

# STUDIO EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

Scuola Media a Desio (MB)

RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA  
*SCUOLA MEDIA*



**neWatt** s.r.l.

NEWATT s.r.l.  
Via Padova 11 - 25125 Brescia  
C.F. e P.IVA 03594140984 - Tel. e Fax +39 030 2010990  
[www.newattsrl.it](http://www.newattsrl.it)



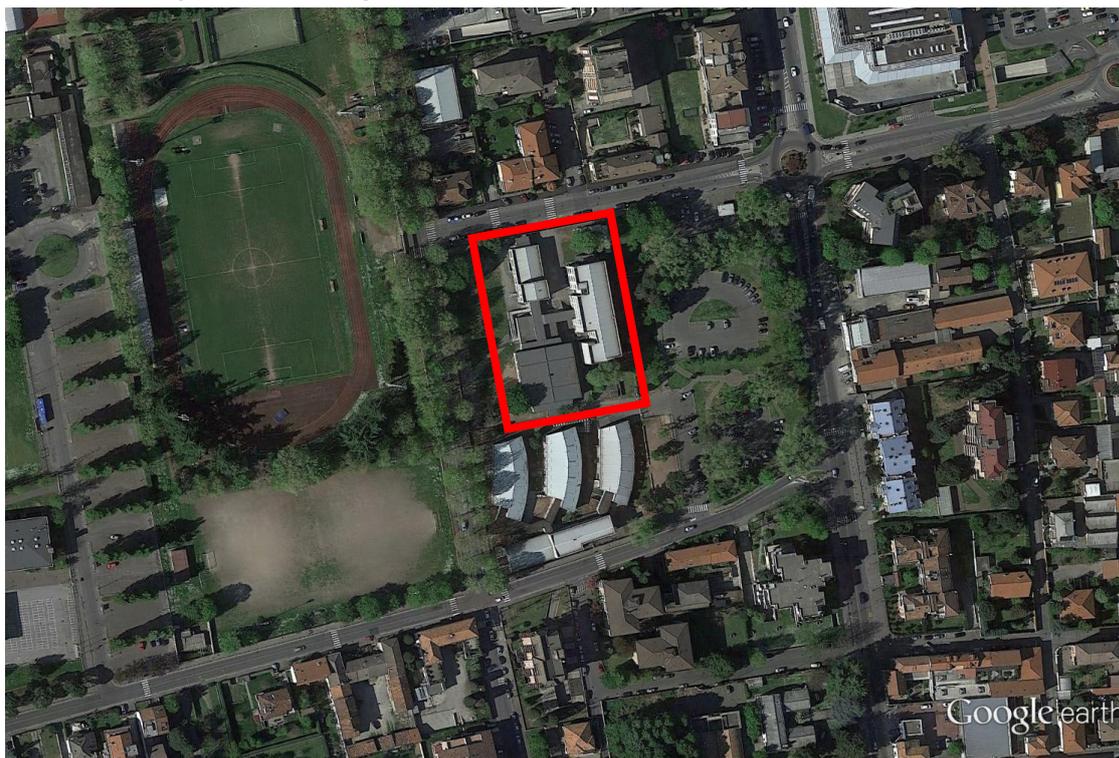
## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2. RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>2</b>
<b>3. DATI DI PROGETTO</b>	<b>4</b>
<b>4. CARATTERISTICHE STRUTTURALI</b>	<b>4</b>
<b>5. CARATTERISTICHE IMPIANTISTICHE</b>	<b>7</b>
5.1 Impianto elettrico	7
5.2 Impianto termico	8
<b>6. INDAGINI E MISURAZIONI SVOLTE</b>	<b>11</b>
<b>6.1 Indagine termografica</b>	<b>11</b>
6.1.1 Premessa sulla termografia ad infrarossi	11
6.1.2 Termografie	13
<b>6.2 Rilevazioni termoigrometriche interne</b>	<b>17</b>
<b>7. ELABORAZIONE DATI</b>	<b>17</b>
<b>8. RISULTATI DEI CALCOLI</b>	<b>18</b>
<b>9. FABBISOGNI ENERGETICI STORICI</b>	<b>26</b>
<b>10. CRITICITÀ RILEVATE</b>	<b>26</b>
<b>11. INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE PROPONIBILI</b>	<b>27</b>
<b>11.1 Premessa</b>	<b>27</b>
<b>11.2 Interventi</b>	<b>27</b>
11.2.1 Realizzazione di cappotto esterno	27
11.2.2 Coibentazione copertura	28
11.2.3 Sostituzione serramenti	29
11.2.4 Installazione di valvole termostatiche e riqualificazione piastre radianti	29
11.2.5 Bollitori elettrici in pompa di calore	30
11.2.6 Riqualificazione impianto di illuminazione interno	31
11.2.7 Impianto fotovoltaico	32
<b>11.3 Contributi e finanziamenti</b>	<b>32</b>



## 1. PREMESSA

La presente relazione di diagnosi energetica si propone di descrivere in dettaglio la situazione energetica del sistema edificio impianto della scuola media Pirotta ubicato in via Stadio a Desio (MB). Si fa notare che la struttura fa parte dell'istituto comprensivo che ospita anche la scuola elementare Pirotta di via Agnesi visibile nell'immagine seguente sotto la scuola media oggetto della presente diagnosi. Il sopralluogo è stato eseguito in data 19/02/2015.



## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

La diagnosi energetica è uno strumento operativo che ha visto la sua introduzione già con la Legge 10/91 ed è stato poi ripreso da tutta la seguente normativa di riferimento in materia energetica.

Il D. Lgs. 115/2008 definisce la diagnosi energetica (o audit energetico) come la “...procedura sistematica volta a fornire un’adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di una attività o impianto industriale o di servizi pubblici o privati, ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici e riferire in merito ai risultati...”.

Quindi la conoscenza del quadro dei consumi e dei flussi energetici è vista come strumento per la razionalizzazione energetica all’interno di un contesto di analisi costi/benefici delle azioni individuate come opportunità di risparmio energetico. Ad oggi le modalità operative da seguire sono definite anche all’interno della norma UNI CEI/TR 11428:2011 “Gestione dell’energia - Diagnosi energetiche - Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica”. Gli obiettivi a cui deve mirare una diagnosi energetica sono:

- Definire il bilancio energetico dell’edificio;
- Individuare gli interventi di riqualificazione tecnologica;

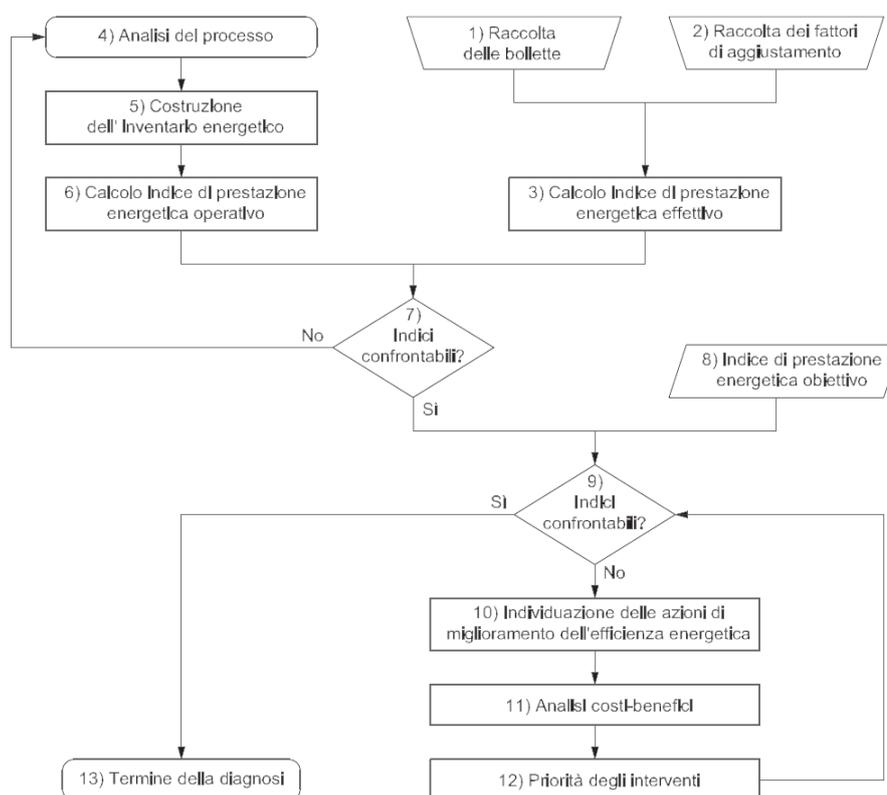


- Valutare per ciascun intervento le opportunità tecniche ed economiche;
- Ridurre le spese di gestione.

