

## RELAZIONE GENERALE



Ing. PIETRO INNOCENZI

Ing. ALESSANDRO CANALICCHIO

Marzo 2008

## SOMMARIO

Il Progetto.....	4
Censimento/Inventario degli edifici pubblici.....	4
Analisi sul lato termico .....	4
Analisi sul lato elettrico .....	5
Audit energetico.....	6
Progettazione degli interventi secondo un approccio integrato (fattibilità del retrofit).....	7
Realizzazione di Retrofit esemplari su edifici pubblici dimostrativi.....	7
Procedimento progetto .....	8
Parametri usati .....	9
Software utilizzato.....	15
Fabbisogno specifico di energia termica .....	35
Coefficiente volumico di dispersione termico limite $C_{dlim}$ .....	36
Energia dispersa per trasmissione attraverso l’involucro – $Q_T(KWh)$ .....	37
Superfici opache.....	37
Superfici trasparenti .....	38
Calcolo delle trasmittanze .....	39
Energia dispersa per ventilazione – $Q_v (KWh)$ .....	40
Apporti energetici dovuti alle sorgenti interne- $Q_I (KWh)$ .....	40
Apporti energetici dovuti all’irraggiamento solare - $Q_S (KWh)$ .....	41
FES ( $KWh/m^2$ ).....	43
FES <sub>H2o</sub> ( $KWh/m^2$ ).....	47
<i>Edifici destinati ad abitazione</i> .....	48
<i>Edifici a destinazione diversa dalle abitazioni</i> .....	48
FES <sub>FR</sub> ( $KWh/m^2$ ).....	49
CES ( $KWh/m^2$ ) .....	50
CES <sub>EE</sub> ( $KWh/m^2$ ) .....	50
CES <sub>Ep</sub> ( $KWh/m^2$ ) .....	50
Indicatori energetici .....	51
Fabbisogno di energia primaria (CES – $KWh/m^2$ ut.) – numero di edifici.....	54
Classe di fabbisogno (FES) per gli edifici pubblici in fascia climatica “D”.....	54
Classe di fabbisogno (CES) per gli edifici pubblici in fascia climatica “D” .....	54
Classi di fabbisogno energetico (FES) per tipologia di edifici in fascia climatica “D”.....	55
Indici di consumo $I_{enr}$ ( $Wh/m^3*GG$ ) e $I_{ene}$ ( $Kwh/m^2$ ).....	56
Classi di consumo .....	58
<i>Indici di consumo medio di energia termica (Ien term. <math>Wh/mc*GG</math>)</i> .....	58
<i>Consumi termici critici</i> .....	59
<i>Indici di consumo medio di energia elettrica (Ien elett. <math>KWh/m^2</math>)</i> .....	60
<i>Consumi elettrici critici</i> .....	61
Attestati di qualificazione energetica .....	62
<i>Esempio di attestato di qualificazione energetica</i> .....	63
Diagnosi energetiche.....	68
Interventi diagnostici.....	69
Scuola elementare “C. Battisti” - Terni .....	69
Scuola elementare “Aldo Moro” - Terni.....	69
Scuola media “L.da Vinci” - Terni .....	70
Musei e Mostre “Carsulae”- Terni.....	70
Asilo nido “Rataplan” - Terni .....	71
Scuola Materna “Cardeto” – Terni.....	71

CVA “S. Eebo”- Terni .....	72
Edifici per lo sport “Caposcuola Casagrande” - Terni.....	72
Edifici per lo sport “Palazzo dello sport” – Terni .....	72
Uffici Istituzionali “Ex Foresteria” – Terni .....	73
Scuola Elementare “Sugano” – Orvieto.....	73
Impianti sportivi “Stadio – piscina” - Orvieto .....	74
Biblioteca “Pane e cioccolato” – Orvieto .....	74
Uffici Istituzionali “CSM” – Orvieto.....	74
<i>Esempio di diagnosi energetica</i> .....	75
Risultati finali delle diagnosi .....	94
<b>Relazioni tecniche preliminari .....</b>	<b>99</b>
Asilo nido “Rataplan” - Terni .....	99
Scuola media “Leonardo” – Terni .....	101
Museo e mostre “Carsulae” - Terni.....	102
Edifici per lo sport “Piscina + Stadio” – Orvieto.....	103
<i>Esempio di Relazione tecnica preliminare</i> .....	104
<b>Appendice A .....</b>	<b>129</b>
Esempio di calcolo di trasmittanza U di superfici opache .....	129
<i>Parete esterna verticale opaca</i> .....	129
<i>Parete esterna verticale opaca sottofinestra</i> .....	129
<i>Pilastrì</i> .....	129
<i>Tamponatura</i> .....	130
<i>Cassonetto</i> .....	130
<i>Porte Esterne</i> .....	131
<i>Telaio portone esterno</i> .....	131
<i>Solaio su vespaio</i> .....	131
<i>Solaio di Copertura</i> .....	132
<i>Solaio Interpiano</i> .....	132
<i>Solaio su piloties</i> .....	132
Esempi di calcolo di trasmittanza dei Ponti termici.....	133
Esempio di calcolo di trasmittanza di pareti verticali trasparenti .....	134
Conduktività degli elementi strutturali più comuni .....	136
<b>Appendice B .....</b>	<b>139</b>
Calcolo semplificato di trasmittanze tipiche secondo CTI – R 03/3 .....	139
<i>Pareti verticali esterne opache</i> .....	139
<i>Cassonetti</i> .....	139
<i>Pareti interne</i> .....	139
<i>Coperture piane a falde</i> .....	140
<i>Solai sotto ambienti interni</i> .....	140
<i>Solai su terra, su spazi aperti o su ambienti non riscaldati</i> .....	140
<i>Ponti termici</i> .....	140

## Il Progetto

### Censimento/Inventario degli edifici pubblici

La prima fase consiste in una attenta analisi conoscitiva del patrimonio più significativo di proprietà pubblica, identificando la tipologia edilizia e degli impianti, nonché le relative prestazioni energetiche.

Tale fase rappresenta un elemento fondamentale per pianificare interventi di manutenzione straordinaria, sia sugli edifici che sugli impianti che siano anche rivolti al risparmio/efficienza energetica.

Il censimento/inventario degli edifici pubblici indicati richiede la compilazione di una banca dati che consentirà il monitoraggio dei consumi energetici dei diversi edifici coinvolti, individuando le "criticità" prestazionali e consentendo peraltro l'elaborazione di una strategia di interventi sull'intero parco edilizio e impiantistico, evidenziando le azioni prioritarie da promuovere.

L'individuazione delle criticità delle prestazioni energetiche degli edifici si avvale di alcuni indici della qualità energetica degli edifici stessi.

