



Committente:

**COMUNE DI OFFLAGA**

**PROVINCIA DI BRESCIA**

Progetto di:

**RIFACIMENTO DELLA COPERTURA CON  
MIGLIORAMENTO TRASMITTANZA  
DELL'EDIFICIO DELLA SCUOLA ELEMENTARE  
SITO IN VIA FE D'OSTIANI**

Ubicazione cantiere:

**COMUNE DI OFFLAGA (BS)  
Via Fe D'Ostiani**

Relazione:

**RELAZIONE TECNICA**

Commessa n°							Spec.	Progetto		Elaborato n.			St.	Rev.	Var.	
							E	D	E	0	0	1	P	0	0	

Eseguito da: Magri Geom. Giordano

Rev.	Data di emissione	Data di consegna		Eseguito	Verificato	Approvato
	<b>09 MAGGIO 2019</b>					
<b>LA COMMITTENZA</b> <b>R.U.P. Geom. Romano Girelli</b>  _____ Firma		<b>L'IMPRESA CAPOFILA</b>  _____ Timbro e firma		<b>IL PROGETTISTA</b> <b>MAGRI GEOMETRA GIORDANO</b>		
<b>IL RESPONSABILI DEI LAVORI</b> <b>R.U.P. Geom. Romano Girelli</b>  _____ Firma		<b>DITTA</b>  _____ Timbro e firma				
<b>DITTA</b>  _____ Timbro e firma		<b>DITTA</b>  _____ Timbro e firma		<b>DITTA</b>  _____ Timbro e firma		

N.B.: CONTROFIRMANDO LA PRESENTE COPERTINA LE DITTE DICHIARANO DI AVER ESAMINATO IL P.S.C. IN OGGETTO ED I SUOI ALLEGATI, COMPRENDENDONE OGNI PARTE ED APPROVANDOLI SENZA RISERVE ALCUNE, SOTTOSTANDO NEL CONTEMPO A QUANTO PREVISTO E CONTENUTO NEGLI STESSI

## **PREMESSA-OBIETTIVI DELL'INTERVENTO**

Il presente progetto definitivo/esecutivo fa parte di un programma di efficientamento più ampio iniziato nel 2018 con la sostituzione degli impianti termici e dei serramenti dell'edificio scolastico con palestra; prosegue ora con l'obiettivo, non solo di migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio scolastico, ma di risolvere i problemi d'infiltrazioni dalla copertura di acque piovane che si stanno verificando in maniera sempre più frequente (sostituendo il manto di copertura). Le criticità del plesso scolastico con annessa palestra sono stati evidenziati dallo studio di fattibilità redatto dall'EGE P.i. Facchinetti Guido, approvato con deliberazione n° 75 del 20.12.2018. L'edificio, come si evince dal calcolo della trasmittanza termica della struttura che compone la copertura, ha un dispendio notevole di energia pari a 281,49 Kwh/ m<sup>2</sup>a.

La riqualificazione energetica di questo edificio necessaria e finalizzata a:

- risolvere i problemi d'infiltrazione e di tenuta della copertura;
- contenere i consumi di energia;
- ridurre le emissioni di inquinanti e il relativo impatto sull'ambiente;
- migliorare il comfort degli ambienti interni;

La riqualificazione oggetto del presente intervento riguarda esclusivamente la sostituzione della copertura con miglioramento della trasmittanza, con obiettivo il conseguimento del risparmio energetico e la risoluzione delle problematiche relative alle continue infiltrazioni di acque meteoriche e le formazioni di condensa all'interno del pannello di copertura degradato.

La presente riqualificazione, in seguito al miglioramento dell'efficienza dell'edificio, richiederà una rimodulazione dei consumi energetici di targa dell'edificio, con sgravio a favore dell'amministrazione comunale della quota gas attribuibile a tale efficientamento.

**La superficie oggetto dell'intervento è pari a 2.600 mq.**

La finalità dell'approccio consiste nel rappresentare i flussi energetici e le loro interazioni con l'obiettivo principale di ottimizzare: consumi, condizioni di comfort e costi.

## INQUADRAMENTO TERRITORIALE-URBANISTICO

L'immobile soggetto di intervento si trova nel territorio del comune di Offlaga della provincia di Brescia, all'interno del plesso scolastico della scuola primaria e annessa palestra. L'edificio è proporzionato con l'intorno urbano per sviluppo dimensionale in pianta e altezza.

