



COMUNE DI VIVERONE (BI)

SCUOLA D'INFANZIA E PRIMARIA

via Scuole Luigi Lebole, 27 - 13886

# INTERVENTI IN MATERIA DI EDILIZIA SCOLASTICA DI CUI ALLA D.G.R. PIEMONTE 12-6815 DEL 4-5-2018

Progettista: Arch. Alberto Cariboni

**advanced**  
engineering 1945

Via Monte Bianco, 34 - 20149 Milano  
Tel +390245473703 - Fax +390245473704  
E-mail: mail@advancedengineering.it  
C.F./P.IVA 04325430967  
URL: www.advancedengineering.it



Fase:

PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato:

RELAZIONI DI CALCOLO

Data prima emissione: 09.05.19

rev.	data	descrizione	redatto	controllato	approvato
00	09.05.2019	emissione	AC	AC	AC

Elaborato

**R03**

Scala

-

## INDICE

<b>1.</b>	<b>Premessa</b> .....	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>Impianti elettrici</b> .....	<b>3</b>
2.1.	<i>Verifica illuminotecnica</i> .....	3
2.1.1.	Aula scolastiche.....	4
2.1.2.	Uffici .....	4
2.1.3.	Refettorio .....	4
2.1.4.	Zone di circolazione .....	4
2.1.5.	Scale .....	5
2.2.	<i>Impianti fotovoltaici</i> .....	5
<b>3.</b>	<b>Impianti meccanici</b> .....	<b>6</b>
3.1.	<i>Fabbisogni termici</i> .....	6
3.1.1.	Condizioni di progetto .....	6
3.1.2.	Fabbisogni calcolati .....	6
3.2.	<i>Dimensionamento dei generatori termici</i> .....	7
3.3.	<i>Dimensionamento dei pozzi di prelievo</i> .....	8
3.4.	<i>Dimensionamento impianto di ventilazione meccanica</i> .....	8
<b>4.</b>	<b>Opere impianti idrico-sanitari</b> .....	<b>9</b>
4.1.	<i>Acqua fredda sanitaria</i> .....	9
4.2.	<i>Preparazione ed adduzione acqua calda sanitaria</i> .....	9
4.3.	<i>Scarichi acque reflue nere</i> .....	10
4.4.	<i>Dimensionamento dei servizi igienici</i> .....	11
<b>5.</b>	<b>Opere edili</b> .....	<b>12</b>
5.1.	<i>Verifica dei rapporti aeroilluminanti</i> .....	12
	<b>ALLEGATO 1 – Verifiche illuminotecniche</b> .....	<b>13</b>

## 1. Premessa

Il presente documento si costituisce quale relazione di calcolo per il progetto definitivo dell'intervento in materia di edilizia scolastica della scuola comunale sita a Viverone, provincia di Biella.

In particolare, tale intervento rientra nel bando promosso dalla Regione Piemonte con delibera di Giunta Regionale n°12-6815 del 04-05-2018 '*Redazione della programmazione triennale 2018-2010 di interventi in materia di edilizia scolastica*', nell'ambito dell'esecuzione del decreto del Ministro dell'economia e delle finanze, di concerto con il Ministro dell'istruzione, dell'università e della ricerca e del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti n° 47 del 03-01-2018.

L'intervento ambisce a migliorare la capacità strutturale dell'edificio, le performance energetiche dell'involucro, attualmente scarsamente isolato, ad adeguare la tipologia impiantistica ai fini dell'eliminazione dei rischi e dell'aumento di comfort all'interno del complesso, a ridurre l'impatto ambientale dell'edificio e ad adeguarlo all'attuale normativa in termini di adeguamento antincendio.

In sintesi, per la scuola in oggetto si prevedono le seguenti categorie di intervento:

- Interventi di adeguamento sismico;
- Interventi di abbattimento delle barriere architettoniche;
- Interventi di adeguamento impiantistico;
- Interventi di adeguamento alla normativa in termini di rendimento energetico;
- Interventi per l'adeguamento antincendio;
- Riconversione funzionale dei locali posti al seminterrato.