La struttura del database dovrebbe consentire l'ottenimento dei seguenti obiettivi:

- a) evidenziare l'andamento dei consumi energetici registrati di ogni proprietà censita;
- b) stimare il fabbisogno di ogni singolo edificio trattato (a seguito di una dettagliata descrizione di esso);
- c) stimare il fabbisogno dall'intero parco edilizio censito, disaggregato in edifici con analoga destinazione d'uso oppure storicamente contemporanei;
- d) individuare le "criticità" nelle prestazioni energetiche degli edifici o di insiemi di essi costituenti il parco, attraverso il calcolo di indici energetico-prestazionali (sul termico e sull'elettrico);
- e) prefigurare appropriate linee guida per lo sviluppo di strategie di intervento.

Le ipotesi relative a questa fase possono descriversi nelle seguenti articolazioni:

### Analisi sul lato termico

Il livello di approfondimento dei parametri che configureranno il database per gli aspetti termici deve essere verificato nella fase esecutiva del lavoro.

E' quantomeno prevedibile che per ciascun edificio, disponendo di un primo livello di descrizione che consenta una stima sulle caratteristiche geometriche e termofisiche dell'involucro edilizio, sia possibile calcolare il valore del *Coefficiente di dispersione volumica globale (CG)* relativo alla trasmissione di calore attraverso l'involucro, nonché stimare il *Fabbisogno Energetico Utile (FEU)*, cioè la quantità di calore stagionale necessaria per mantenere l'edificio ad una temperatura interna di riferimento.

Attraverso l'assegnazione del rendimento globale stagionale del sistema impiantistico sarà anche possibile ottenere una stima del *fabbisogno di energia primaria* necessaria per alimentare l'impianto di riscaldamento/condizionamento (FER).

Tali parametri, relazionati con i valori limite previsti dalla legge, incrociati con i consumi reali registrati, e relativizzati per grandi classi (tramite opportune aggregazioni tra gli edifici assimilabili per destinazione d'uso, epoca di costruzione, tipologia costruttiva, ecc.) costituiranno gli indici della qualità energetica degli edifici.

L'analisi degli indici consentirà di formulare con diversi livelli di priorità, idonee strategie di intervento per la gestione e la riqualificazione del parco.

### **Analisi sul lato elettrico**

I dati di consumo elettrico assoluto raccolti in fase di redazione del database degli edifici verranno trasformati in indicatori di consumo specifico (al m<sup>3</sup> e/o al m<sup>2</sup> ), facendo riferimento ai dati della geometria dell'edificio.

I dati di potenza e consumo specifico verranno elaborati e analizzati con confronti incrociati al fine di:

- a) verificare se la potenza impegnata da contratto è commisurata alle esigenze o sussiste un sovradimensionamento;
- b) verificare se i consumi elettrici dell'edificio corrispondono alla potenza impegnata (riconoscere eventuali sotto utilizzi che portano a bassi consumi annuali pur in presenza di una scarsa efficienza dei dispositivi);
- c) verificare, per ogni edificio, differenze dei consumi durante l'anno (su base mensile) individuando alcune prime ipotesi di efficacia di interventi rivolti al risparmio (fondamentale è il riconoscimento ed il controllo dei consumi elettrici dovuti al raffrescamento estivo);
- d) confrontare i consumi specifici annui (o mensili) tra diversi edifici di una medesima "classe", per identificare anomalie di esercizio collegabili a inefficienza di gestione o inefficienza dei dispositivi;
- e) confrontare il consumo specifico di ogni edificio con i consumi ricostruiti sulla base di un modello standard per ogni destinazione d'uso o tipologia di edificio (a partire da dati di letteratura o dalla norma UNI che prescrive come ricostruire i carichi interni delle diverse tipologie di edifici).

Per le diverse destinazioni d'uso, sulla base di alcune informazioni circa le modalità di occupazione degli edifici, saranno ricostruiti modelli di riferimento rispetto ai quali anche a seguito di adeguati confronti con i consumi reali, possono emergere le situazioni di particolare inefficienza.

Confronti incrociati all'interno delle medesime categorie di edifici, potranno portare a una graduatoria di efficienza tra gli edifici stessi.

Ciò consentirà di elaborare ad un primo livello di approssimazione diversi scenari di intervento sull'intero parco o su porzioni di esso (tramite aggregazioni per categorie d'uso e per classi epocali), per condurre valutazioni oggettive sugli effetti di eventuali modifiche strutturali o gestionali degli edifici e degli impianti.

Il risultato di questa procedura porterà ad una graduatoria sulla qualità energetica degli edifici (efficienza incrociata dell'installato e delle modalità di utilizzo).

A seguito dell'analisi si eseguirà una prima stima dei risparmi attivabili confrontando la situazione attuale con casi ottimali, ricostruiti a partire da modelli di edifici ad alta efficienza (a seconda della destinazione d'uso dell'edificio e delle modalità di occupazione dei locali medesimi)

## Audit energetico

La seconda fase dell'azione di risparmio sul patrimoni pubblico prevede l'esecuzione degli energy-audit degli edifici identificabili.

L'energy-audit (indagine energetica) dell'edificio comporta un sopralluogo e la raccolta sul campo di informazioni analitiche sull'efficienza energetica sia dell'involucro dell'edificio che dell'impiantistica e delle apparecchiature adoperate nell'edificio stesso.

A seguito dell'audit saranno eseguibili valutazioni di dettaglio sul risparmio attuabile e sugli interventi di recupero proponibili (includendo un'analisi costi-benefici).

In questa fase gli audit energetici saranno realizzati sugli "edifici campione", di diverse "classi" rappresentative del patrimonio pubblico, individuati tra gli edifici che presentano situazioni di particolare inefficienza o su cui si pensa di intervenire a breve per ragioni di riqualificazione non più prorogabile.

Il criterio prioritario sarà quindi di selezionare un edificio per ogni categoria di edifici individuata nella fase di redazione del database.

Il secondo criterio è di far riferimento al potenziale di risparmio (stimabile tramite le valutazioni effettuate a partire dai dati del database).

Verranno pertanto effettuati degli energy-audit sul 12% del patrimonio pubblico censito a Terni e Orvieto così indicato:

<b>TIPO</b>	<b>N°</b>
ASILI NIDO	1
SCUOLE MATERNE	1
SCUOLE ELEMENTARI	3
SCUOLE MEDIE	1
PALESTRE SCOLASTICHE	0
EDIFICI PER LO SPORT	3
CVA	2
EDIFICI ISTITUZIONALI PER IL PUBBLICO	1
BIBLIOTECHE	1
MUSEI E MOSTRE	1

Non si sono effettuati energy-audit per le palestre scolastiche in quanto non presenti a Terni ed Orvieto in forma di edifici isolati bensì inglobati nella struttura degli edifici presi in considerazione.