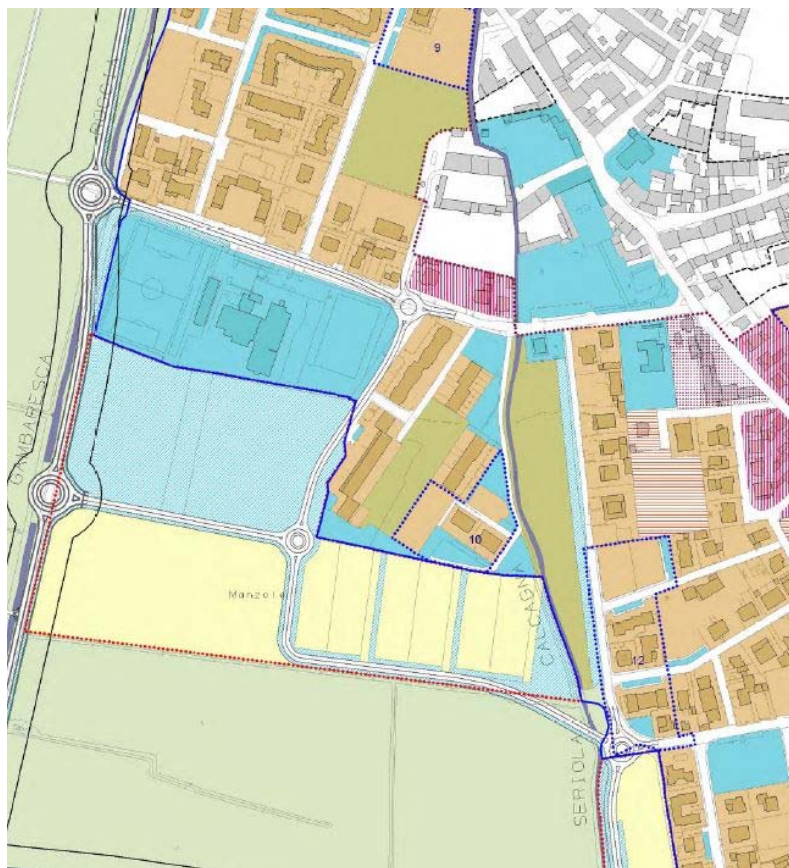
La scuola occupa un contesto a bassa densità edilizia. È facilmente raggiungibile sia dai mezzi privati che tramite servizio di trasporto dedicato "pubblico scolastico".

L'area si identifica come ben fornita da mezzi pubblici e inoltre si ritiene che i parcheggi esistenti siano sufficienti a soddisfare il fabbisogno delle utenze.

L'intervento è caratterizzato da un intervento riconducibile **ad una manutenzione straordinaria**, poichè viene sostituita la copertura del tetto con un leggero cambiamento di pendenza.



Vista satellitare scuola con annessa palestra



Estratto PGT

	B4 - Ambiti residenziali consolidati con vincolo tipologico
	B5 - Ambiti residenziali consolidati saturi
	Verde privato urbano
	Servizi pubblici e di interesse pubblico o generale esistenti
	Servizi pubblici o di interesse pubblico o generale di progetto
	Ambiti produttivi consolidati
	Ambiti terziari consolidati
	Ambiti agricoli di elevata valenza paesistica a ridosso dei NAF ed emergenze storiche
	Ambiti agricoli di valore paesistico ad elevata naturalità
	Ambiti agricoli di rispetto dell'abitato

Legenda PGT

## **SITUAZIONE ATTUALE DELL'IMMOBILE**

L'edificio scolastico si sviluppa su due piani fuori terra, la palestra annessa alla scuola vi si accede attraverso un locale spazio comune a cui sono anche pertinenti locali tecnici e deposito, l'edificio palestra si sviluppa su unico piano mentre i locali spogliatoi, sono sottostanti le gradonate tribune. La centrale termica esterna agli edifici non è interessata all'intervento di ricopertura.

L'edificio scolastico è realizzato con tecnologia costruttiva (telaio/muratura), travi e pilastri in c.a. e tamponamenti in laterizio di vario tipo (a seconda dell'anno di esecuzione semipieno-pieno e poroton). L'edificio scolastico è molto energivoro in quanto edificato negli anni '60; la progettazione e la costruzione sono state realizzate in assenza di normativa per il contenimento dei consumi energetici per usi termici ed elettrici e di eco-compatibilità dei materiali utilizzati, l'edificio palestra è realizzato in struttura mista C.A. con copertura in carpenteria metallica del tipo con travi reticolari.

L'attuale copertura dell'edificio è costituita da un pannello sandwich acciaio e poliuretano dello spessore di 30 mm, in appoggio su una struttura in ferro alla quale è attribuita la funzione di creare le pendenze tra il 4 ÷ 5%.