Le scelte progettuali e le caratteristiche tecnico-impiantistiche sono state definite tenendo conto delle esigenze del Committente e delle attività da svolgere nelle diverse aree funzionali. L'obiettivo è l'ottenimento di una struttura connotata da un alto livello qualitativo e prestazionale sia sotto il profilo di contenimento dei costi gestionali della struttura, perseguito attraverso scelte volte al risparmio energetico, sia nell'ottica di ottimizzazione degli investimenti.

## 2. Impianti elettrici

### 2.1. Verifica illuminotecnica

Si prevede la sostituzione dei corpi illuminanti all'interno dei locali con delle nuove lampade a led. Si prevede l'integrazione di nuovi corpi lampada, ove necessario, per raggiungere il livello di illuminamento da norma.

Di seguito si riportano le tabelle con i coefficienti di manutenzione ed i fattori di utilizzazione considerati nel calcolo.





Tipo di manutenzione	Fattori di manutenzione in relazione al tipo di apparecchio			
				
buona	0,80	0,75	0,75	0,75
media	0,70	0,65	0,70	0,65
pessima	0,60	0,55	0,65	0,55

Figura 1. Coefficienti di manutenzione

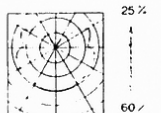

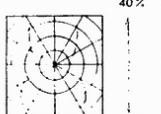





Tipo di illuminazione	Apparecchi	Indice del locale K	Soffitto							
			75 %			50 %			30 %	
			Pareti							
			50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %
semidiretta 	plafoniere nude o con coppe diffondenti 	0,50 ÷ 0,70	0,28	0,22	0,18	0,26	0,21	0,18	0,20	0,17
		0,70 ÷ 0,90	0,35	0,29	0,25	0,33	0,27	0,24	0,26	0,24
		0,90 ÷ 1,10	0,39	0,33	0,30	0,37	0,32	0,28	0,30	0,27
		1,10 ÷ 1,40	0,45	0,38	0,33	0,40	0,36	0,32	0,33	0,30
		1,40 ÷ 1,75	0,49	0,42	0,37	0,43	0,39	0,34	0,37	0,33
		1,75 ÷ 2,25	0,56	0,50	0,44	0,49	0,44	0,40	0,42	0,38
		2,25 ÷ 2,75	0,60	0,55	0,50	0,53	0,48	0,44	0,47	0,44
		2,75 ÷ 3,50	0,64	0,59	0,54	0,56	0,51	0,47	0,50	0,47
3,50 ÷ 4,50	0,68	0,62	0,59	0,61	0,56	0,53	0,54	0,52		
4,50 ÷ 6,50	0,70	0,65	0,62	0,65	0,62	0,60	0,58	0,57		
mista 	diffusori 	0,50 ÷ 0,70	0,26	0,23	0,21	0,23	0,21	0,19	0,19	0,17
		0,70 ÷ 0,90	0,32	0,29	0,27	0,28	0,26	0,24	0,23	0,21
		0,90 ÷ 1,10	0,37	0,33	0,31	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24
		1,10 ÷ 1,40	0,40	0,36	0,34	0,34	0,31	0,30	0,28	0,26
		1,40 ÷ 1,75	0,42	0,39	0,36	0,36	0,33	0,32	0,30	0,28
		1,75 ÷ 2,25	0,46	0,43	0,40	0,41	0,38	0,35	0,32	0,30
		2,25 ÷ 2,75	0,50	0,46	0,43	0,44	0,40	0,39	0,34	0,33
		2,75 ÷ 3,50	0,52	0,48	0,45	0,46	0,44	0,41	0,37	0,36
3,50 ÷ 4,50	0,55	0,52	0,49	0,48	0,46	0,45	0,39	0,38		
4,50 ÷ 6,50	0,57	0,54	0,51	0,49	0,47	0,46	0,42	0,41		
diretta 	riflettori a fascio largo 	0,50 ÷ 0,70	0,38	0,32	0,28	0,37	0,32	0,28	0,31	0,28
		0,70 ÷ 0,90	0,46	0,42	0,38	0,46	0,41	0,38	0,41	0,38
		0,90 ÷ 1,10	0,50	0,46	0,43	0,50	0,46	0,43	0,46	0,43
		1,10 ÷ 1,40	0,54	0,50	0,48	0,53	0,50	0,47	0,49	0,47
		1,40 ÷ 1,75	0,58	0,54	0,51	0,56	0,53	0,50	0,52	0,50
		1,75 ÷ 2,25	0,62	0,59	0,56	0,60	0,58	0,56	0,58	0,56
		2,25 ÷ 2,75	0,67	0,64	0,61	0,65	0,63	0,61	0,62	0,61
		2,75 ÷ 3,50	0,69	0,66	0,63	0,67	0,65	0,63	0,64	0,62
3,50 ÷ 4,50	0,72	0,70	0,67	0,70	0,68	0,66	0,67	0,66		
4,50 ÷ 6,50	0,74	0,71	0,69	0,72	0,70	0,68	0,69	0,67		
diretta 	riflettori a fascio medio 	0,50 ÷ 0,70	0,35	0,32	0,30	0,35	0,32	0,30	0,32	0,30
		0,70 ÷ 0,90	0,43	0,39	0,37	0,42	0,39	0,37	0,39	0,37
		0,90 ÷ 1,10	0,48	0,45	0,42	0,47	0,44	0,42	0,43	0,41
		1,10 ÷ 1,40	0,53	0,50	0,47	0,52	0,49	0,47	0,48	0,46
		1,40 ÷ 1,75	0,57	0,53	0,50	0,55	0,52	0,50	0,52	0,50
		1,75 ÷ 2,25	0,61	0,57	0,55	0,59	0,57	0,54	0,56	0,54
		2,25 ÷ 2,75	0,64	0,61	0,59	0,62	0,60	0,58	0,59	0,57
		2,75 ÷ 3,50	0,66	0,63	0,61	0,63	0,61	0,60	0,61	0,59
3,50 ÷ 4,50	0,68	0,66	0,63	0,66	0,64	0,63	0,63	0,62		
4,50 ÷ 6,50	0,69	0,67	0,66	0,67	0,66	0,64	0,65	0,63		