Per ciascuno di questi edifici attraverso specifici sopralluoghi verranno raccolti i dati geometrici generali e particolari spinta alla ricerca della prestazione energetica degli edifici attraverso l'individuazione:

- tipologia e caratteristiche termofisiche dell'involucro (struttura delle tamponature, tipologia dei serramenti, struttura del tetto e di tutti i piani)
- tipologia di efficienza degli impianti termici (tipologia o rendimento termico della caldaia, tipologia)
- tipologia del sistema di distribuzione
- tipologia dei sistemi di illuminazione e dei dispositivi elettrici in uso
- modalità di utilizzo dei locali, degli impianti e dei dispositivi

potranno così essere incrociati i dati raccolti sulle prestazioni energetiche delle tecnologie installate per usi termici ed elettrici con i dati di utilizzo giornaliero, settimanale ed annuale e potranno così essere evidenziate le eventuali presenze di situazioni di inefficienza energetica.

Una volta realizzati i primi interventi, gli energy audit possono essere estesi all'intero patrimonio e diventare strumento di consulenza promuovibile anche presso i privati

### **Progettazione degli interventi secondo un approccio integrato (fattibilità del retrofit)**

La terza fase dell'azione di risparmio/efficienza energetica sul patrimonio edilizio pubblico dei Comuni di Terni e Orvieto prevede l'identificazione e la valutazione dei possibili interventi realizzabili su quattro un edificio di cui sia stato eseguito l'audit energetico, così come indicato al punto precedente.

Gli interventi verranno identificati secondo l'approccio energetico integrato che potrà includere misure di isolamento termico per gli edifici, applicazione di avanzate tecnologie di ombreggiamento, ventilazione, recupero del calore, riscaldamento e condizionamento estivo ad alta efficienza, eventuale utilizzo di combustibili rinnovabili, l'utilizzo dell'energia solare attiva e passiva e, infine, l'adozione di apparecchiature elettriche a basso consumo. Le varie misure saranno abbinare in modo da individuare mix economicamente vantaggiosi, per ottenere un risparmio sulla bolletta energetica e una riduzione dei gas serra emessi in atmosfera, aumentando contemporaneamente il confort termico acustico e visivo degli edifici.

Gli obiettivi legati ad un uso razionale dell'energia devono portare al massimo risparmio energetico con i minori costi possibili di investimento, gestione e manutenzione.

### **Realizzazione di Retrofit esemplari su edifici pubblici dimostrativi**

Attraverso la realizzazione di retrofit esemplari in edifici pubblici dimostrativi localizzati nelle Municipalità che partecipano al Progetto, si mira a migliorare la penetrazione sul mercato di soluzioni efficaci ed innovative, con l'intento di migliorare anche l'efficienza energetica ed incentivare l'impiego di energie rinnovabili.

Le azioni di retrofit consentiranno di ridurre la domanda di energia primaria per riscaldamento, condizionamento, ventilazione, acqua calda e illuminazione per almeno il 50%.

Inoltre è previsto che siano migliorate le condizioni di confort negli edifici, cosicché la percentuale degli utenti insoddisfatti venga dimezzata.

Gli edifici pubblici su cui sperimentare le soluzioni di retrofit saranno di diverso tipo, per sensibilizzare sulla conservazione dell'energia gruppi di persone di diverse età ed estrazione sociale: la sensibilizzazione da parte dell'opinione pubblica ormai coinvolta suo malgrado dalla crisi delle energie tradizionali, è quanto mai fondamentale, poiché è da parte dei cittadini che deve partire la scelta consapevole di risparmiare energia.

In questa fase sarà curata altresì l'elaborazione della strategia e dell'adeguamento della regolamentazione urbanistica dell'Ente con l'integrazione di considerazioni energetiche e di specifiche modalità con cui affrontare le barriere che ostacolano la realizzazione del programma.

L'azione si concretizzerà quindi anche con un piano di attuazione per l'applicazione delle norme proposte.

L'obiettivo significativo è quello di mostrare l'effettivo impatto sulla scala territoriale di riferimento e la possibilità di replicabilità della metodologia in ambito regionale.

Le azioni da mettere in atto riguardano le politiche energetiche sul territorio, ovverosia l'introduzione e l'integrazione di criteri energetici nei Regolamenti Edilizi, Piani Urbanistici ed altri documenti programmatici comunali mirati a definire incentivi diretti o indiretti di vario genere per insediamenti ed abitazioni che rispettano principi di risparmio ed efficienza energetica e/o di adozione di fonti rinnovabili di energia .

L'attività prevederà tecniche o interventi di risparmio energetico o di utilizzo di fonti rinnovabili di energia da attuarsi in collaborazione con il partenariato pubblico/privato (Agenzie di servizi Energetici, Imprese di costruzione, Università ed Enti di Ricerca, Enti per informazione, la comunicazione e la formazione, Studi professionali, Fornitori di tecnologia....).

## **Procedimento progetto**

Conformemente a quanto riportato nel progetto lo scopo del lavoro è quello di determinare per ciascun edificio di ciascuna tipologia i fabbisogni ed i consumi energetici. Questi valori sono stati suddivisi in indicatori termici per il riscaldamento invernale ed elettrici per illuminazione ed altri usi, successivamente sono stati elaborati degli indici sotto forma di energia primaria.

Fabbisogni:

Per determinare i fabbisogni sono stati presi in considerazione le volumetrie e superfici di ciascun edificio, determinato il proprio fattore di forma (S/V), dalle stratigrafie componenti le pareti opache, dalla tipologia delle pareti trasparenti, dalla tipologia di copertura, dai Gradi Giorno (rappresentano la quantità di freddo di una certa località durante la stagione di riscaldamento), nonché dal numero di persone che abitualmente frequentano l'edificio e dal numero di ore/giorno delle attività svolte nello stesso.

Consumi:

Per quanto riguarda il Comune di Orvieto i consumi elettrici e termici sono stati riportati da bolletta. Nel caso del Comune di Terni sono stati riportati da bolletta solamente i consumi elettrici, invece per quelli termici il Comune è in regime di "Gestione Calore": questi ultimi sono stati determinati tenendo conto del numero di ore di accensione della caldaia, della sua potenza nominale, del combustibile utilizzato e del rendimento medio stagionale.

Per quanto riguarda i consumi di acqua calda sanitaria questi sono limitati a casi particolari come gli edifici per lo sport, invece per quanto riguarda i consumi di combustibile per la presenza di cucine (scuole materne e asili nido) non sono scorporabili dai consumi per riscaldamento, data però la loro bassa incidenza (dal 2% al 4%) sul totale dei consumi, si lasciano accorpati ai consumi per riscaldamento, tanto più se si considera che il calore emesso dalle cucine rappresenta un contributo al riscaldamento dello stesso edificio.