La diagnosi energetica è richiesta principalmente nei casi seguenti:

- Come prerequisito in una ristrutturazione con riqualificazione energetica di un sistema edificio impianto;
- Nel calcolo della componente fissa di spesa nella contabilizzazione del calore come prescritto dalla norma UNI 10200-2013 e dal DPR 59/09 (e anche dalle delibere Regione Lombardia e Regione Piemonte) per la ripartizione della quota di spesa;
- Come prerequisito fondamentale di una successiva certificazione energetica.

Il seguente schema di flusso, ripreso dalla succitata norma UNI 11428, mostra le modalità operative da seguire nell'esecuzione di una corretta attività di diagnosi, partendo dal rilievo dello stato di fatto in essere per giungere poi all'individuazione delle migliori azioni di riqualificazione proponibili.





# Comune di Desio – Provincia MB

Diagnosi energetica

Edificio: scuola media Pirota

## 3. DATI DI PROGETTO

Qui di seguito si riportano i dati di base utilizzati nella redazione della modellizzazione del sistema edificio impianto all'interno del software di calcolo utilizzato.

Dati progetto	Dati climatici	Regime normativo	Dati default
<b>Dati geografici</b>			
Comune	DESIO		
Provincia	Monza e della Brianza	Distanza dal mare	> 40 km
Gradi giorno	2447 gg	Regione di vento	A
Altitudine s.l.m.	196 m	Direz. preval. vento	SO
Latitudine Nord	45 ° 37 '	Velocità vento media	1,10 m/s
Longitudine Est	9 ° 12 '	Velocità vento max	2,20 m/s
<b>Dati invernali</b>			
Località di riferimento per	MILANO	Temperatura esterna	
Temperatura	MILANO	Della località	-5,0 °C
Irraggiamento	COMO	Variazione	0,0 °C
Ventosità	MILANO	Adottata	-5,0 °C
Irradianza solare massima sul piano orizzontale		267,4 W/m <sup>2</sup>	
<b>Dati estivi</b>			
Località riferimento estiva	MILANO LINATE	Temperatura bulbo secco	32,0 °C
		Temperatura bulbo umido	23,1 °C
		Umidità relativa	48,0 %
		Umidità assoluta	14,7 g/kg
Escursione termica giornaliera		12,0 °C	

## 4. CARATTERISTICHE STRUTTURALI

La struttura è costituita da tre blocchi principali:

- Il corpo uffici nella zona nord;
- La palestra nella zona sud;
- Il corpo aule nella zona est.

Il corpo uffici si sviluppa su un piano rialzato fuori terra con presenza di un piano seminterrato destinato ad archivio e non riscaldato. Nella zona sud, al piano primo, è presente l'alloggio del custode che risulta impiantisticamente autonomo rispetto alla struttura scolastica.

Il blocco palestra è costituito dagli spogliatoi di altezza pari a circa 3 metri e dal campo di gioco con elevata altezza interna. Nella zona sud sono inoltre presenti i magazzini per il deposito delle attrezzature. La palestra è utilizzata nel periodo diurno anche dalla adiacente scuola elementare, mentre dalle associazioni sportive durante la sera.

Il corpo aule è costituito da tre piani, interrato-rialzato e primo, con due blocchi scale per il collegamento dei vari piani.

Tutti e tre i blocchi sono collegati da corridoi riscaldati per il comodo accesso alle varie zone.



## Comune di Desio – Provincia MB

Diagnosi energetica

Edificio: scuola media Pirota

La struttura portante è costituita da una intelaiatura in cemento armato.

I tamponamenti opachi sono caratterizzati da mattoni forati intonacati sulle due facce senza alcuna tipologia di isolamento e quindi senza particolari prestazioni energetiche.

Le coperture dei blocchi uffici e aule sono a falda leggermente inclinata con la presenza di un muretto di contenimento su tutti i lati: la copertura è costituita da lamiera grecata di colore grigio.

La copertura della palestra è invece piana con guaina impermeabilizzante direttamente posata a contatto con l'esterno.

Sulla base di quanto rilevato in fase di sopralluogo, non risulta presente alcuna tipologia di isolante all'interno dei tamponamenti opachi della struttura.

Particolare discorso deve essere fatto relativamente ai serramenti in quanto la struttura è stata oggetto di diversi interventi successivi che hanno portato all'attuale situazione di seguito descritta.

I serramenti originali, costituiti da intelaiatura in metallo con vetro singolo e dotati di apertura a ghigliottina, sono presenti nel corpo uffici e nel corpo aule in tutti i locali ad eccezione di quelli destinati ad aule didattiche: tali locali sono infatti stati oggetto di una recente riqualificazione con installazione di nuovi serramenti in metallo con taglio termico abbinati a vetro camera dotati di apertura scorrevole.

Anche in palestra, infine, sono presenti serramenti in metallo abbinati a vetro camera.

Qui di seguito sono riportate alcune immagini relative a quanto appena descritto.



Ingresso uffici



Lato ovest uffici



Dettaglio serramenti uffici



Spogliatoi palestra



# Comune di Desio – Provincia MB

Diagnosi energetica

Edificio: scuola media Pirotta



Interno palestra



Esterno palestra



Facciata est corpo aule



Interno di una aula



Copertura blocco uffici



Copertura palestra



## 5. CARATTERISTICHE IMPIANTISTICHE

### 5.1 IMPIANTO ELETTRICO

L'impianto elettrico è in condizioni sufficienti con quadri elettrici in carpenteria metallica.

L'impianto di illuminazione è costituito prevalentemente da neon a soffitto da 1x36W e da 2x36W.

L'impianto non dispone di alcun sistema di controllo e regolazione ad eccezione del controllo manuale dell'utenza.

Qui di seguito sono riportate alcune immagini relative a quanto appena descritto.



Quadro elettrico di piano blocco aule



Quadro elettrico palestra



Illuminazione uffici



Illuminazione palestra



Illuminazione aule



Illuminazioni corridoi

## 5.2 IMPIANTO TERMICO

La produzione del calore è demandata ad una centrale termica in teleriscaldamento in comune con l'adiacente scuola elementare: durante il sopralluogo non è stato possibile visionare tale centrale termica.

La scuola media è poi servita da una sottocentrale dedicata ubicata nel volume del fabbricato al piano seminterrato all'interno della quale trovano posto i tre circuiti principali di seguito riportati:

- A - Uffici;
- B - Palestra;
- C - Aule.

I circuiti di uffici e aule sono dotati di termoregolazione mediante valvola miscelatrice a tre-vie comandata in climatica in funzione della temperatura esterna mentre la palestra dispone di un circuito diretto sul quale è stato recentemente sostituita la pompa di circolazione con un nuovo componente DAB Evoplus a velocità variabile.

Il fluido viene inviato dalla centrale termica mediante un sistema di pompaggio primario abbinato ad un by-pass in sottocentrale; all'interno della sottocentrale trova posto anche un contabilizzatore di energia termica ormai non più funzionante.

L'impiantistica elettrica è costituita da un quadro elettrico di potenza in carpenteria metallica che ospita anche le due centraline di termoregolazione dei circuiti miscelati e l'integratore del misuratore di energia. Accanto al quadro di potenza c'è il quadretto della telegestione non più funzionante.

Sia la componentistica idraulica sia la componentistica elettrica appaiono in condizioni mediocri.

Non è presente alcun sistema centralizzato per la produzione di acqua calda sanitaria in quanto i servizi igienici degli spogliatoi sono serviti da bollitori elettrici.

I corpi scaldanti interni agli uffici ed alle aule sono costituiti da radiatori sprovvisti di teste termostatiche installati prevalentemente sulle pareti esterne della struttura. Nelle aule sono presenti anche vetuste piastre radianti.

In palestra sono presenti aerotermi a soffitto con funzione di destratificazione abbinati a cronotermostati ambiente per il controllo della temperatura. Negli spogliatoi sono presenti radiatori.

Qui di seguito sono riportate alcune immagini relative a quanto appena descritto.