Figura 2. Fattori di utilizzazione

### 2.1.1. Aula scolastiche

Per l'aula scolastica, in accordo con quanto prescritto dalla norma UNI12464, è necessario un livello di illuminamento pari a 300 lux sul piano di lavoro. Considerando le dimensioni del locale e le seguenti condizioni:

- Installazione delle lampade a sospensione;
- Altezza del piano lavoro pari ad 1 metro;
- Apparecchio illuminante tipo diffusore;
- Buona manutenzione.

Le lampade previste da progetto dovranno garantire tale illuminamento.

Si riporta in allegato la verifica illuminotecnica di un'aula tipo della primaria e dell'aula dell'infanzia.

### 2.1.2. Uffici

Per i locali uffici, in accordo con quanto prescritto dalla norma UNI12464, è necessario un livello di illuminamento pari a 500 lux sul piano di lavoro. Considerando le dimensioni del locale e le seguenti condizioni:

- Installazione delle lampade a sospensione;
- Altezza del piano lavoro pari ad 1 metro;
- Apparecchio illuminante tipo diffusore;
- Buona manutenzione.

Le lampade previste da progetto dovranno garantire tale illuminamento.

### 2.1.3. Refettorio

Per i locali del refettorio, in accordo con quanto prescritto dalla norma UNI12464, è necessario un livello di illuminamento pari a 200 lux sul piano di lavoro. Considerando le dimensioni del locale e le seguenti condizioni:

- Installazione delle lampade a plafone;
- Altezza del piano lavoro pari ad 1 metro;
- Apparecchio illuminante tipo diffusore;
- Buona manutenzione.

Le lampade previste da progetto dovranno garantire tale illuminamento.

Si riporta in allegato la verifica illuminotecnica del locale riservato alla scuola dell'infanzia e di quello riservato alla primaria.

### 2.1.4. Zone di circolazione

Per i corridoi, in accordo con quanto prescritto dalla norma UNI12464, è necessario un livello di illuminamento pari a 100 lux.

Le lampade previste da progetto dovranno garantire tale illuminamento. Le lampade previste saranno installate a plafone.

Si riporta in allegato la verifica illuminotecnica di un corridoio tipo.

