93 e ss.mm.ii.

##### Edificio B

Intermittente, con spegnimento per n. 10 ore giornaliere al fine di non superare i limiti di esercizio previsti dall'articolo 9 - comma 2 - del D.P.R. 412/93.

#### *Tipo di conduzione estiva prevista*

Non pertinente, in quanto non è presente impianto di climatizzazione estiva per il nuovo edificio scolastico, ma semplicemente una funzione di raffrescamento con mitigazione del carico termico estivo mediante utilizzo del pavimento radiante e deumidificazione dell'aria per l'edificio A e mediante utilizzo delle unità di trattamento aria per l'edificio B

#### *Sistema di telegestione dell'impianto termico*

Tutti i controlli saranno gestiti mediante sistema BMS, accessibile da remoto e mediante pannello touch installato nel locale tecnico di ciascun edificio.

### *Sistema di regolazione climatica in centrale termica*

L'impianto termico di ciascun edificio è dotato di centralina climatica integrata nella pompa di calore e pilotata da sonda climatica esterna che permette, mediante apposita sonda di mandata, di calibrare la temperatura di mandata dell'impianto in funzione della temperatura esterna (regolazione climatica).

### *Regolatori climatici delle singole zone*

Gli edifici sono suddivisi in zone termiche, ognuna dotata di sistema di regolazione automatica di ogni zona funzionale indipendente, con sonda di temperatura ambiente (priva di interfaccia utente) ed attuatori elettrotermici sui collettori del sistema radiante per l'edificio A e sull'impianto a tutt'aria per l'edificio B

E' inoltre prevista nell'edificio A l'installazione di dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nelle singole zone aventi caratteristiche d'uso ed esposizioni uniformi al fine di non determinare sovrariscaldamento per effetto degli apporti solari e degli apporti gratuiti interni; è prevista infatti la possibilità di regolazione dei singoli circuiti di zona dell'impianto a pannelli radianti a pavimento con valvole elettrotermiche a bordo dei collettori, gestibili da termostati da installare nei singoli ambienti a diversa insolazione o con differenti apporti gratuiti.

Tutte le funzioni di controllo e regolazione dei nuovi impianti saranno asservite ad un nuovo sistema di building automation (o BMS), accessibile da remoto e mediante pannello touch installato in apposito locale tecnico.

### **Dispositivi per la contabilizzazione di calore nelle singole unità immobiliari**

Non previsti, trattandosi di impianti termici in edifici aventi unica destinazione d'uso e non suddivisi in unità immobiliari autonome.

### **Terminali di erogazione dell'energia termica**

Edificio A: pannelli radianti a pavimento.  
Edificio B: bocchette impianto a tutt'aria.

### **Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione**

Non previsti, in considerazione della tipologia di apparecchi per la produzione del calore (pompa di calore ad alimentazione elettrica).

### **Sistemi di trattamento dell'acqua**

Entrambi gli impianti sono dotati di impianto di trattamento acqua conforme alla norma UNI 8065, costituito da filtro dissabbiatore ed addolcitore.

### Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

Isolamento termico della rete di distribuzione realizzato a norma DPR 412/93 - allegato B.

### Schemi funzionali degli impianti termici

In allegato alla relazione schema funzionale di impianto contenente le specifiche principali degli apparecchi installati.

### Impianti fotovoltaici

Si prevede per ciascun edificio la realizzazione di impianto fotovoltaico, nel rispetto delle prescrizioni relative agli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili, secondo i principi minimi e le decorrenze di cui all'Allegato 3 del Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28.

La potenzialità dell'impianto fotovoltaico, espressa in kW, sarà quindi non inferiore a 1/50 della superficie in pianta dell'edificio al livello del terreno, come previsto dal punto 3 del citato Allegato 3 del Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28, incrementata del 10% per edifici pubblici come previsto dal punto 6 del succitato Allegato 3, come di seguito verificato.