Le analisi dei fabbisogni e consumi degli edifici come sopra detto, sono stati ulteriormente suddivisi per ciascuna tipologia presa in esame.

## Parametri usati

### Volumetria lorda (V)

Si ricava dai disegni, se sono disponibili, oppure si misura l'edificio con una fettuccia metrica dall'esterno. Nella **V** vanno compresi i muri esterni e vanno escluse quelle parti dell'edificio non riscaldate (interrati, mansarde, magazzini, garage, ecc.). Se l'edificio si compone di più edifici, V sarà la somma delle volumetrie dei singoli edifici. Si misura in  $m^3$ .

### Superficie utile ai piani (A)

Analogamente alla volumetria, la superficie ai piani viene ricavata dalle planimetrie degli edifici o, in mancanza di queste, con rilievi diretti comprendendo nelle misure anche i muri divisorii, esclusi i muri perimetrali. Se la scuola si compone di più edifici **A** sarà la somma delle superfici ai piani dei singoli edifici. Si misura in  $m^2$ .

### Superficie disperdente (S)

La superficie disperdente è data dalla somma delle singole superfici che avvolgono il volume lordo riscaldato V (pareti perimetrali, tetti, solai di piano terra). Se la scuola si compone di più edifici **S** sarà la somma delle superfici disperdenti dei singoli edifici ( $m^2$ ).

### Rapporto di Forma (S/V)

È il rapporto tra la superficie disperdente e la volumetria dell'edificio ( $m^{-1}$ ).

### Gradi Giorno (GG)

Parametro convenzionale rappresentativo delle condizioni climatiche locali, utilizzato per stimare al meglio il fabbisogno energetico necessario per mantenere gli ambienti ad una temperatura prefissata ( $^{\circ}C$ ).

### Rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico ( $\eta$ )

Il rapporto tra il fabbisogno di energia termica utile per la climatizzazione invernale e l'energia primaria delle fonti energetiche, ivi compresa l'energia elettrica dei dispositivi ausiliari, calcolato con riferimento al periodo annuale di esercizio di cui all'art. 9 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412. Ai fini della conversione dell'energia elettrica in energia primaria si considera l'equivalenza:  $10MJ=1kWh$

### Potenza termica convenzionale di un generatore di calore ( $P_n$ )

La potenza termica del focolare comprensiva della potenza termica persa al camino in regime di funzionamento continuo (KW)

### Fabbisogno energetico specifico di energia per il riscaldamento ( $FES$ )

La quantità di energia primaria globalmente richiesta, nel periodo di condizionamento invernale, per mantenere negli ambienti riscaldati la temperatura di progetto, in regime di attivazione continuo ( $KWh/m^2_{utile}$ ).

### Fabbisogno energetico specifico di energia elettrica ( $FES_{EE}$ )

La quantità di energia elettrica ( $KWh/m^2_{utile}$ ), nel corso di un anno, necessaria per coprire i fabbisogni elettrici dell'edificio.

### Fabbisogno energetico specifico di acqua calda sanitaria ( $FES_{H_2O}$ )

La quantità di energia richiesta, nel corso di un anno, per garantire negli ambienti la quantità di acqua calda sanitaria ( $KWh/m^2_{utile}$ ).

### Fabbisogno energetico specifico di raffrescamento estivo ( $FES_{FR}$ )

La quantità di energia richiesta, nel periodo estivo, per mantenere negli ambienti raffrescati la temperatura di progetto, in regime di attivazione continuo ( $KWh_{fr}/m^2_{utile}$ ).

### Consumo energetico Specifico di energia termica primaria (CES)

Il consumo energetico specifico per il riscaldamento invernale e la produzione di acqua calda sanitaria è la quantità di energia primaria necessaria per sopperire alle necessità di riscaldamento e di produzione di acqua calda sanitaria in regime di normale funzionamento degli impianti.

### Consumo energetico Specifico di energia primaria elettrica ( $CES_{EE}$ )

La quantità di energia elettrica primaria (si considerano anche le perdite di produzione di E.E con un rendimento medio delle centrali T.E del 40%) consumata nell'arco dell'anno, necessaria per soddisfare gli scopi elettrici dell'edificio, ad esclusione della quota parte autoprodotta da fonte rinnovabile ( $KWh_{fr}/m^2_{utile}$ ).

### Consumo energetico Specifico ( $CES_{EPr}$ )

Il consumo di energia primaria (si considerano anche le perdite di produzione di E.E con un rendimento medio delle centrali T.E del 40%) necessaria per soddisfare gli scopi elettrici e termici dell'edificio, compreso la produzione di acqua calda sanitaria, ad esclusione della quota parte autoprodotta da fonte rinnovabile; è l'indice che qualifica i consumi l'edificio dal punto di vista energetico ( $KWh_{fr}/m^2_{utile}$ ).

### Trasmittanza Termica

Flusso di calore che passa attraverso una parete per  $m^2$  di superficie della parete e per grado K di differenza tra la temperatura interna ad un locale e la temperatura esterna o del locale contiguo ( $W/m^2K$ ).

### Conduttività termica ( $\lambda$ )

Flusso di calore che nelle condizioni di regime stazionario passa attraverso  $1 m^2$  di superficie per una differenza di temperatura di  $1^\circ C$ , tra le due facce opposte e parallele della parete di materiale considerato ( $KWh_{fr}/mK$ ).

### Ponte Termico

La discontinuità di isolamento termico che si può verificare in corrispondenza agli innesti di elementi strutturali (solai e pareti verticali o pareti verticali tra loro).

### Coefficiente di dispersione volumica (Cd)

Flusso termico globale per trasmissione e ventilazione per differenza unitaria di temperatura.

### Qlim.

Fabbisogno limite di energia primaria calcolata come interpolazione come riportato in allegato C del decreto legislativo 192/05 e sotto riportata

Nella tabella sottostante sono riportati i valori limite per il fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale per metro quadrato di superficie utile dell'edificio espresso in kWh/m<sup>2</sup> anno.

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica Gradi Giorno										
	A		B		C		D		E		F
	≤ 600	>601	≤ 900	> 901	≤ 1440	>1401	≤ 2100	> 2101	≤3000	>3000	
≤0,2	10	10	15	15	25	25	40	40	55	55	
≥0,9	45	45	60	60	85	85	110	110	145	145	

**Valori di Q.lim.**

I valori limite riportati in tabella sono espressi in funzione della zona climatica, così come individuata all'articolo 2 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412 e del rapporto di forma dell'edificio S/V.

Per valori di S/V compresi nell'intervallo 0,2-0,9 e, analogamente per gradi giorno (GG) intermedi ai limiti delle zone climatiche riportati in tabella si procede mediante interpolazione lineare.