# Comune di Desio – Provincia MB

Diagnosi energetica

Edificio: scuola media Pirota



Circuito uffici



Circuito palestra



Circuito aule



Quadri elettrici



Radiatore uffici



Aerotermini palestra



Cronotermostato palestra



Bollitori elettrici spogliatoi



Piastra radiante aule



Radiatore corridoi



## 6. INDAGINI E MISURAZIONI SVOLTE

In sede di sopralluogo sono state effettuate indagini e misurazioni finalizzate all'individuazione di criticità di carattere energetico che influiscono negativamente sulle prestazioni complessive del sistema edificio/impianto. La temperatura esterna al momento delle misurazioni, alle ore 09:00, era di circa 4°C. A tal proposito sono stati utilizzati i seguenti strumenti:



Termocamera con fotocamera digitale  
FLIR E5



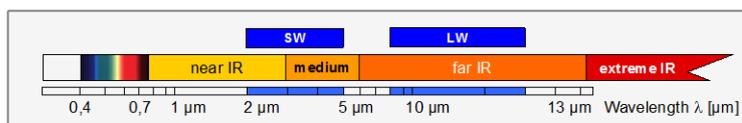
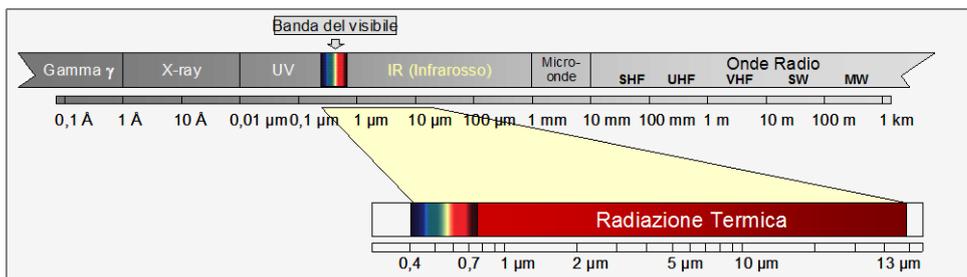
Termo-igrometro con puntatore a infrarossi Extech  
Instruments HD500

### 6.1 INDAGINE TERMOGRAFICA

#### 6.1.1 Premessa sulla termografia ad infrarossi

Tutti gli oggetti aventi una temperatura al di sopra dello zero assoluto (-273,15°C) emettono radiazioni infrarosse; queste radiazioni, invisibili per l'occhio umano, vengono rilevate dalla termocamera che le rielabora e le presenta su schermo in una forma visibile.

La seguente immagine mostra il campo di frequenza in cui opera una termocamera.



Le termocamere in realtà non misurano direttamente la temperatura, ma l'intensità della radiazione infrarossa emessa da un corpo. Quest'ultima dipende dalle caratteristiche del corpo stesso e,



## Comune di Desio – Provincia MB

Diagnosi energetica

Edificio: scuola media Pirotta

indirettamente, dalla temperatura in cui si trova; in effetti, la legge di Stefan-Boltzmann precisa che l'intensità della radiazione infrarossa dipende dalla quarta potenza della temperatura.

Pertanto, pur calibrando con la massima accuratezza la termocamera, la precisione assoluta della misura non potrà essere superiore all'entità dell'accuratezza registrata dal sensore che difficilmente scende al di sotto del grado e variabile da un corpo ad un altro in funzione della sua emissività. Tarando la macchina per un certo valore di remissività la lettura che se ne ricava può essere interpretata come un dato sufficientemente approssimato alla realtà.

Nell'interpretare un'immagine termografica bisogna inoltre tenere presente che, per effetto del principio richiamato prima, la misura rilevata potrebbe riferirsi non tanto all'emissione del corpo esaminato ma, in funzione della capacità riflettente della sua superficie, all'energia riflessa dall'ambiente che lo circonda.

- Maggiore è l'emissività, più reale è la lettura della temperatura dell'oggetto;
- Minore è l'emissività e più la lettura si riferisce all'energia riflessa dall'ambiente circostante.

Nell'esaminare le relazioni fotografiche allegate alla presente bisogna pertanto tenere conto di quanto brevemente illustrato precedentemente per non incappare in clamorosi errori di valutazione della temperatura evidenziata dai colori. L'analisi pertanto, più che valori esatti della temperatura superficiale delle pareti, tende a mettere in evidenza gradienti termici che si evidenziano in particolari situazioni geometriche ove si determina una concentrazione del flusso termico uscente.

Tali situazioni locali vengono tecnicamente denominate "ponti termici" e sono generalmente la causa della locale riduzione superficiale della temperatura dell'elemento interno indagato.



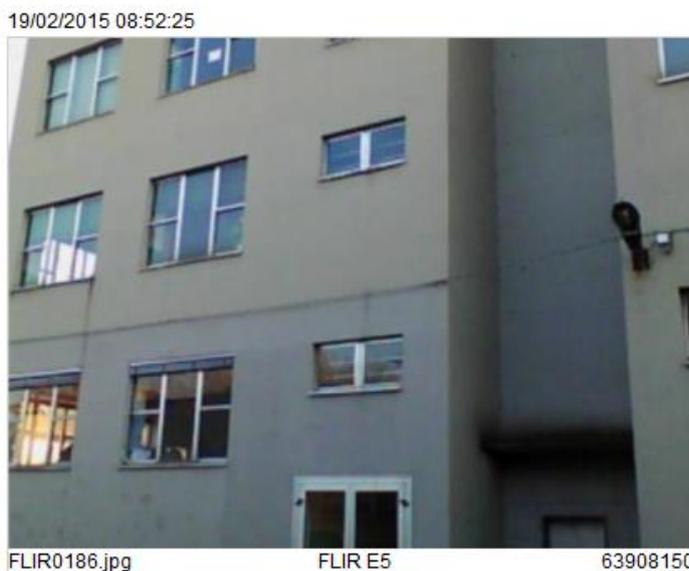
#### 6.1.2 Termografie

Le seguenti immagini termografiche mostrano un involucro poco performante dal punto di vista energetico con evidenza di significativi ponti termici in corrispondenza dei pilastri e dei solai dell'intelaiatura in cemento armato.

Misurazioni	°C
Sp1	-1,4
Sp2	4,6

Parametri	
Emissività	0.95
Temp. rifl.	20 °C



L'immagine mostra la facciata ovest zona nord del corpo aule sulla quale sono evidenti i ponti termici legati all'intelaiatura portante in cemento armato della struttura.



## Comune di Desio – Provincia MB

Diagnosi energetica

Edificio: scuola media Pirotta

Misurazioni °C

Sp1 1,0

Parametri

Emissività 0.95

Temp. rifl. 20 °C

19/02/2015 08:53:09



19/02/2015 08:53:09



L'immagine mostra la facciata ovest zona sud del corpo aule sulla quale, come nella precedente immagine sono evidenti i ponti termici legati all'intelaiatura portante in cemento armato della struttura.



## Comune di Desio – Provincia MB

Diagnosi energetica

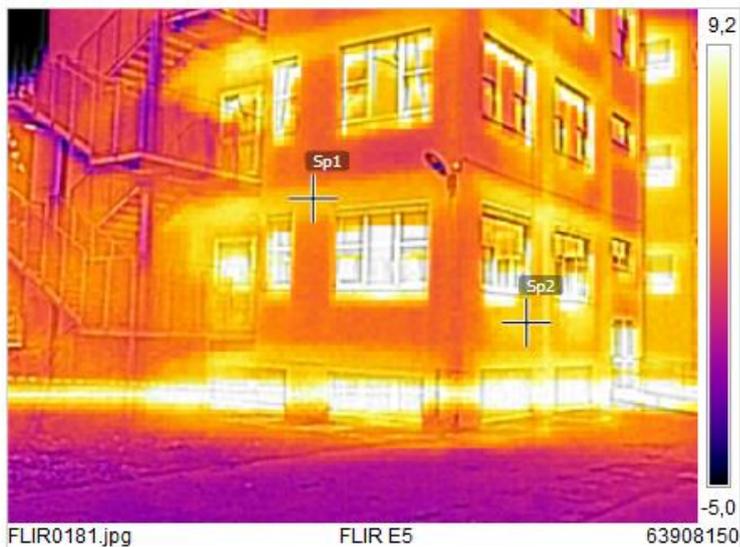
Edificio: scuola media Pirota

Misurazioni	°C
Sp1	6,0
Sp2	5,9

Parametri	
Emissività	0.95
Temp. rifl.	20 °C

19/02/2015 08:51:18



19/02/2015 08:51:18



L'immagine mostra la facciata nord/ovest del corpo aule sulla quale, come nelle precedenti immagini sono evidenti i ponti termici legati all'intelaiatura portante in cemento armato della struttura.