Segnaliamo che sulla copertura dell'edificio spogliatoi tribune è presente un impianto fotovoltaico in pannelli fotovoltaici policristallini n. 44, con struttura ancorata alla falda. Detto impianto dev'essere rimosso, compresi tutti i suoi oneri e accessori, posto a tetta e reinstallato successivamente al rifacimento della copertura.

### **Caratteristiche termiche e igrometriche dei componenti edilizi opachi (copertura):**

## STATO DI FATTO SCUOLA:

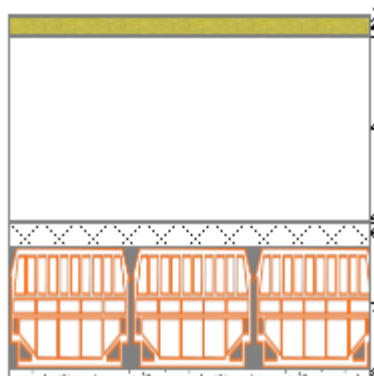
### CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

**Descrizione della struttura:** *Copertura scuola pre-intervento*

**Codice:** *S1*

Trasmittanza termica	<b>0,999</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>588</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-6,6</b>	°C
Permeanza	<b>1,906</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>487</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>460</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,150</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,150</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-9,8</b>	h



#### Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,073</b>	-	-	-
1	Acciaio	<b>0,60</b>	<b>52,000</b>	-	<b>7800</b>	<b>0,45</b>	-
2	Polistirene espanso sint. in lastre da blocchi	<b>30,00</b>	<b>0,056</b>	-	<b>10</b>	<b>1,45</b>	-
3	Acciaio	<b>0,60</b>	<b>52,000</b>	-	<b>7800</b>	<b>0,45</b>	-
4	Intercapedine debolmente ventilata Av=800 mm <sup>2</sup> /m	<b>300,00</b>	-	-	-	-	-
5	Impermeabilizzazione con PVC in fogli	<b>2,00</b>	<b>0,170</b>	-	<b>1390</b>	<b>0,90</b>	<b>50000</b>
6	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>40,00</b>	<b>1,490</b>	-	<b>2200</b>	<b>0,88</b>	<b>70</b>
7	Soletta in laterizio	<b>200,00</b>	<b>0,720</b>	-	<b>1800</b>	<b>0,84</b>	<b>9</b>
8	Malta di calce o di calce e cemento	<b>15,00</b>	<b>0,900</b>	-	<b>1800</b>	<b>1,00</b>	<b>22</b>
-	Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,100</b>	-	-	-

#### Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conducibilità termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

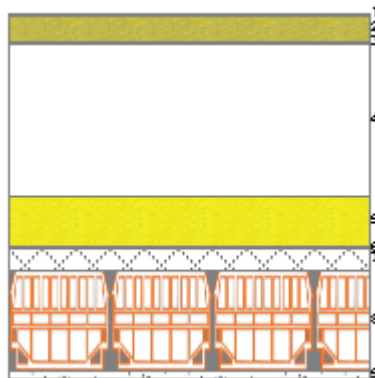
## PROGETTO SCUOLA:

### CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

**Descrizione della struttura:** *Copertura scuola da progetto*

**Codice:** *S2*

Trasmittanza termica	<i>0,176</i>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<i>708</i>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<i>-6,6</i>	°C
Permeanza	<i>0,017</i>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<i>492</i>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<i>465</i>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<i>0,019</i>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<i>0,111</i>	-
Sfasamento onda termica	<i>-12,2</i>	h



#### **Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	<i>0,073</i>	-	-	-
1	Acciaio	<i>0,60</i>	<i>52,000</i>	<i>0,000</i>	<i>7800</i>	<i>0,45</i>	<i>9999999</i>
2	Poliuretano espanso rigido imperme. ai gas	<i>50,00</i>	<i>0,023</i>	<i>2,174</i>	<i>35</i>	<i>1,40</i>	<i>60</i>
3	Acciaio	<i>0,60</i>	<i>52,000</i>	<i>0,000</i>	<i>7800</i>	<i>0,45</i>	<i>9999999</i>
4	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<i>300,00</i>	<i>1,875</i>	<i>0,160</i>	-	-	-
5	Feltro in lana di vetro ISOVER EVO 4+	<i>100,00</i>	<i>0,035</i>	<i>2,857</i>	<i>35</i>	<i>1,03</i>	<i>1</i>
6	Barriera vapore in bitume feltro /foglio	<i>2,00</i>	<i>0,230</i>	<i>0,009</i>	<i>1100</i>	<i>1,00</i>	<i>50000</i>
7	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<i>40,00</i>	<i>1,490</i>	<i>0,027</i>	<i>2200</i>	<i>0,88</i>	<i>70</i>
8	Soletta in laterizio	<i>200,00</i>	<i>0,720</i>	<i>0,278</i>	<i>1800</i>	<i>0,84</i>	<i>9</i>
9	Malta di calce o di calce e cemento	<i>15,00</i>	<i>0,900</i>	<i>0,017</i>	<i>1800</i>	<i>1,00</i>	<i>22</i>
-	Resistenza superficiale interna	-	-	<i>0,100</i>	-	-	-