Per il Calcolo del rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico come da decreto legislativo 192/05 si è usata la seguente relazione:

$$\eta = (75 + 3 \log P_n).$$

Elenco degli edifici analizzati per tipologia:

Asili nido:

<b>EDIFICIO</b>	<b>CITTA'</b>
1. Il cucciolo	TERNI
2. Rataplan	TERNI
3. Peter Pan	TERNI
4. Arcobaleno	TERNI
5. Casa di Alice	TERNI
6. Pollicino	TERNI
7. Girotondo	TERNI
8. Radice	TERNI
9. Asilo Nido	ORVIETO

Scuole materne:

<b>EDIFICIO</b>	<b>CITTA'</b>
1. Centro infanzia Valnerina	TERNI
2. Borgo rivo	TERNI
3. Cardato	TERNI
4. Cospea	TERNI
5. Ex Campeggiani	TERNI
6. Gabelletta	TERNI
7. Girotondo	TERNI
8. F. Peticca	TERNI
9. Le grazie	TERNI
10. Marzabotto	TERNI
11. Mazzini	TERNI
12. Nobili	TERNI
13. S. Clemente	TERNI
14. S. Michele	TERNI
15. S. Zenone	TERNI
16. Radice	TERNI
17. Valenza	TERNI
18. De Santis	TERNI
19. Grillo Parlante	TERNI
20. Valnerina	TERNI
21. Nido – Materna	ORVIETO
22. Materna	ORVIETO
23. Regina Margherita	ORVIETO
24. Materna	ORVIETO

Scuole Elementari

<b>EDIFICIO</b>	<b>CITTA'</b>
1. Battisti	TERNI
2. Matteotti	TERNI
3. XX Settembre	TERNI
4. E. De Amicis	TERNI
5. Torre Orsina	TERNI
6. Valenza	TERNI
7. G. Carducci	TERNI
8. S. Giovanni	TERNI
9. Aldo Moro	TERNI
10. Gabelletta	TERNI
11. Piediluco	TERNI
12. A. Garibaldi	TERNI
13. Cesi	TERNI
14. Cesi Stazione	TERNI
15. Oberdan	TERNI
16. Campitello	TERNI
17. G. Mazzini	TERNI
18. Le Grazie	TERNI
19. Campomaggiore	TERNI
20. Rocca S. Zenone	TERNI
21. Cianfrini	TERNI
22. R. Donatelli	TERNI
23. Don Dilani	TERNI
24. Teofoli-Vallecaprina	TERNI
25. Elementare	TERNI
26. Sferracavallo	ORVIETO
27. Sugano	ORVIETO
28. Orvieto Scalo	ORVIETO
29. Ciconia	ORVIETO

## Scuole Medie

<b>EDIFICIO</b>	<b>CITTA'</b>
1. Benedetto Brin	TERNI
2. De Filis	TERNI
3. Giovanni XXIII	TERNI
4. Dist. De Filis	TERNI
5. O. Nucola	TERNI
6. G. Marconi	TERNI
7. L. Da Vinci	TERNI
8. Manassei	TERNI
9. Altrocca	TERNI
10. Briccialdi	TERNI
11. Signorelli	ORVIETO
12. Ippolito Scalza	ORVIETO

## Edifici per lo sport

<b>EDIFICIO</b>	<b>CITTA'</b>
1. Campo scuola Casagrande	TERNI
2. Cardeto	TERNI
3. Palazzetto dello Sport	TERNI
4. Palatennis	TERNI
5. Piscina coperta	TERNI
6. C. S. Sugano	TERNI
7. C. S. Sferracavallo	ORVIETO
8. C. S. Torre S. Severa	ORVIETO
9. C. S. Morrano	ORVIETO
10. Piscina + stadio	ORVIETO

## CVA

<b>EDIFICIO</b>	<b>CITTA'</b>
1. Manassei	TERNI
2. La Siviera	TERNI
3. S. Efebo	TERNI
4. Teatro	TERNI
5. Centro polifunzionale	TERNI
6. Centro polivalente	ORVIETO
7. C. S. Mr. Tamburino	ORVIETO
8. C.S. Torre S. Severo	ORVIETO
9. C.S. Morrano	ORVIETO

#### Edifici per uffici Istituzionali

<b>EDIFICIO</b>	<b>CITTA'</b>
1. Ex Foresteria	TERNI
2. Delegazione Papigno	TERNI
3. Ex Scuola Giuncano	TERNI
4. Palazzo Pierfelici	TERNI
5. Palazzo Spada	TERNI
6. Polizia Municipale	TERNI
7. VII° Circoscrizione Velino	TERNI
8. I° Circoscrizione Tacito	TERNI
9. Ufficio turismo	TERNI
10. Ex CRI – VU Collescipoli	TERNI
11. Palazzo di giustizia	TERNI
12. IX Circ. Collescipoli	TERNI
13. Regione Umbria	TERNI
14. Centro polivalente	ORVIETO
15. CSM	ORVIETO
16. Palazzo Comunale	ORVIETO