# Comune di Desio – Provincia MB

Diagnosi energetica

Edificio: scuola media Pirotta

Misurazioni		°C
Sp1	4,1	
Sp2	1,3	
Parametri		
Emissività	0.95	
Temp. rifl.	20 °C	

19/02/2015 09:04:52



FLIR0213.jpg

FLIR E5

63908150

19/02/2015 09:04:52



FLIR0213.jpg

FLIR E5

63908150

Anche in questa immagine, riferita alla facciata ovest della palestra, come nelle precedenti immagini sono evidenti i ponti termici legati all'intelaiatura portante in cemento armato della struttura.



## 6.2 RILEVAZIONI TERMOIGROMETRICHE INTERNE

Le misurazioni interne sono state effettuate sia nelle zone comuni sia nelle aule e hanno evidenziato temperature interne superiori rispetto a quelle di riferimento di 20°C come visibile nelle seguenti immagini.



Rilevazione aula piano rialzato lato est



Rilevazione corridoio piano rialzato



Rilevazione corridoio piano seminterrato



Rilevazione aula seminterrato fronte sud

## 7. ELABORAZIONE DATI

Il software di calcolo utilizzato nella redazione della modellizzazione energetica è EC700, prodotto dalla Edilclima S.r.l. e certificato CTI per le norme UNI TS 11300 ultimo aggiornamento 2014, che consente di eseguire i calcoli di:

- potenza invernale, per il dimensionamento dell'impianto di riscaldamento e la corretta valutazione dei rendimenti, secondo norma UNI EN 12831;
- energia utile invernale ed estiva secondo UNI/TS 11300-1, per la caratterizzazione dell'involucro edilizio;
- energia primaria per il riscaldamento, considerando l'eventuale contributo da fonti rinnovabili secondo UNI/TS 11300-2 e UNI/TS 11300-4.



## 8. RISULTATI DEI CALCOLI

Il calcolo dei parametri energetici del sistema edificio impianto è stato eseguito in due fasi:

- Modellizzazione software:

In questa prima fase, attraverso i dati strutturali e volumetrici raccolti in sopralluogo, si è proceduto alla ricostruzione a livello software del sistema edificio-impianto oggetto di analisi quantificando tutte le superfici disperdenti che delimitano il volume riscaldato e modellizzando l'impianto termico a servizio del sistema sulla base di tutti i parametri rilevati

- Analisi di sensibilità e calcolo dei risultati:

Nella seconda fase, una volta "costruito" il sistema a livello software, inserendo man mano i dati riguardanti le modalità di esercizio effettivo della struttura, è stato possibile stimare un consumo annuo di energia, in termini di fabbisogno energetico primario, sia per quanto riguarda il riscaldamento ambienti sia per quanto riguarda l'eventuale produzione di acqua calda sanitaria. Il confronto dei risultati di fabbisogno di energia termica con i dati storici degli ultimi anni ha consentito infine l'affinamento dei valori ottenuti.

Le seguenti schermate riportano i dati di ingresso inseriti nel software a livello di involucro edilizio, ombreggiamenti, zone termiche e relativi impianti.

Le seguenti prime quattro schermate riportano le caratteristiche dei tamponamenti opachi e finestrati.

Componenti		Muri - riepilogo						
		Codice	Tipo	Descrizione	Sp [mm]	Ue [W/m <sup>2</sup> K]	θe [°C]	Vti
M1	Parete esterna	M1	T	Parete esterna	400,00	1,186	-5,0	●
M2	Parete su terreno	M2	G	Parete su terreno	400,00	0,818	-5,0	●
M3	Parete verso locale no riscaldato	M3	U	Parete verso locale no riscaldato	400,00	1,123	0,0	●
M4	Parete verso locale riscaldato	M4	N	Parete verso locale riscaldato	400,00	1,123	20,0	●
M5	Sottofinestra	M5	T	Sottofinestra	230,00	1,772	-5,0	●
M6	Parete corridoio su no risc	M6	U	Parete corridoio su no risc	60,00	1,973	0,0	●

Componenti		Pavimenti - riepilogo						
		Codice	Tipo	Descrizione	Sp [mm]	Ue [W/m <sup>2</sup> K]	θe [°C]	Vti
P1	Pavimento interrato Palestra	P1	G	Pavimento interrato Palestra	450,00	0,323	-5,0	●
P2	Pavimento su terreno Palestra	P2	G	Pavimento su terreno Palestra	450,00	0,355	-5,0	●
P3	Pavimento interrato Scuola	P3	G	Pavimento interrato Scuola	450,00	0,376	-5,0	●
P4	Pavimento su terreno Scuola	P4	G	Pavimento su terreno Scuola	450,00	0,456	-5,0	●
P5	Pavimento Interpiano	P5	N	Pavimento Interpiano	300,00	1,537	20,0	●
P6	Pavimento su seminterrato	P6	U	Pavimento su seminterrato	300,00	1,537	0,0	●

Componenti		Soffitti - riepilogo						
		Codice	Tipo	Descrizione	Sp [mm]	Ue [W/m <sup>2</sup> K]	θe [°C]	Vti
S1	Soffitto Interpiano	S1	N	Soffitto Interpiano	300,00	1,911	20,0	●
S2	Soffitto su sottotetto	S2	U	Soffitto su sottotetto	280,00	1,725	-2,5	●
S3	Soffitto esterno	S3	T	Soffitto esterno	285,00	1,430	-5,0	●



# Comune di Desio – Provincia MB

Diagnosi energetica

Edificio: scuola media Pirota

Componenti		Componenti finestrati - ripiegolo					
Componenti finestrati		Codice	Tipo	Descrizione	H [cm]	L [cm]	Ue [W/m²K]
W401 - Serramento 320x215 MS		W401	T	Serramento 320x215 MS	215,0	320,0	3,513
W402 - Serramento 320x265 MS		W402	T	Serramento 320x265 MS	265,0	320,0	3,855
W403 - Serramento 100x265 MS		W403	T	Serramento 100x265 MS	265,0	100,0	4,030
W404 - Serramento 215x130 MS		W404	T	Serramento 215x130 MS	130,0	215,0	4,016
W405 - Serramento 300x130 MS		W405	T	Serramento 300x130 MS	130,0	300,0	3,978
W406 - Serramento 315x150 MS		W406	T	Serramento 315x150 MS	150,0	315,0	3,938
W407 - Serramento 150x315 MS		W407	T	Serramento 150x315 MS	315,0	150,0	3,967
W408 - Serramento 130x220 MS		W408	T	Serramento 130x220 MS	220,0	130,0	3,985
W409 - Serramento 100x210 MS		W409	T	Serramento 100x210 MS	210,0	100,0	4,066
W410 - Serramento 540x100 MS		W410	T	Serramento 540x100 MS	100,0	540,0	4,011
W411 - Serramento 255x100 MS		W411	T	Serramento 255x100 MS	100,0	255,0	4,057
W412 - Serramento 190x100 MS		W412	T	Serramento 190x100 MS	100,0	190,0	4,085
W413 - Serramento 220x100 MS		W413	T	Serramento 220x100 MS	100,0	220,0	4,084
W414 - Serramento 240x100 MS		W414	T	Serramento 240x100 MS	100,0	240,0	4,068
W415 - Serramento 240x100 MS		W415	T	Serramento 240x100 MS	100,0	240,0	4,091
W416 - Serramento 335x230 MS		W416	T	Serramento 335x230 MS	230,0	335,0	3,854
W417 - Serramento 400x300 MS		W417	T	Serramento 400x300 MS	300,0	400,0	3,817
W418 - Serramento 245x190 MS		W418	T	Serramento 245x190 MS	190,0	245,0	3,945
W419 - Serramento 180x270 MS		W419	T	Serramento 180x270 MS	210,0	180,0	3,934
W420 - Serramento 250x190 MS		W420	T	Serramento 250x190 MS	190,0	250,0	3,886
W421 - Serramento 90x190 MS		W421	T	Serramento 90x190 MS	190,0	90,0	4,092
W422 - Serramento 90x90 MS		W422	T	Serramento 90x90 MS	90,0	90,0	4,272
W423 - Serramento 400x90 MS		W423	T	Serramento 400x90 MS	90,0	400,0	4,047
W424 - Serramento 250x90 MS		W424	T	Serramento 250x90 MS	90,0	250,0	4,074
W425 - Serramento 190x230 MS		W425	T	Serramento 190x230 MS	230,0	190,0	3,931
W426 - Serramento 190x90 MS		W426	T	Serramento 190x90 MS	90,0	190,0	4,120
W427 - Serramento 250x175 MS		W427	T	Serramento 250x175 MS	175,0	250,0	3,958
W428 - Serramento 250x300 MS		W428	T	Serramento 250x300 MS	300,0	250,0	3,869
W429 - Serramento 240x100 MS verso no risc		W429	U	Serramento 240x100 MS verso no risc	100,0	240,0	3,690
W501 - Serramento 320x215 MD		W501	T	Serramento 320x215 MD	215,0	320,0	2,049
W502 - Serramento 320x265 MD		W502	T	Serramento 320x265 MD	265,0	320,0	2,126
W503 - Serramento 100x265 MD		W503	T	Serramento 100x265 MD	265,0	100,0	2,253
W504 - Serramento 215x130 MD		W504	T	Serramento 215x130 MD	130,0	215,0	2,270
W505 - Serramento 300x130 MD		W505	T	Serramento 300x130 MD	130,0	300,0	2,233
W506 - Serramento 315x150 MD		W506	T	Serramento 315x150 MD	150,0	315,0	2,187
W507 - Serramento 150x315 MD		W507	T	Serramento 150x315 MD	315,0	150,0	2,255
W508 - Serramento 130x220 MD		W508	T	Serramento 130x220 MD	220,0	130,0	2,207

La seguente schermata riporta invece tutti gli ombreggiamenti influenti dal punto di vista energetico ed è seguita dal dettaglio di un singolo ombreggiamento.