#### Edificio A

Valore minimo richiesto:  $P_{el-rin, min} = (S * 1/K) * 1,1$ , dove:

$P_{el-rin, min}$  – potenza elettrica minima (in kW) dell'impianto alimentato da fonte rinnovabile

S – superficie in pianta (in m<sup>2</sup>) dell'edificio a livello del terreno, da intendersi come proiezione al suolo della copertura dell'edificio (così come visto da foto aerea), esclusi balconi e terrazze qualora non coperti ed escludendo le pertinenze

K – coefficiente avente valore pari a 50 (D. Lgs 28/11, Allegato 3, punto 3)

Nel caso specifico verranno installati n. 96 pannelli fotovoltaici a celle policristalline ad elevata efficienza, ciascuna aventi superficie di captazione pari a circa 1,7 m<sup>2</sup> e potenza nominale pari a 290 W, per complessivi 27,84 kW di potenza nominale installata.

Di seguito la verifica di congruità:

$$P_{el-rin, min} = 1219 / 50 = 24,38 \text{ kW}$$

$$P_{el-rin, min} - \text{edifici pubblici} = 24,38 * 1,1 = \mathbf{26,82 \text{ kW}}$$

$$P_{el-rin, progetto} = 27,84 \text{ kW}$$

$$\mathbf{P_{el-rin, progetto} = 27,84 \text{ kW} > P_{el-rin, min} = 26,82 \text{ kW}}$$

### Edificio B

La potenzialità dell'impianto fotovoltaico, espressa in kW, sarà quindi non inferiore a 1/50 della superficie in pianta dell'edificio al livello del terreno, come previsto dal punto 3 del citato Allegato 3 del Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28, incrementata del 10% per edifici pubblici come previsto dal punto 6 del succitato Allegato 3, come di seguito verificato.

Valore minimo richiesto:  $P_{el-rin, min} = (S * 1/K) * 1,1$ , dove:

$P_{el-rin, min}$  – potenza elettrica minima (in kW) dell'impianto alimentato da fonte rinnovabile

S – superficie in pianta (in m<sup>2</sup>) dell'edificio a livello del terreno, da intendersi come proiezione al suolo della copertura dell'edificio (così come visto da foto aerea), esclusi balconi e terrazze qualora non coperti ed escludendo le pertinenze

K – coefficiente avente valore pari a 50 (D. Lgs 28/11, Allegato 3, punto 3)

Nel caso specifico verranno installati n. 54 pannelli fotovoltaici a celle policristalline ad elevata efficienza, ciascuna aventi superficie di captazione pari a circa 1,7 m<sup>2</sup> e potenza nominale pari a 290 W, per complessivi 15,66 kW di potenza nominale installata.

Di seguito la verifica di congruità:

$$P_{el-rin, min} = 710 / 50 = 14,20 \text{ kW}$$

$$P_{el-rin, min} - \text{edifici pubblici} = 14,20 * 1,1 = \mathbf{15,62 \text{ kW}}$$

$$P_{el-rin, progetto} = 15,66 \text{ kW}$$

$$P_{el-rin, progetto} = \mathbf{15,66 \text{ kW}} > P_{el-rin, min} = \mathbf{15,62 \text{ kW}}$$

### Impianti solari termici

Non previsti in quanto il rispetto degli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili previsti dal Decreto interministeriale 26 giugno 2015 e dal Decreto Legislativo 28/11 sono garantiti mediante la realizzazione di impianto di produzione del calore dotato di pompa di calore avente caratteristiche conformi ai requisiti richiesti dalle suddette normative, come evidenziato nell'apposita sezione della presente relazione.

### Impianti di illuminazione

Lo schema degli impianti di illuminazione e le caratteristiche tecniche dei corpi illuminanti, utilizzati a base di calcolo nella presente relazione, sono contenuti nel progetto esecutivo degli impianti elettrici dell'edificio, ai cui contenuti si rimanda per il dettaglio delle caratteristiche dell'impianto di illuminazione.

### **Impianti di ventilazione**

Ciascun edificio sarà dotato di impianto di ventilazione meccanica controllata esteso all'intero edificio, con unità di ventilazione con recupero di calore a flussi incrociati in controcorrente ad alto rendimento; la distribuzione in ambiente è assicurata mediante canalizzazioni in acciaio zincato, diffusori di mandata aria di rinnovo e griglie di ripresa aria viziata; le unità di ventilazione sono dotate di filtri G4+F9 sull'aria esterna e filtri G4 in espulsione.