#### **Legenda simboli**

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

## STATO DI FATTO PALESTRA:

### CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

**Descrizione della struttura:** *Copertura palestra pre-intervento*

**Codice:** S3

Trasmittanza termica	<b>1,047</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>104</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-6,6</b>	°C
Permeanza	<b>0,010</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>137</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>137</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,860</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,822</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-2,7</b>	h



#### Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,073	-	-	-
1	Sabbia e ghiaia	60,00	2,000	0,030	1950	1,05	50
2	Impermeabilizzazione con PVC in fogli	2,00	0,170	0,012	1390	0,90	50000
3	Fibre minerali da loppe - Pann. rigido/semirigido	40,00	0,054	0,741	40	1,03	1
4	Acciaio	2,00	52,000	0,000	7800	0,45	9999999
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

#### Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

## PROGETTO PALESTRA:

### CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

**Descrizione della struttura:** *Copertura palestra da progetto*

**Codice:** *S4*

Trasmittanza termica **0,186** W/m<sup>2</sup>K

Spessore **455** mm

Temperatura esterna  
(calcolo potenza invernale) **-6,6** °C

Permeanza **0,006** 10<sup>-12</sup>kg/sm<sup>2</sup>Pa

Massa superficiale  
(con intonaci) **32** kg/m<sup>2</sup>

Massa superficiale  
(senza intonaci) **32** kg/m<sup>2</sup>

Trasmittanza periodica **0,171** W/m<sup>2</sup>K

Fattore attenuazione **0,917** -

Sfasamento onda termica **-2,5** h



#### Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,073	-	-	-
1	Acciaio	0,60	52,000	0,000	7800	0,45	9999999
2	Poliuretano espanso rigido impermeabile ai gas	50,00	0,023	2,174	35	1,40	60
3	Acciaio	0,60	52,000	0,000	7800	0,45	9999999
4	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	300,00	1,875	0,160	-	-	-
5	Feltro in lana di vetro ISOVER EVO 4+	100,00	0,035	2,857	35	1,03	1
6	Barriera vapore in bitume feltro /foglio	2,00	0,230	0,009	1100	1,00	50000
7	Acciaio	2,00	52,000	0,000	7800	0,45	9999999
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

#### Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

## STATO DI FATTO TRIBUNE:

### CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

**Descrizione della struttura:** *Copertura tribune pre-intervento*

**Codice:** *S5*

Trasmittanza termica	<b>2,804</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>263</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-6,6</b>	°C
Permeanza	<b>0,131</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>605</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>578</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,926</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,330</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-7,1</b>	h



#### **Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,073	-	-	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	4,00	0,170	0,024	1200	1,00	188000
2	Impermeabilizzazione con bitume	4,00	0,170	0,024	1200	1,00	188000
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00	1,490	0,027	2200	0,88	70
4	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	200,00	2,150	0,093	2400	0,88	100
5	Malta di calce o di calce e cemento	15,00	0,900	0,017	1800	1,00	22
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

#### **Legenda simboli**

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

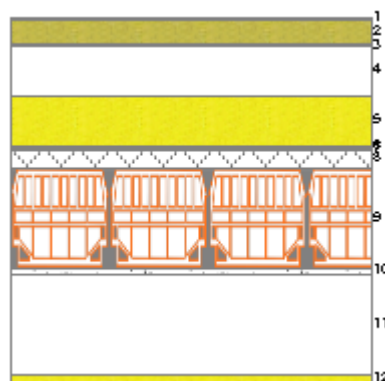
## PROGETTO TRIBUNE:

### CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

**Descrizione della struttura:** *Copertura tribune da progetto*

**Codice:** *S6*

Trasmittanza termica	<b>0,160</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>731</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-6,6</b>	°C
Permeanza	<b>0,011</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>620</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>593</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,005</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,028</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-11,0</b>	h



#### Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,073	-	-	-
1	Acciaio	0,60	52,000	0,000	7800	0,45	9999999
2	Poliuretano espanso rigido imperm. ai gas	50,00	0,023	2,174	35	1,40	60
3	Acciaio	0,60	52,000	0,000	7800	0,45	9999999
4	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	100,00	0,625	0,160	-	-	-
5	Feltro in lana di vetro ISOVER EVO 4+	100,00	0,035	2,857	35	1,03	1
6	Acciaio	0,60	52,000	0,000	7800	0,45	9999999
7	Impermeabilizzazione con bitume	4,00	0,170	0,024	1200	1,00	188000
8	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00	1,490	0,027	2200	0,88	70
9	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	200,00	2,150	0,093	2400	0,88	100
10	Malta di calce o di calce e cemento	15,00	0,900	0,017	1800	1,00	22
11	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	200,00	1,250	0,160	-	-	-
12	Pannello in lana di roccia	20,00	0,035	0,571	40	1,03	1
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

#### Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**Confronti trasmittanze ante e post intervento di riqualificazione riferito alla copertura:**

<b>Edificio</b>	<b>Trasmittanza ante (W/mqK)</b>	<b>Trasmittanza post (W/mqK)</b>
Scuola	0,999	0,176
Palestra	1,047	0,186
Tribune	2,804	0,160

Il metodo di verifica dell'EP<sub>gl,nren</sub> adottato è il confronto e la verifica della **differenza dell'energia primaria non rinnovabile** da fornire ai locali per soddisfare la climatizzazione invernale (EP<sub>gl,nren</sub> inteso come valore di stima che rispetti i limiti di EPh dell'edificio come da Decreto Reginale del 30.7.2015 n. 6480).

	<b>EP<sub>gl,nren</sub> valore ante KWh/mq anno</b>	<b>EP<sub>gl,nren</sub> valore post KWh/mq anno</b>	<b>ENERGIA RISPARMIATA (KWh/mq anno)</b>
Edificio	281,49	213,37	<b>68,12</b>

**Il risparmio ottenibile è = 68,12 KWh/mq anno.**

ENERGIA RISPARMIATA = EP<sub>gl,nren</sub> ante - EP<sub>gl,nren</sub> post.

Quindi **l'energia totale risparmiata** è uguale a: 68,12 x 3.339,10 mq = 227.459 **KWh/anno** corrispondenti ad un risparmio di circa 23.057 NM<sub>c</sub> gas/anno uguale a 13.834 €/anno; emissioni evitate sono uguali a: 44,72 Ton/anno CO<sub>2</sub>.

L'edificio oggetto è la Scuola Elementare con annessa Palestra (**categoria E.7 - E.6 (2)**) sita nel Comune di Offlaga (BS) codice ISTAT 17122 in zona B come da Legge Regionale 24/2006 e D.G.R. n. 52/90 del 02/08/2007, residenti 4.270, superficie 22,88 Km<sub>q</sub>, altezza sul livello del mare: 73 m.

Dati climatici e di progetto per le verifiche prestazionali del sistema edificio-impianti.

Si riportano di seguito in Tabella 1 i dati relativi alla località geografica in cui è inserito l'edificio di cui si tiene conto per le valutazioni delle prestazioni energetiche e per le verifiche dei requisiti minimi previsti:

Regime normativo ☒ UNI 10349:2016 ☐ UNI 10349:1994

**Dati geografici**

Comune: Offlaga

Provincia: Brescia

Gradi giorno DPR 412/93: 2410 gg

Altitudine s.l.m.: 73 m

Latitudine Nord: 45° 23'

Longitudine Est: 10° 7'

Codice Catastale: G006 CAP: 25020

Distanza dal mare: > 40 km

Regione di vento: A

Direz. preval. vento: E

Velocità vento media: 1,30 m/s

Velocità vento max: 2,60 m/s

Codice ISTAT: 17122

**Dati invernali**

Stazione di rilevazione per:

Temperatura:

Irraggiamento: BS - Bargnano

Ventosità: BS - Bargnano

Temperatura esterna

Località di rif.: Brescia

Della località: -6,6 °C

Variazione: 0,0 °C

Adottata: -6,6 °C

Periodo convenzionale riscaldamento

Zona climatica: E

Durata: 183 giorni

Dal giorno: 15 ottobre

Al giorno: 15 aprile

Irradianza solare massima sul piano orizzontale: 284,7 W/m²

**Dati estivi**

Località riferimento estiva: Brescia

Temperatura bulbo secco: 31,8 °C

Temperatura bulbo umido: 23,0 °C

Umidità relativa: 48,0 %

Umidità assoluta: 14,5 g/kg

Escursione termica giornaliera: 15,0 °C

Tabella 1

L'edificio scolastico è costituito da un'ala aule di recente costruzione e da una più datata, dalla palestra annessa con spogliatoi e tribune; la volumetria di detti locali è di circa 12.259,42 mc e una superficie utile corrispondente di 3.339,10 mq.