#### Biblioteche

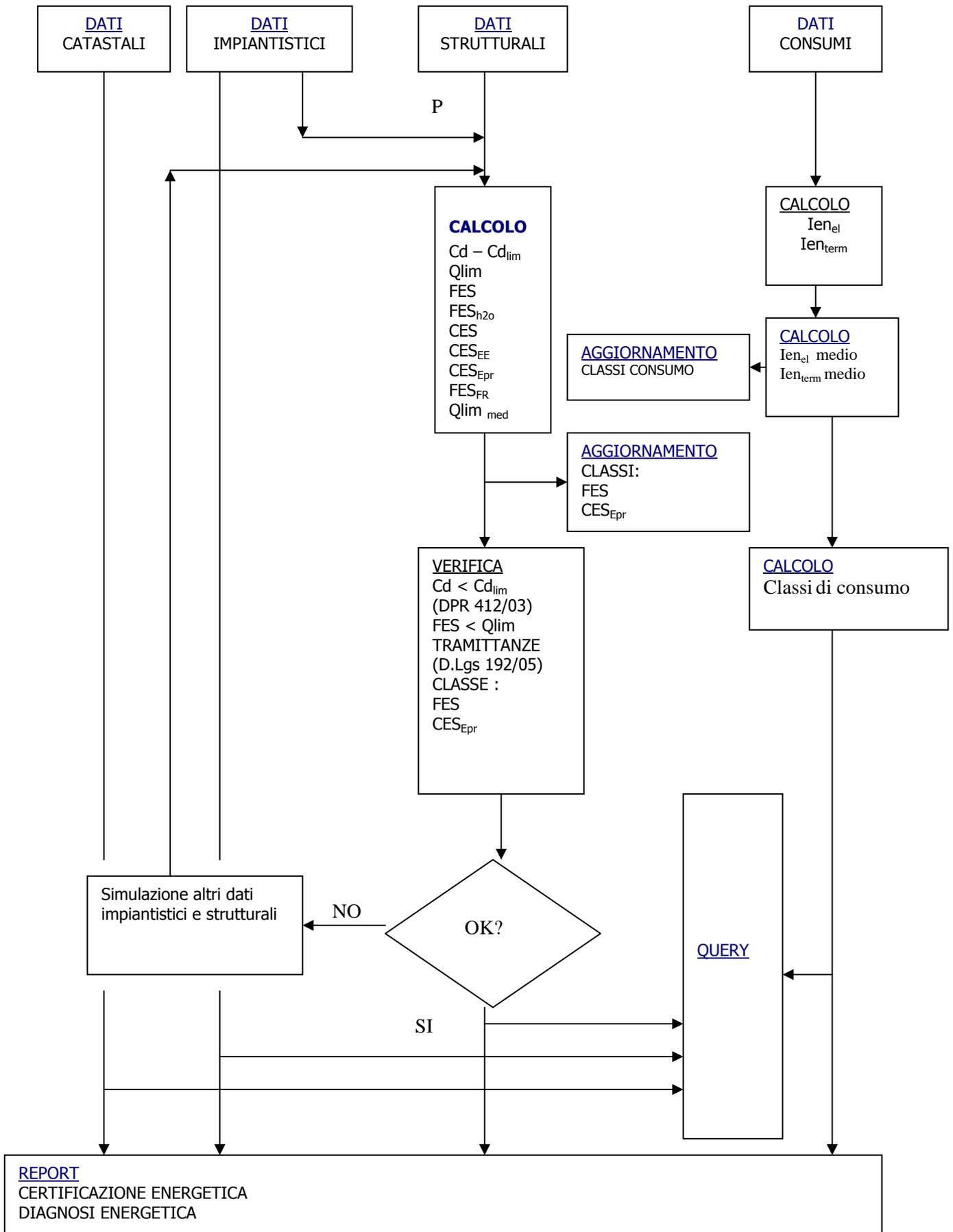
<b>EDIFICIO</b>	<b>CITTA'</b>
1. Pane e cioccolato	ORVIETO
2. Orvieto scalo	ORVIETO
3. I . Scalza	ORVIETO

#### Musei e Mostre

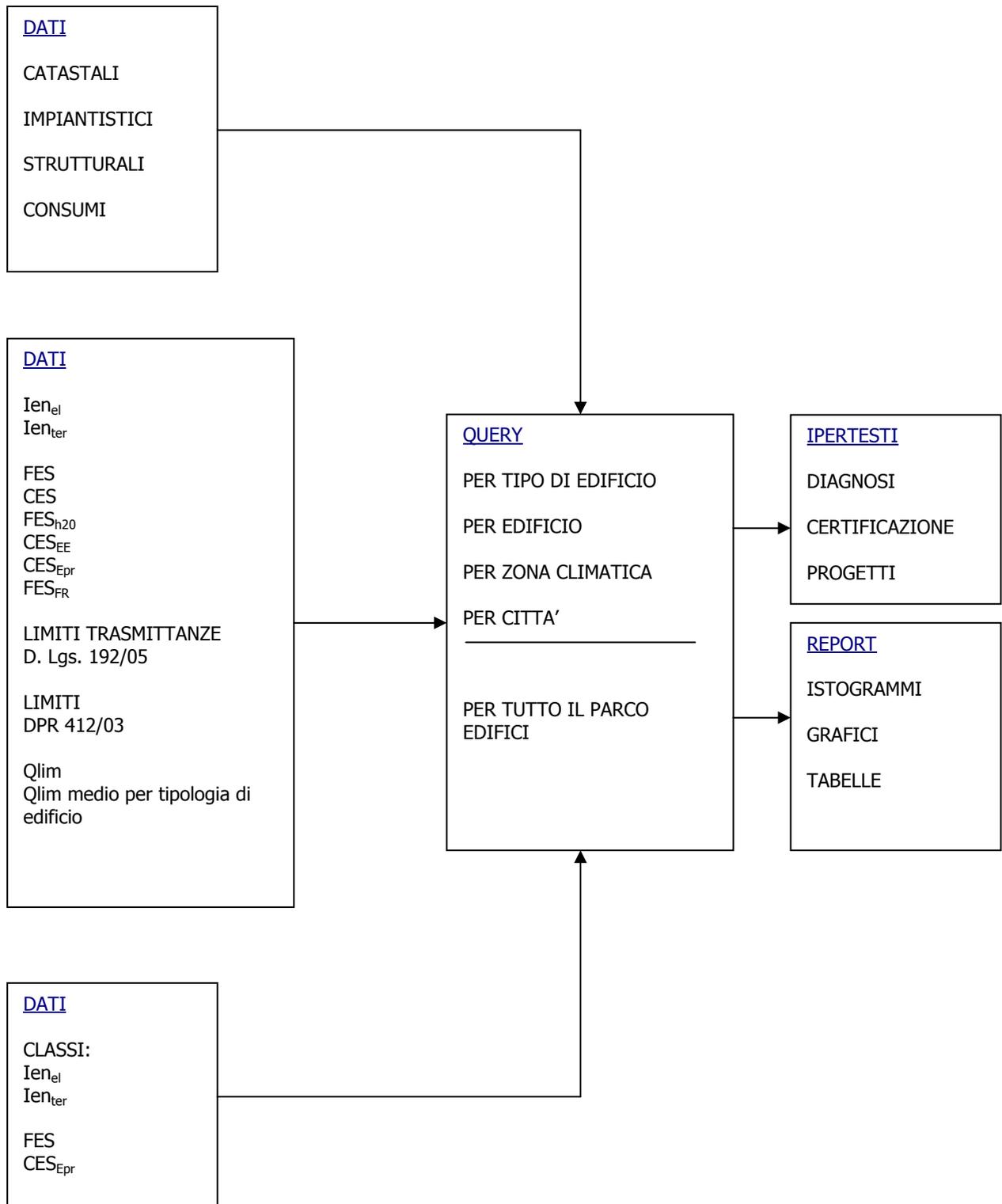
<b>EDIFICIO</b>	<b>CITTA'</b>
1. Ente Cantamaggio	TERNI
2. Museo Carsulae	TERNI
3. Chiesa S. Tommaso	TERNI