Sono previste le seguenti unità di ventilazione (portata riferita al volume d'aria di ricambio):

- UTA 1: edificio A, scuola, portata 7.700 m<sup>3</sup>/ora
- UTA 2: edificio A, mensa, portata 1.950 m<sup>3</sup>/ora
- UTA 3: edificio B, palestra, portata 3.000 m<sup>3</sup>/ora
- UTA 4: edificio B, spogliatoi, portata 3.000 m<sup>3</sup>/ora

---

## PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

### **Involucro edilizio e ricambi d'aria**

*Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei componenti opachi dell'involucro edilizio*

Vedere tabelle allegate nell'apposita sezione della presente relazione.

*Caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio*

Vedere tabelle allegate nell'apposita sezione della presente relazione.

*Trasmittanza termica degli elementi divisorii tra alloggi o unità immobiliari confinanti*

Non pertinente in quanto non vi sono elementi divisorii verso altre unità immobiliari, trattandosi di edifici autonomi, isolati e non suddivisi in unità immobiliari.

*Attenuazione dei ponti termici*

L'attenuazione dei ponti termici è ottenuta attraverso la corretta posa dei materiali isolanti, in modo da garantire la completa continuità degli isolanti utilizzati per le strutture disperdenti dell'edificio e la continuità in ogni punto tra le diverse tipologie di isolante utilizzato.

Si evidenzia l'attenzione da porre alla corretta posa in opera del materiale isolante, in modo che sia garantita in ogni punto la continuità dello stesso nonché la continuità tra le diverse tipologie di isolante utilizzato, al fine di ridurre al minimo l'incidenza dei ponti termici ed evitare l'insorgere delle patologie dovute a deficienze dell'isolamento termico.

*Verifica termoigrometrica*

Vedere tabelle allegate nell'apposita sezione della presente relazione.

*Numero di ricambi d'aria*

Edificio A, scuola:	1,3 ricambi/ora
Edificio A, sala mensa:	3,0 ricambi/ora
Edificio B, palestra:	1,0 ricambi/ora
Edificio B, spogliatoi:	3,8 ricambi/ora

*Portata d'aria di ricambio*

Edificio A, scuola:	7.700 m <sup>3</sup> /ora
Edificio A, sala mensa:	1.950 m <sup>3</sup> /ora
Edificio B, palestra:	3.000 m <sup>3</sup> /ora
Edificio B, spogliatoi:	3.000 m <sup>3</sup> /ora

*Portata d'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso*

Edificio A, scuola:	7.700 m <sup>3</sup> /ora
Edificio A, sala mensa:	1.950 m <sup>3</sup> /ora
Edificio B, palestra:	3.000 m <sup>3</sup> /ora
Edificio B, spogliatoi:	3.000 m <sup>3</sup> /ora

*Rendimento termico delle apparecchiature di recupero del calore disperso*

Edificio A, scuola:	73,5%
Edificio A, sala mensa:	76,3%
Edificio B, palestra:	74,7%
Edificio B, spogliatoi:	73,9%

## **Indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e l'illuminazione**

Si evidenziano nel seguito i valori delle efficienze, dei parametri e degli indici di prestazione energetica che caratterizzano l'efficienza energetica dell'edificio, come previsto dal punto 3.3 del Decreto Interministeriale 26 giugno 2015.

### Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente ( $H'_T$ )

Il calcolo del valore  $H'_T$  è condotto secondo le modalità previste dal punto 2.1 dell'Allegato 1 – Appendice A al Decreto Interministeriale 26 giugno 2015.

#### Edificio A

Valore di progetto:

$$H'_T \quad \quad \quad \mathbf{0,32 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

Valore limite

(Decreto Interministeriale 26 giugno 2015, Allegato 1 – Appendice A – tabella 10, zona climatica D, S/V=0,42):

$$H'_{T \text{ limite}} \quad \quad \quad \mathbf{0,58 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

Verifica:

$$\mathbf{H'_T = 0,32 \text{ W/m}^2\text{K} < H'_{T \text{ limite}} = 0,58 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

**Verifica positiva.**

#### Edificio B

Valore di progetto:

$$H'_T \quad \quad \quad \mathbf{0,27 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