## RILIEVO FOTOGRAFICO





## **STATO DI PROGETTO**

Il progetto prevede due ambiti di intervento: il rifacimento della copertura della scuola con un pannello sandwich in lamiera zincata, esterno interno, verniciata con interposto il pannello in poliuretano e il rifacimento della copertura e miglioramento della trasmittanza dell'annessa palestra.

## **RIFACIMENTO DELLA COPERTURA**

### **SCUOLA ELEMENTARE:**

Il rifacimento della copertura prevede la rimozione dell'attuale copertura in pannello sandwich con poliuretano altamente deteriorato, costituita da più falde, realizzate in epoche diverse (come da elaborato grafico n. 100). Durante la fase di progettazione è stato solo possibile rimuovere una zona dell'intera copertura, pertanto la ditta esecutrice dei lavori dovrà verificare la tipologia di appoggio delle lastre esistenti, rimuovendo una parte a campione della copertura per confermare l'esecuzione delle falde previste in progetto definitivo/esecutivo. L'appoggio è costituito da tralicciati e baraccatura in ferro, in appoggio la base del solaio il laterocemento, è attualmente coperta con lasta in EPS dello spessore di cm 3 e da un manto in PVC e da tessuto o non tessuto su cui appoggiava la zavorra.

La massa superficiale dell'elemento stratigrafico esistente scuola è di 460 Kg/mq.

La massa superficiale dell'elemento stratigrafico esistente palestra è di 137 Kg/mq.

Il progetto prevede la rimozione e lo smaltimento di tutto il materiale sopra citato (pannello sandwich in poliuretano, struttura di supporto in ferro, isolamento in EPS, manto in PVC, tessuto non tessuto ed eventuale rimanenze di ghiaia zavorrante).

Inoltre sono previsti la rimozione dei canali di gronda, dei copri muretti in lamiera e dei cappellotti lungo tutto il muretto perimetrale del tetto. Tutti i canali di gronda verranno ridimensionati. Per il calcolo della sezione del canale di gronda è stata utilizzata la norma francese DTU 60.11 tra le norme più utilizzate in Europa. La tabella allegata indica la sezione minima in cmq dei canali di gronda aventi sezione rettangolare o semi-circolare che ammettono una portata massima di 3 litri/min/mq. Nel nostro caso la sezione è stata aumentata del 20% poiché rettangolare.

È prevista la formazione delle pendenze con struttura metallica e successiva installazione del pannello sandwich di nuova concezione tipo Lattonedil modello Ttack o similare, adeguato alla tipologia di copertura da realizzare e alle lievi pendenze adottabili di progetto in questa copertura (inferiori a 7%) in poliuretano a doppia graffatura dell'accostamento lastre, (lamiera zincata preverniciata, colore RAL 9002 grigio chiaro).

Sarà inoltre installato un feltro trapuntato in fibre minerali in appoggio sul solaio con interposta barriera al vapore;

la massa superficiale della nuova copertura scuola è di 465 Kg/mq.

la massa superficiale della nuova copertura palestra è di 32 Kg/mq.

Sottolineiamo inoltre che il reticolo e gli interassi della struttura e il tipo di piedini indicati (nell'elaborato grafico allegato n. 102) sono indicativi, poiché la relazione firmata da un tecnico abilitato ai sensi della NTC del DM 14/01/2008 e relativo eventuale deposito ai sensi dell'art. 93 del D.M. 380/2001 è a carico della ditta appaltatrice, e subordinata alla tipologia del materiale che la stessa installerà.

Il progetto definitivo esecutivo prevede inoltre la rimozione dei lucernari e relativa struttura **(non dotati di isolamento e protezione anticaduta)** in copertura della palestra, per l'installazione di un nuovo lucernario di tipo continuo per facilitare l'allontanamento delle acque meteoriche dalle falde, che non saranno più interrotte dai lucernari. La rimozione dei 14 lucernari esistenti e relativa struttura aventi un peso complessivo pari a 914 Kg, mentre il lucernario nuovo con isolato con trasmittanza di 1,30 W/mqK e di protezioni anticaduta, per un peso complessivo di 565 Kg.