# Comune di Desio – Provincia MB

## Diagnosi energetica

Edificio: scuola media Pirota

Ombreggiamenti		Riepilogo											
Ombreggiamenti		Codice	Descrizione	Mese	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Orizz.
1	1	1		GENNAIO	77	55	33	54	76	54	100	55	100
2	2	2		GENNAIO	100	100	2	100	100	100	100	100	100
3	3	3		GENNAIO	80	60	1	60	81	60	100	60	100
4	4	4		GENNAIO	73	47	10	46	73	46	32	47	100
5	5	5		GENNAIO	46	2	29	0	42	0	29	2	100
6	6	6		GENNAIO	73	51	29	50	71	50	34	51	100
7	7	7		GENNAIO	100	100	100	100	100	100	13	100	100
8	8	8		GENNAIO	75	52	29	51	73	51	100	52	100
9	9	9		GENNAIO	73	51	100	50	71	50	29	51	100
10	10	10		GENNAIO	93	86	79	87	95	87	100	86	100
11	11	11		GENNAIO	86	72	100	73	88	73	22	72	100
12	12	12		GENNAIO	83	65	100	65	84	65	10	65	100
13	13	13		GENNAIO	75	52	100	50	72	50	29	52	100
14	14	14		GENNAIO	77	55	100	54	76	54	33	55	100
15	15	15		GENNAIO	80	60	40	60	81	60	100	60	100
16	16	16		GENNAIO	66	75	83	80	78	80	83	75	100
17	17	17		GENNAIO	80	60	100	60	81	60	40	60	100
18	18	18		GENNAIO	61	21	47	21	3	21	35	21	100
19	19	19		GENNAIO	74	52	29	50	72	50	74	52	100
20	20	20		GENNAIO	77	55	100	54	2	54	32	55	100
21	21	21		GENNAIO	61	20	40	20	61	20	40	20	100
22	22	22		GENNAIO	100	100	100	100	100	100	33	100	100
23	23	23		GENNAIO	86	72	100	73	88	73	36	72	100
24	24	24		GENNAIO	83	65	100	65	84	65	18	65	100
25	25	25		GENNAIO	59	20	10	19	58	19	52	20	100
26	26	26		GENNAIO	65	32	29	33	16	33	71	32	100
27	27	27		GENNAIO	79	58	8	58	79	58	100	58	100
28	28	28		GENNAIO	75	52	29	51	72	51	100	52	100
29	29	29		GENNAIO	73	51	100	50	4	50	29	51	100
30	30	30		GENNAIO	75	51	76	53	79	53	51	51	100
31	31	31		GENNAIO	77	55	100	54	2	54	32	55	100
32	32	32		GENNAIO	83	65	100	65	84	65	27	65	100
33	33	33		GENNAIO	77	55	100	54	4	54	32	55	100
34	TO	TO		GENNAIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ombreggiamenti		Ombreggiamenti: 1											
Ombreggiamenti		Codice	Descrizione										
1	1	1	1										
2	2	<input type="checkbox"/> Ostacoli esterni <input checked="" type="checkbox"/> <b>Aggetti verticali</b> <input type="checkbox"/> Aggetti orizzontali											
3	3	<input type="radio"/> Angoli dell'ostruzione [°] <input checked="" type="radio"/> <b>Caratteristiche dimensionali [m]</b>											
4	4												
5	5												
6	6												
7	7												
8	8												
9	9												
10	10												
11	11												
12	12												
13	13												
14	14												
15	15												
16	16												
17	17												
18	18												
19	19												
20	20												
21	21												
22	22												
23	23												
24	24												
25	25												
26	26												
27	27												
28	28												
29	29												
30	30												
31	31												
32	32												
33	33												
34	TO												
		Mese	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Orizz.		
		GENNAIO	77	55	33	54	76	54	100	55	100		
		FEBBRAIO	77	68	58	67	75	67	100	68	100		
		MARZO	77	69	60	68	77	68	100	69	100		
		APRILE	76	76	75	77	79	77	100	76	100		
		MAGGIO	73	78	83	82	81	82	100	78	100		
		GIUGNO	73	78	84	82	81	82	100	78	100		
		LUGLIO	72	78	84	82	81	82	100	78	100		
		AGOSTO	76	78	79	80	80	80	100	78	100		
		SETTEMBRE	77	73	68	73	78	73	100	73	100		
		OTTOBRE	77	64	50	63	76	63	100	64	100		
		NOVEMBRE	77	57	36	56	77	56	100	57	100		
		DICEMBRE	77	53	29	53	76	53	100	53	100		



# Comune di Desio – Provincia MB

## Diagnosi energetica

Edificio: scuola media Pirota

Vengono ora presentate le due zone termiche in cui è stata suddivisa la struttura, scuola e uffici e palestra, con i relativi dati di input geometrici ricavati dalla modellizzazione grafica effettuata.

Zone e locali		Riepilogo zone						
Edificio		Nr.	Cat. DPR 412	Descrizione	Sup. netta [m <sup>2</sup> ]	Vol. lordo [m <sup>3</sup> ]	Sup. lorda [m <sup>2</sup> ]	S / V [m <sup>-1</sup> ]
Zona 1		1	E.7	Zona 1	2718,56	11084,81	4512,05	0,41
Zona 2		2	E.6 (2)	Zona 2	834,29	6059,01	2705,99	0,45

Dati edificio					
	NETTO	LORDO			
Superficie in pianta	3552,85	3905,14	m <sup>2</sup>	Superficie esterna lorda (con strutture tipo N)	11292,85 m <sup>2</sup>
Volume	13980,36	17143,82	m <sup>3</sup>	Superficie esterna lorda (senza strutture tipo N)	7218,04 m <sup>2</sup>
				Rapporto S/V	0,42 m <sup>-1</sup>

Zone e locali		Zona 1	
Edificio		Zona	Descrizione
Zona 1		1	Zona 1
Zona 2			

Dati zona		Illuminazione	
Categoria DPR 412	E.7	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili.	
Apporti interni	4,00	W/m <sup>2</sup>	
<b>Caratteristiche dimensionali ( <input type="checkbox"/> rendi modificabile )</b>			
Superficie in pianta	netta	2718,56	lorda 2993,89 m <sup>2</sup>
Volume	netto	8916,22	lordo 11084,81 m <sup>3</sup>
Numero di appartamenti		1	
Superficie esterna lorda		8563,99	m <sup>2</sup> (con strutture tipo N)
Superficie esterna lorda		4512,05	m <sup>2</sup> (senza strutture tipo N)
Rapporto S/V		0,41	m <sup>-1</sup>
<b>Capacità termica areica</b>			
Capacità per unità di superficie		155	kJ/m <sup>2</sup> K
Superficie totale		8564,00	8564,00 m <sup>2</sup>
<b>Dati potenza invernale</b>			
Fattore di ripresa	fRH	16	W/m <sup>2</sup>
Rendimento recuperatore	nr	0,00	



# Comune di Desio – Provincia MB

## Diagnosi energetica

Edificio: scuola media Pirota

**Zone e locali**

Edificio

- Zona 1
  - 1 - Scuola Piano Secondo
  - 2 - Scuola Piano Primo
  - 3 - Scuola Piano Terra Ingresso
  - 4 - Scuola Piano Terra Uffici
  - 5 - Scuola Piano Terra Corridoio
  - 6 - Scuola Piano Terra Corridoio
  - 7 - Scuola Piano Terra Corridoio
  - 8 - Scuola Piano Terra Corridoio
  - 9 - Scuola Piano Terra Scale Palestra
  - 10 - Scuola Piano Interrato
- Zona 2
  - 1 - Palestra Spogliatoio 1
  - 2 - Palestra Spogliatoio 2
  - 3 - Palestra Ingresso 1
  - 4 - Palestra
  - 5 - Palestra Ingresso 2
  - 6 - Palestra
  - 7 - Palestra

**Zona 2**

Zona 2 Descrizione Zona 2

**Dati zona** | Illuminazione

Categoria DPR 412: E.6 (2) Edifici adibiti ad attività sportive: palestre e assimilabili.