Valore limite

(Decreto Interministeriale 26 giugno 2015, Allegato 1 – Appendice A – tabella 10, zona climatica D, S/V=0,43):

$$H'_{T \text{ limite}} \quad \quad \quad \mathbf{0,58 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

Verifica:

$$\mathbf{H'_T = 0,27 \text{ W/m}^2\text{K} < H'_{T \text{ limite}} = 0,58 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

**Verifica positiva.**

Rapporto tra area solare equivalente estiva dei componenti finestrati e l'area della superficie utile ( $A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$ )

Il calcolo del valore  $A_{sol,est}$  è condotto secondo le modalità previste dal punto 2.2 dell'Allegato 1 – Appendice A al Decreto Interministeriale 26 giugno 2015.

Edificio A

Valore di progetto:

$$A_{sol,est}/A_{sup\ utile} \quad \mathbf{0,036}$$

Valore limite

(Decreto Interministeriale 26 giugno 2015, Allegato 1 – Appendice A – tabella 11, altri edifici):

$$A_{sol,est}/A_{sup\ utile\ limite} \quad \mathbf{0,040}$$

Verifica:

$$A_{sol,est}/A_{sup\ utile} = \mathbf{0,036} < A_{sol,est}/A_{sup\ utile\ limite} = \mathbf{0,040}$$

**Verifica positiva.**

Edificio B

Valore di progetto:

$$A_{sol,est}/A_{sup\ utile} \quad \mathbf{0,039}$$

Valore limite

(Decreto Interministeriale 26 giugno 2015, Allegato 1 – Appendice A – tabella 11, altri edifici):

$$A_{sol,est}/A_{sup\ utile\ limite} \quad \mathbf{0,040}$$

Verifica:

$$A_{sol,est}/A_{sup\ utile} = \mathbf{0,037} < A_{sol,est}/A_{sup\ utile\ limite} = \mathbf{0,040}$$

**Verifica positiva.**

### Indice di Prestazione termica utile per riscaldamento ( $EP_{H,nd}$ )

Il calcolo del valore  $EP_{H,nd}$  e del valore  $EP_{H,nd,limite}$  calcolato per l'edificio di riferimento sono condotti secondo le modalità previste dal Decreto Interministeriale 26 giugno 2015 e, per i valori dell'edificio di riferimento, con le caratteristiche delle pertinenti tabelle dell'Appendice A del citato decreto.

#### Edificio A

Valore di progetto:  $EP_{H,nd} = 104,06 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno}$

Valore limite:  $EP_{H,nd,limite} = 111,63 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno}$

Verifica:

$EP_{H,nd} = 104,06 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno} < EP_{H,nd,limite} = 111,63 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno}$

**Verifica positiva**

#### Edificio B

Valore di progetto:  $EP_{H,nd} = 144,92 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno}$

Valore limite:  $EP_{H,nd,limite} = 158,18 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno}$

Verifica:

$EP_{H,nd} = 84,33 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno} < EP_{H,nd,limite} = 132,12 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno}$

**Verifica positiva**

### Indice di Prestazione termica utile per il raffrescamento ( $EP_{C,nd}$ )

Il calcolo del valore  $EP_{C,nd}$  e del valore  $EP_{C,nd,limite}$  calcolato per l'edificio di riferimento sono condotti secondo le modalità previste dal Decreto Interministeriale 26 giugno 2015 e, per i valori dell'edificio di riferimento, con le caratteristiche delle pertinenti tabelle dell'Appendice A del citato decreto.

#### Edificio A

Valore di progetto:  $EP_{C,nd} = 14,40 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno}$

Valore limite:  $EP_{C,nd,limite} = 18,71 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno}$

Verifica:

$EP_{C,nd} = 14,40 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno} < EP_{C,nd,limite} = 18,71 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno}$

**Verifica positiva**

Edificio B

Valore di progetto:  $EP_{C,nd} = 9,80 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno}$

Valore limite:  $EP_{C,nd,limite} = 13,86 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno}$

Verifica:

$EP_{C,nd} = 9,80 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno} < EP_{C,nd,limite} = 13,86 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno}$

**Verifica positiva**

**Indice di Prestazione energetica globale totale per l'edificio ( $EP_{gl,tot}$ )**

Il calcolo del valore  $EP_{gl,tot}$  e del valore  $EP_{gl,tot,limite}$  calcolato per l'edificio di riferimento sono condotti secondo le modalità previste dal Decreto Interministeriale 26 giugno 2015 e, per i valori dell'edificio di riferimento, con le caratteristiche delle pertinenti tabelle dell'Appendice A del citato decreto.