#### 2.1.5. Scale

Per le scale, in accordo con quanto prescritto dalla norma UNI12464, è necessario un livello di illuminamento pari a 150 lux.

Le lampade previste da progetto dovranno garantire tale illuminamento. Le lampade previste saranno installate a parete.

## 2.2. Impianti fotovoltaici

---

Partendo dal valore della potenza di picco complessiva dei campi fotovoltaici previsti al piano copertura dell'edificio pari a 14,76 kW, si può stimare l'energia che l'impianto può produrre nell'arco di un anno sulla base dei seguenti dati:

- radiazione solare media annuale sul piano orizzontale in provincia di Biella (norma UNI 10349) pari a 1'326 kWh/m<sup>2</sup>;
- campi fotovoltaici fissi con moduli orientati in direzione sud est ed inclinati rispetto al piano orizzontale di 30°, cui corrisponde un coefficiente di correzione pari 1,13;

ottenendo una produzione annua d'energia pari a:

$$14,76 \times 1326 \times 1,13 = 22'116 \text{ kWh}$$

Dal valore sopra riportato devono essere detratte le perdite dell'impianto fotovoltaico (effetto della temperatura, dissimmetrie, riflessione, cadute di tensione di linea, perdite dei convertitori), che possono essere valutate intorno al 20%, pertanto l'energia prodotta annualmente dall'impianto risulta:

$$22'116 \times (1 - 0,20) = 17'693 \text{ kWh}$$

Tale valore è confermato dai calcoli effettuati con il software di calcolo operante in regime quasi stazionario (algoritmi di calcolo codificati all'interno delle specifiche UNI/TS 11300) per cui è stato calcolato un valore pari a 16'035 kWh/anno.

### 3. Impianti meccanici

#### 3.1. Fabbisogni termici

##### 3.1.1. Condizioni di progetto

I fabbisogni termici dell'edificio sono stati calcolati considerando le seguenti condizioni di progetto:

Inverno:

*Condizioni esterne:* temperatura -5°C – umidità relativa 76%.

*Condizioni interne:* temperatura 20°C - umidità relativa 50%.

Ricambi aria per ventilazione:

- 14,4 m<sup>3</sup>/h a bambino nelle aule – scuola materna (UNI 10339)
- 18 m<sup>3</sup>/h a bambino nelle aule – scuola primaria (UNI 10339)

Caratteristiche dell'involucro edilizio:

<i>Componente</i>	<i>U progetto [W/mq K]</i>
<i>Parete esterna 40 cm</i>	0,166
<i>Parete esterna 50 cm</i>	0,157
<i>Solaio sottotetto parte nuova</i>	0,160
<i>Solaio sottotetto parte vecchia</i>	0,165
<i>Copertura parte vecchia</i>	0,169
<i>Solaio di base</i>	0,200
<i>Serramenti vetri doppio</i>	1,100

##### 3.1.2. Fabbisogni calcolati

Il fabbisogno termico, dovuto alle dispersioni per trasmissione e ventilazione, calcolato è pari a 46'258 W. Si riportano nella tabella di seguito i fabbisogni suddivisi per locali.

	Ventilazione	Trasmissione	Fabbisogno totale
	W	W	W
Locale 1	1120,58	352,67	1473,25
Locale 2	1503,73	298,86	1802,59
Locale 3	1516,80	345,4	1862,20
Locale 4	1578,60	382,348	1960,95
Corridoio	830,41	1122,338	1952,74
Wc	376,88	241,18	618,06
Cucina	1179,87	765,99	1945,86
Refettorio	1570,82	941,956	2512,77
Connettivo 1	146,23	185,44	331,67
Connettivo 2	399,49	433,708	833,20
Ufficio	568,16	625,536	1193,70
Wc ufficio	71,02	302,245	373,27
Scale	213,06	385,278	598,34
Connettivo	1246,40	2248,419	3494,82
Wc	781,22	1758,542	2539,76
Aula 1	783,90	635,941	1419,84
Aula 2	783,90	635,941	1419,84
Sala attività	783,90	1357,431	2141,33
Aula sezione infanzia	627,12	2085,725	2712,85
Wc infanzia	351,75	253,089	604,84
deposito infanzia	75,38	252,243	327,62
Aula 1	783,90	1117,717	1901,62
scala	218,09	479,542	697,63
Biblioteca	302,41	272,468	574,88
Wc	799,65	1060,545	1860,19
Aula 2	783,90	776,342	1560,24
Aula 3	783,90	780,359	1564,26
Connettivo	899,60	1461,227	2360,83
Refettorio	938,42	1189,864	2128,28
Deposito refettorio	609,97	880,844	1490,82
<b>TOTALE</b>	<b>22629,03</b>	<b>23629,19</b>	<b>46258,21</b>