Apporti interni: 5,00 W/m<sup>2</sup>

**Caratteristiche dimensionali (rendi modificabile)**

Superficie in pianta	netta	834,29	lorda	911,25	m <sup>2</sup>
Volume	netto	5064,14	lordo	6059,01	m <sup>3</sup>

Numero di appartamenti: 1

Superficie esterna lorda: 2728,86 m<sup>2</sup> (con strutture tipo N)

Superficie esterna lorda: 2705,99 m<sup>2</sup> (senza strutture tipo N)

Rapporto S/V: 0,45 m<sup>-1</sup>

**Capacità termica areica**

Capacità per unità di superficie: 155 kJ/m<sup>2</sup>K

Superficie totale: 2751,41 m<sup>2</sup>

**Dati potenza invernale**

Fattore di ripresa: fRH 16 W/m<sup>2</sup>

Rendimento recuperatore: nr 0,00

Le seguenti schermate mostrano invece il dettaglio della modellizzazione dell'impianto termico a servizio delle due zone termiche sopra riportate.

**Sistema impiantistico...**

Impianti

- Centralizzato
- Centralizzato

**Impianto Centralizzato - Riscaldamento**

Circuiti | Accumulo e distribuzione primaria | Altri carichi | Generazione

1 di 2 Scuola e Uffici | Fluido termovettore: Acqua

**Dati generali** | Sottosistemi | Temperatura media acqua

**Modalità di funzionamento dell'impianto**

Funzionamento continuato

Funzionamento intermittente (con spegnimento)

Funzionamento con attenuazione

Giorni a settimana di funzionamento intermittente: 6 g

Ore giornaliere di spegnimento: 14,0 h

Temperatura interna minima regolata: 16,0 °C

**Fattore correttivo dell'energia utile**

Fattore correttivo: 0,90

Valori mensili:

**Fattore correttivo per contabilizzazione**

Fattore correttivo: 0,90

**Locali serviti dal circuito**

Zona	Locale	Descrizione
1	1	Scuola Piano Secondo
1	10	Scuola Piano Interrato
1	2	Scuola Piano Primo
1	3	Scuola Piano Terra Ingresso
1	4	Scuola Piano Terra Uffici
1	5	Scuola Piano Terra Corridoio
1	6	Scuola Piano Terra Corridoio
1	7	Scuola Piano Terra Corridoio
1	8	Scuola Piano Terra Corridoio
1	9	Scuola Piano Terra Scale Palestra



# Comune di Desio – Provincia MB

## Diagnosi energetica

Edificio: scuola media Pirota

Sistema impiantistic... **Impianto Centralizzato - Riscaldamento**

Circuiti | Accumulo e distribuzione primaria | Altri carichi | Generazione

1 di 2 | Scuola e Uffici | Fluido termovettore: Acqua

Dati generali | Sottosistemi | Temperatura media acqua

**Emissione**

Altezza media locali: 3,28 m

Tipo di terminale di erogazione: Radiatori su parete esterna non isolata ( $U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) | Temperatura di mandata di progetto: 85,0 °C

Rendimento di emissione  $\eta_e$ : 91,0 %

Potenza nominale corpi scaldanti: 350000 W | 261661 W

Fabbisogni elettrici: 0 W |  Unità con il ventilatore sempre in funzione

**Regolazione**

Tipo: Solo climatica (compensazione con sonda esterna) | Caratteristiche: On off

Rendimento di regolazione  $\eta_{rg}$ : 100,0 % |  $-(60 \cdot \eta_u \cdot \gamma)$

**Distribuzione utenza**

Metodo semplificato

Tipo di impianto: Centralizzato con montanti non isolati coerenti nell'intercapedine dei muri esterni

Posizione impianto: Impianto a piano intermedio

Posizione tubazioni: Tubazioni coerenti nel cantinato in vista

Isolamento tubazioni: Discreto | Nr. piani: 4 | Fattore di corezione: 0,89

Rendimento di distribuzione  $\eta_{du}$ : 93,1 %

Metodo analitico

Rete di distribuzione: (nessuno) | Coefficiente di recupero: 0,80

**Fabbisogni elettrici**

Potenza elettrica assorbita: 1300 W |  sempre in funzione |  velocità variabile

Sistema impiantistic... **Impianto Centralizzato - Riscaldamento**

Circuiti | Accumulo e distribuzione primaria | Altri carichi | Generazione

2 di 2 | Palestra | Fluido termovettore: Acqua

Dati generali | Sottosistemi | Temperatura media acqua

**Modalità di funzionamento dell'impianto**

Funzionamento continuato

Funzionamento intermittente (con spegnimento)

Funzionamento con attenuazione

Giorni a settimana di funzionamento intermittente: 6 g

Ore giornaliere di spegnimento: 8,0 h

Temperatura interna minima regolata: 16,0 °C

Fattore correttivo dell'energia utile

Fattore correttivo: 0,90

Valori mensili:

Fattore correttivo per contabilizzazione

Fattore correttivo: 0,90

Locali serviti dal circuito

Zona	Locale	Descrizione
2	1	Palestra Spogliatoio 1
2	2	Palestra Spogliatoio 2
2	3	Palestra Ingresso 1
2	4	Palestra
2	5	Palestra Ingresso 2
2	6	Palestra
2	7	Palestra



# Comune di Desio – Provincia MB

## Diagnosi energetica

Edificio: scuola media Pirota

Sistema impiantis... **Impianto Centralizzato - Riscaldamento**

Circuiti | Accumulo e distribuzione primaria | Altri carichi | Generazione

2 di 2 | Palestra | Fluido termovettore: Acqua

Dati generali | **Sottosistemi** | Temperatura media acqua

**Emissione**

Altezza media locali: 6,07 m

Tipo di terminale di erogazione: Aerotermi ad acqua

Rendimento di emissione  $\eta_e$ : 93,0 %

Potenza nominale corpi scaldanti: 150000 W → 116268 W

Fabbisogni elettrici: 100 W  Unità con il ventilatore sempre in funzione

**Regolazione**

Tipo: Per zona + climatica | Caratteristiche: On off

Rendimento di regolazione  $\eta_{rg}$ : 96,0 %

**Distribuzione utenza** ⓘ

Metodo semplificato

Tipo di impianto: Centralizzato con montanti non isolati correnti nell'intercapedine dei muri esterni

Posizione impianto: Impianto a piano intermedio

Posizione tubazioni: Tubazioni correnti nel cantinato in vista

Isolamento tubazioni: Discreto | Nr. piani: 1 | Fattore di correzione: 0,89

Rendimento di distribuzione  $\eta_{du}$ : 95,6 %

Metodo analitico

Rete di distribuzione: (nessuno) | Coefficiente di recupero: 0,95

**Fabbisogni elettrici**

Potenza elettrica assorbita: 260 W  sempre in funzione  velocità variabile

La seguente schermata mostra l'impianto di produzione calore a mezzo della sottostazione del teleriscaldamento.