I vantaggi del tetto in lamiera a doppia graffatura in unico pannello coibentata a sandwich in poliuretano sono:

- leggerezza della struttura
- esecuzione di falde con pannelli sandwich eseguiti esattamente a misura, perché realizzato partendo da sottili coils di metallo che, una volta profilati, mantengono la loro naturale resistenza garantendo al contempo una leggerezza difficile da eguagliare con altre tipologie di coperture per tetti.
- inalterabilità al gelo e impermeabilità, un tetto in lamiera grecata non si deforma a contatto con temperature particolarmente basse, caratteristica che rende la lamiera grecata la copertura ideale per tetti di edifici posti in zone particolarmente umide, soprattutto d'inverno. Rispetto ad altri materiali, inoltre, le lamiere grecate e di conseguenza i tetti realizzati in lamiera grecata sono impermeabili, garantendo così una tenuta maggiore in presenza di acqua.
- resistenza alle sollecitazioni meccaniche, la lamiera grecata è molto resistente alle sollecitazioni meccaniche, le lamiere grecate possono infatti essere addirittura calpestate senza deformarsi e senza che la loro struttura ceda, risultando così perfette per la realizzazione di tetti resistenti e performanti.
- Il pannello sandwich adottato per questa riqualificazione è quello con poliuretano, in quanto oltre che essere resistente ad abrasioni, a sforzi meccanici e a compressioni, può essere realizzato con lunghezze specifiche alla natura del lavoro da eseguire, ed infatti in questo specifico intervento per sopperire all'esigua pendenza vi è la necessità di eseguire falde con pannello unico da 21/ 23 mt.

Per garantire una trasmittanza del tetto al di sotto del parametro imposto dal GSE per l'ottenimento di un contributo, cioè per la zona climatica E minore di 0,20 W/m<sup>2</sup> K, è stato inserito sul solaio di copertura un pannello di lana di roccia dello spessore di cm 10, trasmittanza richiesta 0,035 W/mK.

Per la verifica dei pluviali esistenti è stata usata la tabella allegata; pertanto i nuovi pluviali saranno realizzati con dei troppo pieni (come elaborato grafico allegato n. 100), installati per evitare rigurgiti nei discendenti in caso di forti piogge. La regola pratica per il dimensionamento dei tubi pluviali stabilisce che la loro sezione espressa in cmq deve essere pari alla superficie del tetto in mq. Inoltre è preferibile aumentare il numero di pluviali piuttosto che la sezione degli stessi (adottare diametri di 100/120 mm). Calcolare un pluviale ogni 100 mq di tetto e ogni 13 m di gronda.

tabella per il calcolo dei pluviali discendenti:

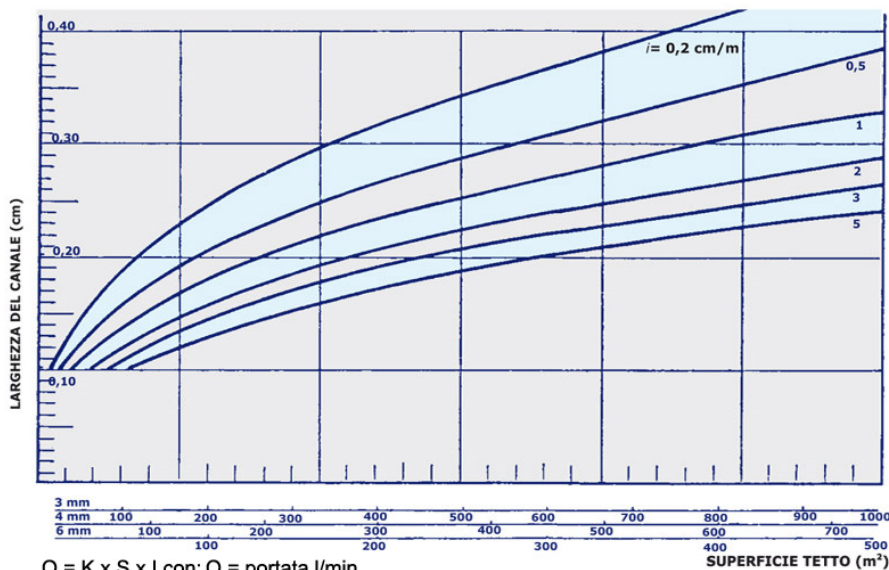
Superficie tetto m <sup>2</sup>	Sez. min. pluviali cm <sup>2</sup>	N°pluviali	Diam. pluviali (mm)
100	100	2	80
200	200	3	100
300	300	5	100
400	400	6	100
500	500	7	100
600	600	8	100
700	700	10	100
800	800	11	100
900	900	12	100
1000	1000	14	100

I pluviali presenti a servizio per l'allontanamento delle acque pluviali dalla copertura degli edifici sono n. 15 in totale. La superficie del tetto è di circa 2600 mq diviso i numeri dei pluviali esistenti esce una superficie coperta di competenza per ogni pluviale di mq 173. Il nuovo progetto approssimando per eccesso e arrotondando a 100 mq per ogni pluviale; il nuovo progetto ne richiederebbe almeno 26 (saranno realizzati a supporto troppo pieni). Il calcolo del diametro del pluviale è stato eseguito assumendo come indice pluviometrico 0,045 l/s/mq.