### 3.2. Dimensionamento dei generatori termici

La potenza totale richiesta al generatore di calore (pompa di calore acqua-acqua) per la climatizzazione è pari alla somma dei fabbisogni termici calcolati nel precedente paragrafo, con un sovradimensionamento di sicurezza pari al 20%. Considerando che verrà previsto un impianto di ventilazione meccanica a servizio delle aule scolastiche, la potenza di ventilazione relativa a questi ambienti è stata considerata ridotta al fine del calcolo della



potenza del generatore. Pertanto, la potenza prevista per il generatore di calore sarà pertanto di 55'510 W.

### **3.3. Dimensionamento dei pozzi di prelievo**

---

Per il dimensionamento dei pozzi di prelievo relativi alla pompa di calore ad acqua di falda si rimanda al documento relativo allegato al progetto "Relazione idrogeologica".

### **3.4. Dimensionamento impianto di ventilazione meccanica**

---

I recuperatori di calore sono stati dimensionati in relazione alle portate d'aria previste dalla norma UNI 10339. Più nel dettaglio sono stati considerati i valori seguenti per persona:

- Aule scuola dell'infanzia:  $Q_{op} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ ;
- Aule scuola primaria:  $Q_{op} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Ufficio:  $Q_{op} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ .

Considerando un affollamento massimo di 26 persone per aula<sup>i</sup>, l'impianto di ventilazione meccanica dovrà garantire una portata pari a 468 m<sup>3</sup>/h per le aule della scuola primaria e di 375 m<sup>3</sup>/h per l'aula della sezione dell'infanzia.

Per quanto riguarda i dimensionamenti dei canali, questi sono stati effettuati tenendo conto delle seguenti velocità dell'aria:

- 5 m/s nei canali di aspirazione ed espulsione verso l'esterno;
- 3 m/s nei canali di mandata e ripresa nei locali interni.

Per l'ufficio invece dovrà essere garantita una portata pari a 21,6 m<sup>3</sup>/h.

---

<sup>i</sup> Affollamento massimo previsto per le aule dal Decreto Ministero Interno 26 agosto 1992 Norme di prevenzione incendi.

## 4. Opere impianti idrico-sanitari

### 4.1. Acqua fredda sanitaria

La rete di adduzione dell'acqua fredda sanitaria non è oggetto di intervento. Tuttavia per il rifacimento dei servizi igienici si è utilizzata come riferimento la norma UNI 9182:2014. Il calcolo è stato effettuato secondo il metodo delle Unità di Carico (UC).

Le unità di carico corrispondenti ai singoli apparecchi sono le seguenti:

Apparecchio	UC acqua fredda
Lavabo	1,50
WC a cassetta	5

(Norma UNI 9182:2014 – Prospetto D.2)

La velocità di passaggio dell'acqua all'interno delle tubazioni è prevista non superiore a 2 m/s nella rete di distribuzione primaria e secondaria.

### 4.2. Preparazione ed adduzione acqua calda sanitaria

La rete di adduzione dell'acqua calda sanitaria non è oggetto di intervento. Tuttavia per il rifacimento dei servizi igienici si è utilizzata come riferimento la norma UNI 9182:2014.

Le unità di carico corrispondenti ai singoli apparecchi sono le seguenti:

Apparecchio	UC acqua calda
Doccia	3
Lavabo	1,5

(Norma UNI 9182:2014 – Prospetto D.2)

Il fabbisogno di acqua calda sanitaria è stato determinato secondo la norma UNI 9182:2014 considerando un utilizzo contemporaneo corrispondente 4 lavabi (fattore di contemporaneità 1) , esso risulta pari a 1,1 kW.