Sistema impiantis... **Impianto Centralizzato - Riscaldamento**

Circuiti | Accumulo e distribuzione primaria | Altri carichi | **Generazione**

Centrale termica | **Generatori**

1 | Teleriscaldamento

Tipo di generatore: Teleriscaldamento | Metodo di calcolo: -

**Caratteristiche sottostazione**

Descrizione: Teleriscaldamento

Potenza utile nominale  $\Phi_{ss}$ : 1000,00 kW → 377,93 kW

Temperatura media del fluido  $\theta_{ss,w,avg}$ : 70,0 °C

**Perdite della sottostazione** ⓘ

Fattore di perdita  $K_{ss}$ : 0,00 W/K

Percentuale di perdita  $P^{ss,env}$ : 0,5 %

**Temperature di riferimento**

Temperatura media del fluido  $\theta_{ss,w,rf}$ : 85,0 °C

Temperatura ambiente di installazione  $\theta_{ss,a,rf}$ : 20,0 °C

**Installazione**

Ambiente: Centrale termica

Temperatura: 0,0 °C

Valori mensili:  ⓘ

Fattore di riduzione delle perdite: 0,70

**Fabbisogni elettrici**

Potenza elettrica ausiliari: 0 W  Ausiliari sempre in funzione

**Vettore energetico** ⓘ

Generatore alimentato dalla rete elettrica

Tipo: Teleriscaldamento ⓘ

Potere calorifico inferiore  $H_i$ : 1,000 kWh/-



## Comune di Desio – Provincia MB

Diagnosi energetica

Edificio: scuola media Pirotta

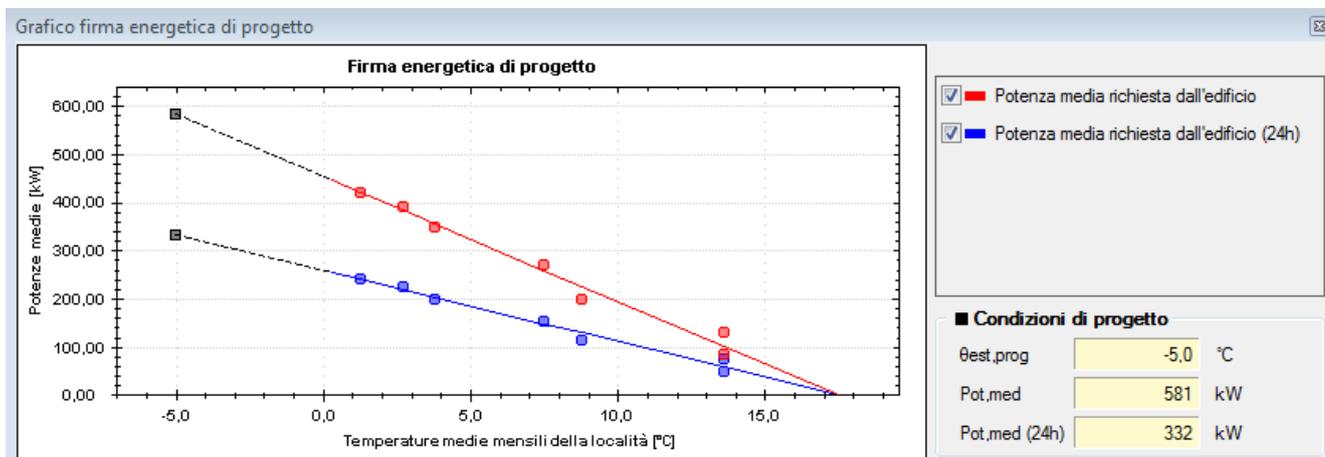
Qui di seguito si riportano invece i principali risultati di calcolo, tanto a livello geometrico e di potenza tanto a livello di rendimenti e di energia richiesta dal sistema edificio/impianto per il suo normale funzionamento.

RISULTATI DI CALCOLO		
Volume netto riscaldato	13.980	mc
Superficie netta riscaldata	3.552	mq
Coefficiente di forma S/V	0,42	1/m
Potenza richiesta per dispersione	268,8	kW
Potenza richiesta per ventilazione	58,2	kW
Potenza richiesta per intermittenza	56,8	kW
<b>Potenza richiesta totale</b>	<b>383,8</b>	<b>kW</b>
Rendimento di emissione uffici e aule	91,0	%
Rendimento di regolazione uffici e aule	87,3	%
Rendimento di distribuzione uffici e aule	93,1	%
Rendimento di emissione palestra	93,1	%
Rendimento di regolazione palestra	96,0	%
Rendimento di distribuzione palestra	95,6	%
Rendimento di produzione	98,7	%
Rendimento medio stagionale complessivo	77,8	%
<b>Fabbisogno di vettore energetico per riscaldamento</b>	<b>730.975</b>	<b>kWh/a da teleriscaldamento</b>
Fabbisogno elettrico ausiliari impianto termico	2.116	kWh/a da rete elettrica
Fabbisogno di vettore energetico per acqua calda sanit.	9.042	kWh/a da rete elettrica
Classe energetica presunta (*)	Classe D	

(\*) la classe energetica, calcolata attribuendo l'effettivo valore del fattore di conversione in energia primaria del teleriscaldamento di Desio, è tuttavia da considerarsi indicativa in quanto non direttamente calcolata con l'ausilio del software Cened+.

La seguente schermata mostra invece la “firma energetica di progetto” che permette di verificare il coefficiente globale di dispersione dell'edificio ed il corretto dimensionamento dell'impianto in maniera rapida e “visiva”.

Le due curve sono relative all'utilizzo reale della struttura negli attuali orari di riscaldamento (colore rosso) ed all'utilizzo continuativo sulle 24 ore (colore blu): è evidente come all'aumentare delle ore di funzionamento dell'impianto corrisponda una riduzione della potenza richiesta per la minore potenza necessaria alla messa a regime dopo il fermo ed il conseguente raffreddamento della struttura.



## 9. FABBISOGNI ENERGETICI STORICI

La seguente tabella riporta i fabbisogni storici dell'utenza intesi come riscaldamento ambienti ed energia elettrica.

FABBISOGNI ENERGETICI ANNO 2013		
Riscaldamento ambienti	1.131.780	kWh/a da teleriscaldamento
Energia elettrica	71.136	kWh/a da rete elettrica

Il fabbisogno per riscaldamento ambienti è superiore a quello calcolato con la diagnosi energetica per il fatto che l'impianto serve anche la scuola elementare Pirota di via Agnesi.

Da una analisi dei volumi riscaldati si è verificata tuttavia la correttezza dei calcoli in quanto il maggior consumo percentuale calcolato sulla scuola media (se riproporzionato ai meri volumi) deriva dal fatto che la palestra viene utilizzata anche alla sera per le attività sportive che si svolgono al di fuori dei normali orari scolastici.

La stima del fabbisogno relativo alla scuola media comprensiva della palestra, valutata su quanto appena esposto, è infatti pari a circa 710.000 kWh con uno scostamento rispetto al valore calcolato con la diagnosi di circa il 3%.

## 10. CRITICITÀ RILEVATE

Sulla base delle analisi effettuate e dei risultati dei calcoli si riportano qui di seguito le principali criticità rilevate sul sistema edificio/impianto:

- L'involucro edilizio comporta elevate dispersioni termiche sia per quanto riguarda i componenti opachi sia per quanto riguarda i componenti finestrati;
- Il sistema di erogazione del calore comporta squilibri termici con conseguenti surriscaldamenti dei locali anche a causa delle differenti esposizioni;
- L'impianto di illuminazione artificiale interno è caratterizzato da una tecnologia standard senza alcun sistema di controllo con conseguenti costati ed elevati consumi energetici.



## 11. INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE PROPONIBILI

### 11.1 PREMESSA

Sulla base di quanto sopra, qui di seguito si riportano i principali interventi di riqualificazione proponibili. Per ogni intervento verranno indicati tanto i benefici a livello energetico conseguibili tanto le riduzioni economiche della bolletta annua al fine di quantificare i tempi di rientro ottenibili in confronto all'importo budgettario dell'intervento. Gli interventi qui proposti sono i soli che, da una prima analisi di sensibilità, sono stati individuati come i più idonei per la realtà in esame.

Il costo dell'energia termica è stato imposto pari a 0,0729 €/kWh mentre quello dell'energia elettrica pari a 0,24 €/kWh (entrambi i prezzi sono al netto dell'IVA e sono stati desunti dalle bollette di fornitura dell'anno 2013).

I costi degli interventi sono stati valutati sulla base di prezzi medi già sostenuti per attività analoghe: hanno quindi un valore indicativo finalizzato alla valutazione dell'effettivo interesse tecnico/economico delle proposte suggerite.

### 11.2 INTERVENTI

#### 11.2.1 Realizzazione di cappotto esterno

L'intervento prevede la realizzazione del cappotto esterno sull'intera struttura mediante posa di isolante in polistirene espanso di spessore pari a 14 cm.

La seguente scheda mostra le caratteristiche della muratura a seguito della posa dello strato isolante.

Muri: M1 - Parete esterna

Codice **M 1** Descrizione Parete esterna Tipo **T** da locale climatizzato verso esterno

Dati generali Stratigrafia Verifica Termoigrometrica Grafici **Risultati**

Trasmittanza U - Potenza	0,217	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza U - Energia	0,215	W/m <sup>2</sup> K
Spessore totale	560	mm
Permeanza	8,621	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	523	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	427	kg/m <sup>2</sup>
<b>Caratteristiche termiche dinamiche</b>		
Trasmittanza periodica	0,009	W/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	0,045	
Sfasamento dell'onda termica	-16,608	h

È evidente il buon risultato in termini tanto di trasmittanza tanto di sfasamento dell'onda termica durante la stagione estiva.