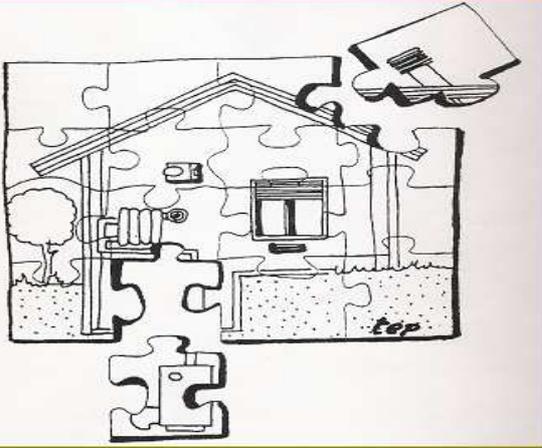
Per un totale di 88 edifici nel comune di Terni e di 27 nel Comune di Orvieto

## Software utilizzato



## BANCA DATI





**ACESA**  
AGENZIA REGIONALE DELLE AZIENDE LOCALI, AL TERZO E AL QUARTO LIVELLO

**ARPA**  
umbria  
agenzia regionale per la protezione ambientale

## PROGETTO

### "REGIONE UMBRIA E SUE MUNICIPALITA' PER L'EFFICIENZA ED IL RISPARMIO ENERGETICO IN PUBBLICI UFFICI"

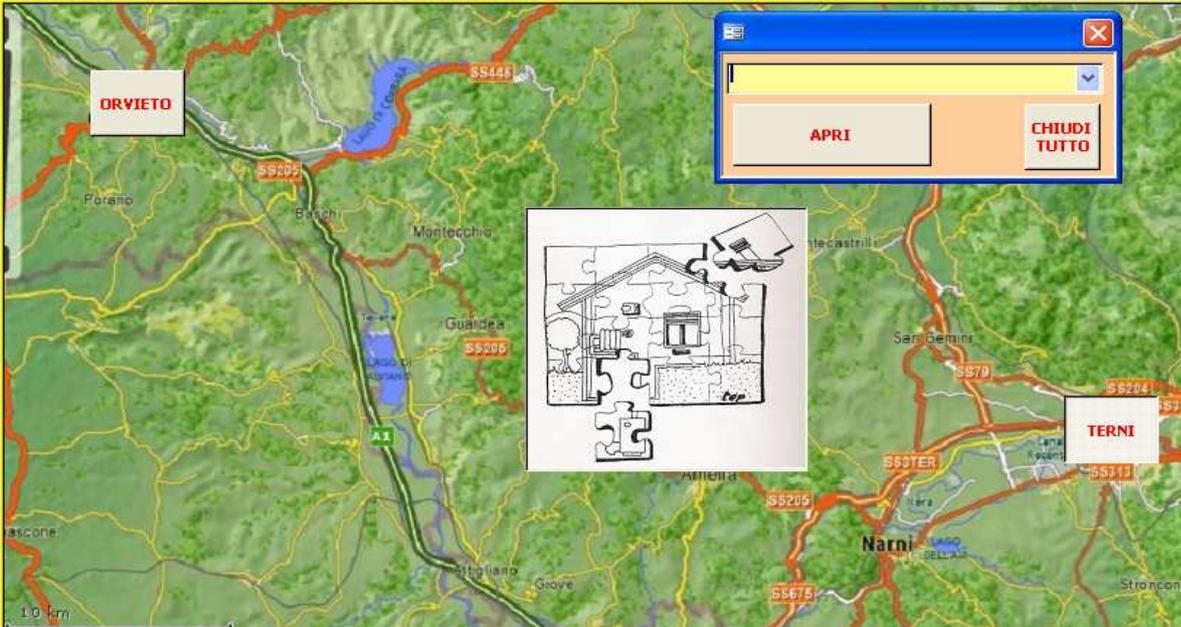
DATI EDIFICI   ELABORAZIONE   AGGIORNAMENTI   RICERCA   REPORT

**EDIFICI PUBBLICI**

**ACESA**  
AGENZIA REGIONALE DELLE AZIENDE LOCALI, AL TERZO E AL QUARTO LIVELLO

## PROGETTO

**ARPA**  
umbria  
agenzia regionale per la protezione ambientale



**ORVIETO**

**TERNI**

**CHIUDI TUTTO**

**APRI**

### "REGIONE UMBRIA E SUE MUNICIPALITA' PER L'EFFICIENZA ED IL RISPARMIO ENERGETICO IN PUBBLICI UFFICI"

Stampa | Email | Link a pagina

E MEDIE

APRI CHIUDI TUTTO

ASILO NIDO  
 SCUOLA MATERNA  
 SCUOLA ELEMENTARE  
 SCUOLA MEDIA  
 EDIFICI PER LO SPORT  
 CVA  
 OFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUBBLICO  
 MUSEI E MOSTRE  
 BIBLIOTECHE  
 PALESTRE SCOLASTICHE

CHIUDI TUTTO

N° CERTIFICAZIONE ENERGETICA  
 26

26 Città TERNI CAP 05100 Via Lanza, 15 n° telefono 074440215

Tipo Edificio: SCUOLE MEDIE  
 nome edificio: Scuola Media "L. Da Vinci" Categoria: E.7 anno di costruzione: 1960

Tipologia costruttiva: Cemento armato

Superficie: 3640 mq Superficie utile: 2402 mq Volume: 9156

Impianto termico: Impianto termico tradizionale a gasolio - Potenza nominale installata kW 451

Potenza impianto: 451 KW Combustibile: GASOLIO

Tipo condizionamento: Assente Potenza condizionamento: 0 kWtr

N° ordine: 26

Categoria: E.7 GG 1650 Zona CL: D

Superficie (m2): 3640  
 Volume (m3): 9156  
 Superficie ut.(m2): 2402  
 S/V: 0,4

Lat: 42°34'5"16N  
 Long: 12°34'5"88E  
 Alt: 130

Consumi termici: 25480 I 8570 pci  
 Consumi elettrici (KWh): 75894  
 TEP energia primaria: 38,572  
 CO2 (T emesse\*anno): 125,745

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA: Cemento armato  
 Descrizione Impianto termico: Impianto termico tradizionale a gasolio - Potenza nominale installata kW 451

Anno di costruzione: 1960  
 Potenza impianto (KW): 451  
 Combustibile: GASOLIO

Condizionamento:  Tipo cond. Assente  
 Potenza cond. (KWf): 0

INDICATORE NORMALIZZATO DI CONSUMI DI ENERGIA TERMICA (IENterm) (Wh/mq\*GG\*anno)

Min. 4,2014 Medio 11,174 Max. 18,04  
 6,9904 9,7793 12,547 15,294  
 Basso Medio/B Normale Alto Altissimo  
 Indicatore di consumo: 13,446 ALTO

INDICATORE NORMALIZZATO DI CONSUMI DI ENERGIA ELETTRICA (IENel) (KWh/mq\*anno)

Min. 8,4204 Medio 19,23 Max. 48,373  
 12,742 17,065 25,055 36,714  
 Basso Medio/B Normale Alto Altissimo  
 Indicatore di consumo: 31,6 ALTO