Edificio A

Valore di progetto:  $EP_{gl,tot} = 46,38 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno}$

Valore limite :  $EP_{gl,tot,limite} = 96,43 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno}$

Verifica:

$EP_{gl,tot} = 46,38 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno} < EP_{gl,tot,limite} = 96,43 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno}$

**Verifica positiva**

Edificio B

Valore di progetto:  $EP_{gl,tot} = 153,85 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno}$

Valore limite :  $EP_{gl,tot,limite} = 189,93 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno}$

Verifica:

$EP_{gl,tot} = 153,85 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno} < EP_{gl,tot,limite} = 189,93 \text{ (kWh/m}^2\text{) / anno}$

**Verifica positiva**

### Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione invernale ( $h_H$ )

Il calcolo del valore  $h_H$  e del valore  $h_{H,limite}$  calcolato per l'edificio di riferimento sono condotti secondo le modalità previste dal Decreto Interministeriale 26 giugno 2015 e, per i valori dell'edificio di riferimento, con le caratteristiche delle tabelle 7 e 8 dell'Appendice A del citato decreto.

#### Edificio A

Valore di progetto:  $h_H = 373,8 \%$

Valore limite:  $h_{H,limite} = 228,9 \%$

Verifica:

$h_H = 373,8 \% > h_{H,limite} = 228,9 \%$

**Verifica positiva**

#### Edificio B

Valore di progetto:  $h_H = 306,7 \%$

Valore limite:  $h_{H,limite} = 194,4 \%$

Verifica:

$h_H = 306,7 \% > h_{H,limite} = 194,4 \%$

**Verifica positiva**

### Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria ( $h_W$ )

Il calcolo del valore  $h_W$  e del valore  $h_{W,limite}$  calcolato per l'edificio di riferimento sono condotti secondo le modalità previste dal Decreto Interministeriale 26 giugno 2015 e, per i valori dell'edificio di riferimento, con le caratteristiche delle tabelle 7 e 8 dell'Appendice A del citato decreto.

#### Edificio A

Valore di progetto:  $h_W = 78,7 \%$

Valore limite:  $h_{W,limite} = 51,0 \%$

Verifica:

$h_W = 78,7 \% > h_{W,limite} = 51,0 \%$

**Verifica positiva**

Edificio B

Valore di progetto:  $h_w = 71,3 \%$

Valore limite:  $h_{w,limite} = 52,4 \%$

Verifica:

$h_w = 71,3 \% > h_{w,limite} = 52,4 \%$

**Verifica positiva**

**Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione estiva ( $h_c$ )**

Non pertinente, in quanto l'edificio non è dotato di impianto di climatizzazione estiva.

**Verifiche secondo D. Lgs 3 marzo 2011, n. 28 – Allegato 3**

La verifica del rispetto degli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili secondo i principi minimi e le decorrenze di cui all'Allegato 3 del Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28 è documentato nel seguito.

## 1. Copertura energetica totale da fonte rinnovabile

Secondo le prescrizioni del punto 1 dell'Allegato 3 del Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28, è richiesto che gli impianti di produzione di energia termica siano progettati e realizzati in modo da garantire il rispetto della copertura, tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, del 50% della somma dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento, percentuale ulteriormente incrementata del 10% per gli edifici pubblici.

Di seguito le relative verifiche.

Edificio A

Valore minimo richiesto (edifici pubblici, decorrenza 1.1.2018) **55,0%**

Valore di progetto **75,04%**

Verifica:

**copertura di progetto = 75,04 % > copertura limite = 55,0%**

**Verifica positiva.**

Edificio B

Valore minimo richiesto (edifici pubblici, decorrenza 1.1.2018) **55,0%**  
 Valore di progetto **71,03%**

Verifica:

**copertura di progetto = 71,03 % > copertura limite = 55,0%**

**Verifica positiva.**

2. Copertura acqua calda sanitaria da fonte rinnovabile

Secondo le prescrizioni del punto 1 dell'Allegato 3 del Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28, è richiesto che gli impianti di produzione di energia termica siano progettati e realizzati in modo da garantire il rispetto della copertura, tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, del 50% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria, percentuale ulteriormente incrementata del 10% per gli edifici pubblici.