L'intervento consente di ridurre di circa 65 kW la potenza di progetto richiesta dalla struttura.



## Comune di Desio – Provincia MB

Diagnosi energetica

Edificio: scuola media Pirota

La seguente tabella mostra i principali aspetti energetico/economici necessari alla valutazione della bontà complessiva dell'intervento proposto.

QUADRO ECONOMICO REALIZZAZIONE CAPPOTTO		
Superficie interessata	2.347	mq
Costo di investimento	187.000	€
Consumo evitato	159.500	kWh/a
Costo evitato	11.600	€/a
Tempo di rientro semplice	16,1	a

### 11.2.2 Coibentazione copertura

L'intervento prevede l'isolamento delle coperture sull'intera struttura mediante posa di isolante in polistirene espanso di spessore pari a 18 cm.

La seguente scheda mostra le caratteristiche dei componenti a seguito della posa dello strato isolante.

Soffitti: S3 - Soffitto esterno

Codice **S 3** Descrizione **Soffitto esterno** Tipo **T** da locale climatizzato verso esterno

Dati generali Stratigrafia Verifica Termoigrometrica Grafici **Risultati**

Trasmittanza U - Potenza	0,183	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza U - Energia	0,181	W/m <sup>2</sup> K
Spessore totale	465	mm
Perneanza	0,711	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	418	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	390	kg/m <sup>2</sup>
<b>Caratteristiche termiche dinamiche</b>		
Trasmittanza periodica	0,012	W/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	0,071	
Sfasamento dell'onda termica	-13,597	h

È evidente il buon risultato in termini tanto di trasmittanza tanto di sfasamento dell'onda termica durante la stagione estiva.

L'intervento consente di ridurre di circa 60 kW la potenza di progetto richiesta dalla struttura.

La seguente tabella mostra i principali aspetti energetico/economici necessari alla valutazione della bontà complessiva dell'intervento proposto.



## Comune di Desio – Provincia MB

Diagnosi energetica

Edificio: scuola media Pirotta

### QUADRO ECONOMICO COIBENTAZIONE COPERTURA

Superficie interessata	1.860	mq
Costo di investimento	130.000	€
Consumo evitato	173.000	kWh/a
Costo evitato	12.615	€/a
Tempo di rientro semplice	10,3	a

### 11.2.3 Sostituzione serramenti

L'intervento prevede la sostituzione di tutti i vecchi serramenti ancora installati presso la struttura con nuovi componenti in metallo taglio termico abbinati a vetro camera con una trasmittanza di progetto pari a 1,4 W/mqK.



Contestualmente si prevede anche l'eliminazione del sistema di apertura a ghigliottina non più in linea con gli attuali standard di sicurezza.

L'intervento consente di ridurre di circa 40 kW la potenza di progetto richiesta dalla struttura.

La seguente tabella mostra i principali aspetti energetico/economici necessari alla valutazione della bontà complessiva dell'intervento proposto.

### QUADRO ECONOMICO SOSTITUZIONE SERRAMENTI

Superficie interessata	324	mq
Costo di investimento	145.850	€
Consumo evitato	68.500	kWh/a
Costo evitato	5.000	€/a
Tempo di rientro semplice	29,1	a

### 11.2.4 Installazione di valvole termostatiche e riqualificazione piastre radianti

L'intervento prevede l'installazione di valvole termostatiche antimanomissione su tutti i radiatori della struttura al fine di scongiurare fenomeni di surriscaldamento indesiderati dovuti agli inevitabili apporti gratuiti interni (persone e componenti elettriche) ed esterni (apporti solari) imponendo di conseguenza in ogni condizione la corretta temperatura ambiente.

L'intervento comporta anche la sostituzione delle pompe di circolazione con nuovi componenti a velocità variabile capaci di adattare la portata di fluido alle effettive richieste della struttura.



## Comune di Desio – Provincia MB

Diagnosi energetica

Edificio: scuola media Pirota



Contestualmente si prevede la sostituzione delle attuali 34 piastre radianti ancora presenti nella zona delle aule con nuovi radiatori opportunamente dimensionati.

L'intervento consente di incrementare il rendimento di regolazione del sistema impiantistico radiatori dal valore attuale di 87,3% (conseguente alla sola regolazione mediante compensazione climatica) al valore di progetto di 98,0% (conseguente alla combinazione di compensazione climatica più regolazione ambiente con banda proporzionale di 1°C).

La seguente tabella mostra i principali aspetti energetico/economici necessari alla valutazione della bontà complessiva dell'intervento proposto.

QUADRO ECONOMICO INSTALLAZIONE VALVOLE TERMOSTATICHE E NUOVI RADIATORI		
Componenti interessati	130	-
Costo di investimento	24.000	€
Consumo evitato	114.500	kWh/a
Costo evitato	8.350	€/a
Tempo di rientro semplice	2,9	a

### 11.2.5 Bollitori elettrici in pompa di calore

L'intervento prevede la sostituzione degli attuali bollitori elettrici tradizionali presenti presso gli spogliatoi della palestra con nuovi componenti in pompa di calore da 110 litri capaci di sfruttare l'energia aeraulica presente nell'ambiente incrementando sensibilmente il rendimento complessivo del sistema.





## Comune di Desio – Provincia MB

Diagnosi energetica

Edificio: scuola media Pirotta

Tali componenti presentano infatti COP pari a 3,4 con temperature dell'aria di 20°C e pari a 2,6 con temperature dell'aria di 7°C contro il tradizionale valore di 1 tipico dei componenti a semplice resistenza elettrica funzionanti per effetto Joule.

La seguente tabella mostra i principali aspetti energetico/economici necessari alla valutazione della bontà complessiva dell'intervento proposto.

QUADRO ECONOMICO INSTALLAZIONE BOLLITORI IN POMPA DI CALORE		
Costo di investimento	4.000	€
Consumo evitato	6.000	kWh/a di energia elettrica
Costo evitato	1.450	€/a
Tempo di rientro semplice	2,8	a

### 11.2.6 Riqualificazione impianto di illuminazione interno

L'intervento prevede la sostituzione dell'attuale sistema di illuminazione a neon con nuovi corpi illuminanti a led.



Si prevede altresì il ricorso a dispositivi per la rilevazione della presenza dell'utenza all'interno dei locali non destinati ad occupazione continuativa quali servizi igienici e locali ausiliari e a dispositivi per la rilevazione del grado di illuminamento naturale.

Questi due dispositivi consentono l'ottimizzazione gestionale e quindi energetica dell'impianto in quanto in modo assolutamente automatico consentono lo spegnimento dell'impianto qualora non siano presenti utenti ovvero qualora il grado di illuminazione naturale sia sufficiente per lo svolgimento delle attività.

La seguente tabella mostra i principali aspetti energetico/economici necessari alla valutazione della bontà complessiva dell'intervento proposto.

QUADRO ECONOMICO RIQUALIFICAZIONE IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE INTERNO		
Costo di investimento	150.000	€
Consumo evitato	34.000	kWh/a di energia elettrica
Costo evitato	8.200	€/a
Tempo di rientro semplice	18,3	a



### 11.2.7 Impianto fotovoltaico

Si prevede l'installazione di un impianto fotovoltaico "grid-connected" sulla copertura piana della palestra di potenza complessiva pari a 20 kWp costituito da moduli policristallini esposti a sud e inclinati di 30° rispetto al piano di copertura al fine di massimizzare la producibilità annua dell'impianto e dal relativo inverter per l'interfacciamento con la rete elettrica della struttura.



La seguente tabella mostra i principali aspetti energetico/economici necessari alla valutazione della bontà complessiva dell'intervento proposto.

QUADRO ECONOMICO INSTALLAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO		
Costo di investimento	40.000	€
Producibilità attesa	22.800	kWh/a
Costo evitato	3.600	€/a
Tempo di rientro semplice	11,1	a

Si fa notare che il costo evitato tiene già conto dell'effettiva contemporaneità della produzione elettrica con i prelievi della struttura mediante l'introduzione del valore di ricavo economico derivante dalla modalità di scambio sul posto.

### 11.3 CONTRIBUTI E FINANZIAMENTI

Gli interventi prospettati nelle pagine precedenti sono stati valutati al fine di poter avere accesso, qualora disponibile per la tipologia di intervento prevista, al contributo del conto termico regolato dal DM 28/12/2012 Allegato 1 Criteri di ammissibilità.