tabella per il calcolo del canale di gronda:

Diagramma di dimensionamento canali rettangolari

• (non scendere sotto una larghezza di 100 mm x 50 di altezza; è necessaria una pendenza minima di 0.5%)



$Q = K \times S \times I$  con:  $Q$  = portata l/min

$S$  = proiezione orizzontale del tetto in m²

$I$  = intensità di pioggia litri/min/m²

$K = 2$  coefficiente di sicurezza che considera neve, grandine e detriti

Per il dimensionamento del canale di gronda si utilizza la seguente formula:

formula di Strickler  $V = C \times R^{2/3} \times i^{1/2}$

con:  $V$  = velocità dell'acqua nel canale  $C$  = coeff. di scabrezza (100 con  $R < 1 \text{ m}$ )

$R$  = raggio idraulico = rapporto tra area e contorno bagnato della sezione trasversale del canale

$i$  = pendenza del fondo del canale (%)

Eguagliando la portata del tetto a quella del canale

si ottiene la sezione di gronda in funzione della superficie del tetto per assegnate  $I$  ed  $i$ .

## INTERVENTI DI ISOLAMENTO TERMICO E CONTRIBUTO CONTO TERMICO DEL GSE 2016

La considerazione sul progetto relativamente agli interventi di isolamento termico e contributo conto termico del GSE 2016, è la seguente:

- l'isolamento del tetto è stato previsto con una trasmittanza a  $0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  (isolamento con lana di roccia con trasmittanza richiesta  $\text{W/mK}$ ), come è richiesto dalle norme di accesso al contributo conto termico del GSE 2016, valore ancora più restrittivo rispetto al valore di  $0,26 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  richiesto dal nuovo regolamento

Decreto Regionale in vigore dal giorno 01/01/2017;

Tabella 1 - Strutture opache: valori limite massimi di trasmittanza termica

[Tabella 1 – Allegato I – DM 16.02.16]		
Tipologia di intervento	Requisiti tecnici di soglia per la tecnologia	
Strutture opache orizzontali: isolamento coperture	Zona climatica A	$\leq 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica B	$\leq 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica C	$\leq 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica D	$\leq 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica E	$\leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica F	$\leq 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$
Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti	Zona climatica A	$\leq 0,43 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica B	$\leq 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica C	$\leq 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica D	$\leq 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica E	$\leq 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica F	$\leq 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$
Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	Zona climatica A	$\leq 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica B	$\leq 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica C	$\leq 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica D	$\leq 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica E	$\leq 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica F	$\leq 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$

## SICUREZZA SUL CANTIERE

In relazione al tipo d'intervento, prevedendo la presenza in cantiere di più di un'impresa, trova applicazione il titolo IV del D.lgs. 81/2008, per cui viene predisposto in fase di progettazione esecutiva il Piano di Sicurezza e Coordinamento.

L'edificio scuola elementare con annessa palestra non possono avere interruzioni nel loro utilizzo.

Le lavorazioni previste nell'intervento di progetto comportano rischi particolari tra quelli indicati nell'allegato II al d.lgs. 81/2008 e successive modifiche ed integrazioni. Per l'area di cantiere destinata ai baraccamenti, ai depositi e alle altre strutture di servizio è opportuno utilizzare la porzione sud/est del area di pertinenza. Potrà essere presa in considerazione anche l'area attualmente inutilizzata posta in adiacenza al lato sud coltivata a prato. Sono previsti interventi sugli impianti tecnologici: smontaggio e successiva ricollocazione dell'impianto fotovoltaico esistente e vincolato alla copertura delle tribune palestra pertanto è necessario verificare che durante dette operazioni che gli stessi non siano sotto tensione o con erogazione attiva.

In generale tutti i mezzi d'opera impiegati saranno insonorizzati come previsto dalle vigenti disposizioni legislative ed in generale si farà uso delle migliori tecnologie disponibili (utilizzo di macchinari a basse emissioni sonore, sistemi di filtro per motori diesel, ecc.). Eventuali deroghe ai limiti di legge saranno rilasciate dall'Amministrazione Comunale (autorizzazioni in deroga come previsto dall'art. 6, comma 1, lettera h) della Legge n. 447/1995).

Si potrà eventualmente prevedere una corretta gestione dei rifiuti mediante opportuno sistema di riciclaggio, in generale individuando i principali rifiuti recuperabili/riciclabili e definendo una serie di opere di separazione, raccolta e stoccaggio, conferimento in discarica e/o reimpiego. Il tutto dovrà essere correttamente pianificato in funzione del sistema di raccolta differenziata prevista nel territorio comunale.