Di seguito le relative verifiche.

Edificio A

Valore minimo richiesto (edifici pubblici, decorrenza 1.1.2018) **55,0%**  
 Valore di progetto **79,5%**

Verifica:

**copertura di progetto = 79,5 % > copertura limite = 55,0%**

**Verifica positiva.**

Edificio B

Valore minimo richiesto (edifici pubblici, decorrenza 1.1.2018) **55,0%**  
 Valore di progetto **72,7%**

Verifica:

**copertura di progetto = 72,7 % > copertura limite = 55,0%**

**Verifica positiva.**

### 3. Verifica potenza elettrica installata da fonte rinnovabile

Secondo le prescrizioni del punto 3 dell'Allegato 3 del Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28, è richiesta l'installazione di impianti alimentati da fonti rinnovabili, che devono essere obbligatoriamente installati sopra o all'interno dell'edificio o nelle relative pertinenze, con una potenza elettrica installata minima calcolata non inferiore a  $(S * 1/K)$ , con  $K=50$ , valore ulteriormente incrementato del 10% per gli edifici pubblici.

Di seguito le relative verifiche.

#### Edificio A

Valore minimo richiesto:  $P_{el-rin, min} = (S * 1/K) * 1,1$ , dove:

$P_{el-rin, min}$  – potenza elettrica minima (in kW) dell'impianto alimentato da fonte rinnovabile

$S$  – superficie in pianta (in m<sup>2</sup>) dell'edificio a livello del terreno, da intendersi come proiezione al suolo della copertura dell'edificio (così come visto da foto aerea), esclusi balconi e terrazze qualora non coperti ed escludendo le pertinenze

$K$  – coefficiente avente valore pari a 50 (D. Lgs 28/11, Allegato 3, punto 3)

$$P_{el-rin, min} = 1219 / 50 = 24,38 \text{ kW}$$

$$P_{el-rin, min} - \text{edifici pubblici} = 24,38 * 1,1 = \mathbf{26,82 \text{ Kw}}$$

La potenza installata nel caso specifico è pari a

$$P_{el-rin, progetto} = 27,84 \text{ kW}$$

Verifica:

$$P_{el-rin, progetto} = \mathbf{27,84 \text{ kW}} > P_{el-rin, min} = \mathbf{26,82 \text{ kW}}$$

**Verifica positiva.**

#### Edificio B

Valore minimo richiesto:  $P_{el-rin, min} = (S * 1/K) * 1,1$ , dove:

$P_{el-rin, min}$  – potenza elettrica minima (in kW) dell'impianto alimentato da fonte rinnovabile

$S$  – superficie in pianta (in m<sup>2</sup>) dell'edificio a livello del terreno, da intendersi come proiezione al suolo della copertura dell'edificio (così come visto da foto aerea), esclusi balconi e terrazze qualora non coperti ed escludendo le pertinenze

$K$  – coefficiente avente valore pari a 50 (D. Lgs 28/11, Allegato 3, punto 3)

$$P_{el-rin, min} = 710 / 50 = 14,20 \text{ kW}$$

$$P_{el-rin, min} - \text{edifici pubblici} = 14,20 * 1,1 = \mathbf{15,62 \text{ kW}}$$

La potenza installata nel caso specifico è pari a

$$P_{el-rin, progetto} = 15,66 \text{ kW}$$

Verifica:

$$P_{el-rin, progetto} = \mathbf{15,66 \text{ kW}} > P_{el-rin, min} = \mathbf{15,62 \text{ kW}}$$

**Verifica positiva.**

### **Impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria**

Non previsti in quanto il rispetto degli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili previsti dal Decreto interministeriale 26 giugno 2015 e dal Decreto Legislativo 28/11 sono garantiti mediante la realizzazione di impianto di produzione del calore dotato di pompa di calore avente caratteristiche conformi ai requisiti richiesti dalle suddette normative, come evidenziato nell'apposita sezione della presente relazione.