Il volume totale calcolato per l'accumulo di acqua tecnica è pari a 50 litri.

## Dimensionamento ACS - Appendici F/G UNI 9182:2010

Tipo di calcolo	Destinazione d'uso
prudenziale	Ufficio

Campi non richiesti	
Numero di alloggi	Numero vani per alloggio
22	5
Tenore di vita	
Basso	

N. apparecchi	Apparecchio	Usi orari n/h	Litri/uso	Consumo orario litri/ora
0	Vasca da bagno con doccetta a mano	1	200	0
0	Vasca da bagno senza doccetta	1	120	0
0	Doccia	1	60	0
5	Lavabo	1	12	60
0	Bidet	1	10	0
0	Lavello di cucina	1	20	0
Consumo totale			litri/ora	60
			f1	1
			f2	1
			f3	1
Massimo consumo orario contemporaneo di acqua calda a 40°C (F <sub>1</sub> )		<b>q<sub>M</sub></b>	<b>litri/ora</b>	<b>60</b>

Temperatura acqua fredda (Tf)	10	°C
Temperatura acqua calda sanitaria (Tm)	45	°C
Temperatura acqua nell'accumulo (Tc)	60	°C
Durata pre-riscaldamento (Pr)	1	ore

<b>Volume dell'accumulo</b>	<b>50</b>	<b>litri</b>
<b>Potenzialità termica del serpentino</b>	<b>1.2</b>	<b>kW</b>

### 4.3. Scarichi acque reflue nere

La rete principale di raccolta delle acque reflue nere non è oggetto di intervento. Tuttavia per il rifacimento dei servizi igienici si è utilizzata come riferimento la norma UNI EN 12056-2:2001.

Le unità di scarico (DU) per apparecchio sanitario sono state assunte pari a quelle della tabella seguente, considerando un fattore di riempimento delle tubazioni del 70%. Il coefficiente di frequenza  $K$  per il calcolo delle portate è pari a 1, valore indicato dalla norma su citata per utilizzo degli apparecchi molto frequente.

Apparecchio	DU (l/s)
WC a cassetta (9 l)	2,0
Lavabo	0,3

I tratti suborizzontali della rete di raccolta avranno pendenza sempre maggiore o uguale all'1%.

#### **4.4. Dimensionamento dei servizi igienici**

---

L'edificio risulta essere adeguato per assicurare la sua utilizzazione anche da parte di alunni in stato di minorazione fisica. A tale scopo è stato predisposto un bagno utilizzabile da persone in carrozzina con dimensioni pari a 1,80 x 1,80 m e adeguato in termini di dotazioni a quanto previsto dal "DM. 14/06/89 "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche".

Oltre ai servizi igienici appena descritti, si prevede l'aggiunta di un servizio igienico al piano primo per gli insegnanti, prima mancante e di un punto di adduzione a servizio del refettorio del piano primo.

Le integrazioni ai servizi igienici ottemperano alle prescrizioni previste dal DM 18/12/1975.

## 5. Opere edili

### 5.1. Verifica dei rapporti aeroilluminanti

È stata effettuata la verifica dei rapporti aeroilluminanti in accordo con quanto richiesto dall'art. 80 del Regolamento locale di igiene del Comune di Biella. In tutti i locali è garantito il rapporto aero-illuminante in seguito alla previsione dell'isolamento delle pareti.

Si riportano di seguito i calcoli effettuati per i locali più significativi.

	Locale	Sup aerante esistente	Sup locale	Rapporto aeroillum	Verifica rapporto aero illum
Seminterrato	Refettorio	14,19	62,42	0,227	sì
	Wc ins	2,63	4,90	0,536	sì
Piano terra	Aula tipo	9,52	63,80	0,149	sì
	wc bimbi	10,01	22,00	0,455	sì
	aula infanzia	28,89	175,00	0,165	sì
Piano Primo	Wc bimbi	10,01	22,00	0,455	sì
	Aula tipo	9,52	63,80	0,149	sì

**ALLEGATO 1 – Verifiche illuminotecniche**