---

## **ELEMENTI SPECIFICI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEROGHE ALLA NORMATIVA VIGENTE**

Non è prevista alcuna deroga alle norme fissate dalla normativa vigente.

## **SPECIFICHE ISOLAMENTO TERMICO**

Al fine di ottenere il rispetto delle prescrizioni di legge, con i valori sopra specificati, è necessario realizzare le strutture dell'edificio come illustrato nelle stratigrafie allegate nell'apposita sezione della presente relazione.

Si evidenzia la necessità di rispettare i valori minimi di spessore degli strati coibenti, nonché di considerare i valori di trasmittanza dei materiali indicati come valori massimi da non superare.

E' inoltre necessario provvedere alla corretta posa in opera del materiale isolante, in modo che sia garantita in ogni punto la continuità dello stesso nonché la continuità tra le diverse tipologie di isolante utilizzato, al fine di ridurre al minimo l'incidenza dei ponti termici ed evitare l'insorgere delle patologie dovute a deficienze dell'isolamento termico.

Particolare attenzione, a tale proposito, deve essere posta ai punti singolari della costruzione (spigoli delle murature, superfici di accostamento tra pilastri e murature di tamponamento e tra murature verticali e superfici orizzontali, corree, travi di bordo dei solai, sottofinestra, ecc.).

Si evidenzia che le stratigrafie delle strutture sono da intendersi riferite esclusivamente alla verifica del livello di isolamento termico; la scelta dei prodotti e la stratigrafia esecutiva devono essere verificati in fase di esecuzione da parte della direzione lavori, al fine di garantire la corretta posa dei materiali in relazione alle caratteristiche tecniche degli stessi ed alla effettiva situazione di cantiere.

Si evidenzia altresì che le descrizioni dei materiali componenti le stratigrafie allegate alla presente relazione hanno la sola funzione di valutare le caratteristiche termoigrometriche delle strutture in oggetto; ai fini della completa ed esaustiva descrizione dei singoli componenti delle stratigrafie si rimanda agli elaborati architettonici di progetto ed all'abaco delle strutture verticali ed orizzontali, ove è presente anche la keymap architettonica delle singole stratigrafie utilizzate nella presente relazione.

---

## DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto Bindi Paolo, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano – numero di iscrizione MI 17538, essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15, commi 1 e 2 del Decreto Legislativo 192/2005 e ss.mm.ii.

dichiara

sotto la propria personale responsabilità che:

- 1) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute dal Decreto Legislativo 192/2005 nonché dal decreto di cui all'articolo 4, comma 1, del Decreto Legislativo 192/2005;
- 2) il progetto relativo alle opere di cui sopra rispetta gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili secondo i principi minimi e le decorrenze di cui all'Allegato 3, paragrafo 1, lettera c), del Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28;
- 3) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Rho, 27 settembre 2021

Il progettista

## **DOCUMENTAZIONE ALLEGATA**

**Caratteristiche delle strutture opache e dei componenti finestrati e verifiche termoisolometriche**

**Riassunto verifiche di legge**

**Calcolo analitico delle dispersioni**

**Attestato di Prestazione Energetica previsionale**

**Schema funzionale di impianto**

**CARATTERISTICHE DELLE STRUTTURE OPACHE E DEI  
COMPONENTI FINESTRATI**

**VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE**

**Edificio A**

**CARATTERISTICHE DELLE STRUTTURE OPACHE E DEI COMPONENTI FINESTRATI**

**VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE**

**Edificio B**

## **RIASSUNTO VERIFICHE DI LEGGE**

### **Edificio A**

## **RIASSUNTO VERIFICHE DI LEGGE**

### **Edificio B**

## **CALCOLO ANALITICO DELLE DISPERSIONI**

### **Edificio A**

## **CALCOLO ANALITICO DELLE DISPERSIONI**

### **Edificio B**

**ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA  
PREVISIONALE**

**Edificio A**

**ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA  
PREVISIONALE**

**Edificio B**

## **SCHEMA FUNZIONALE DI IMPIANTO**