Cdlim: 0,53

CERTIFICAZIONE ENERGETICA

numero ordine **26** T Progetto **-2** ricambi aria/h **1** **DIAGNOSI E ATTESTATO ENERGETICO**

REQUISITI DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI ALL. C D. LGS 192/03

TRASMITTANZE TERMICHE DELLA STRUTTURA VALIDI FINO A 01-01-09

U(W/mqK) UNI 10344 ; UNI 7357

		LIMITI	
		D	E
Strutture verticali opache	1,383 >	0,50	0,46
Strutture piane opache	1,531 >	0,46	0,43
Chiusure trasparenti	2,766 <	3,1	2,8
SDD verso terra o esterno	1,531 >	0,46	0,43

cd **0,49** < cdlim **0,53** W/mck

RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE

$\mu$  **77,2** >  $\mu$  lim **72,96**

FABBISOGNI (kWh/mqutili\* anno)

Q **105,6** > Qlim **60**

CATEGORIE DI CONSUMO ENERGIA

KWh/mq\*anno

CLASSE	Fabbisogno energetico <	16	51	CLASSE
CLASSE A	Fabbisogno energetico <	33	103	A
CLASSE B	Fabbisogno energetico <	50	155	B
CLASSE C	Fabbisogno energetico <	67	207	C
CLASSE D	Fabbisogno energetico <	101	311	D
CLASSE E	Fabbisogno energetico <	134	415	E
CLASSE F	Fabbisogno energetico <	134	415	F
CLASSE G	Fabbisogno energetico >	134	415	G

FABBISOGNO SPECIFICO E. TERMICA (kWh/mq anno) **105,6** Classe **F**

CONSUMO SPECIFICO E. PRIMARIA (kWh/mq anno) **195,3** Classe **D**

INDICATORE ENERGETICO DELL'EDIFICIO

S/v = **0,4**

Fabbi. energia primaria (all. C D. Lgs. 192/03) KWh/mqutile **60**

cdlim: **0,53** Cd calcolato **0,49**

$\Phi_r$  **264** KW  $\Phi_{max}$  **472** KW (UNI 10379)

TRASMITTANZE APPORTI SOLARI

FABBISOGNI E CONSUMI SPECIFICI (KWh/mqutili\* anno)

Fabbisogno energetico specifico (termico) **105,612**

Fabbisogno energetico specifico per acqua calda **8,63640**

Fabbisogno energetico specifico per gli usi elettrici **31,5962**

consumo specifico di energia primaria per gli usi elettrici **81,0158**

Consumo specifico di energia primaria dell'edificio **195,265**

Fabbisogno energetico specifico raffrescamento estivo (KWh/mqutil) **59,543**

POTENZA FRIGORIFERA > **194** KWfr

CERTIFICAZIONE  DIAGNOSI ENERGETICA

SOMMARIAMENTE DESCRIZIONE DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

Isolamento: copertura, solaio su vespaio, sottofinestre, pareti verticali opache e trasparenti. Impianto termico. Sostituzione caldaia a gasolio con caldaia a gas metano.

n: **20** l: **4** FA: **13,59** FC: **18715** INV: **125141**

VAN: **129195** TR: **6,7** CO2ris(T/anno) **45,99** TEPrisp **16,9**

Classe di FES dopo intervento: **C** Classe di CESEpr dopo intervento: **D**

## Impostazioni

AGESA

ARPA umbria

agenzia regionale per la protezione ambientale

# PROGETTO

## "REGIONE UMBRIA E SUE MUNICIPALITA' PER L'EFFICIENZA ED IL RISPARMIO ENERGETICO IN PUBBLICI UFFICI"

IMPOSTAZIONI

INPUT DATI

ELABORAZIONE

AGGIORNAMENTI

RICERCA

RAPPORTI

INSOLAZIONI

TEMPERATURE

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

CITTA'

CATEGORIA EDIFICI

TIPOLOGIA EDIFICI

Ing. Pietro Innocenzi

## Input dati

n°	Città	CAP	via	nome edificio	Edificio	
0						DATI
234	TERNI	05100	di Vittorio 111	Palazzetto dello Sport	EDIFICI PER LO SPORT	DATI
225	TERNI	05100	dell'Annunziata	Vittorio Veneto	SCUOLE ELEMENTARI	DATI
226	TERNI	05100	xx Settembre	xx Settembre	SCUOLE ELEMENTARI	DATI
227	TERNI	05100	Marie Curie 4	Matteotti	SCUOLE ELEMENTARI	DATI
228	TERNI	05100	dei Carrara	Mazzini	SCUOLE MATERNE	DATI
229	TERNI	05100	dei Carrara 2	La Siviera	CVA	DATI
230	TERNI	05100	S. Efebo 27	S. Efebo	CVA	DATI
231	TERNI	05100	delle mura	Camposcuola Casagrande	EDIFICI PER LO SPORT	DATI
223	TERNI	05100	Marzabotto	Marzabotto	SCUOLE MATERNE	DATI
233	TERNI	05100	delle Palme 2	Piscina coperta	EDIFICI PER LO SPORT	DATI
222	TERNI	05100	dei Ciclamini 1	Le Grazie	SCUOLE MATERNE	DATI
235	TERNI	05100	C. Battisti	Cardeto	EDIFICI PER LO SPORT	DATI
236	TERNI	05100	Umberto I	Delegazione papigno	UFFICI ISTITUZIONALI PER IL P	DATI
237	TERNI	05100	C.so del Popolo	Palazzo Pierfelici	UFFICI ISTITUZIONALI PER IL P	DATI
238	TERNI	05100	del Modiola	Polizia Municipale	UFFICI ISTITUZIONALI PER IL P	DATI
239	TERNI	05100	Montesi 59 -Marmore-	7° Circostrizione Velino	UFFICI ISTITUZIONALI PER IL P	DATI

N° 44 Città TERNI CAP 05100 via del Tribunale n° telefono  
 Tipo Edificio SCUOLE MEDIE nome edificio Istituto Briccialdi-Palazzo Mariani Categoria E.7 anno di costruzione  
 Tipologia costruttiva Muratura  
 Superficie 1255 mq Superficie utile 1308 mq Volume 5490  
 Impianto termico impianto tradizionale a metano  
 Potenza impianto 200 KW Combustibile METANO  
 Tipo condizionamento /assente Potenza condizionamento 0 KWfr  
 Consumi termici 12551 mc Consumi elettrici 63272 kWh GG: 1650 Zona: D Dati Impiantistici Trasmittanze

**CARATTERISTICHE IMPIANTISTICHE**

**Generatore alta efficienza:** /  
**Radiatori:** Radiatori tradizionali in ghisa poggiati a 3-4 cm dal terreno: i radiatori sono vecchi di almeno 30 anni.  
**Regolazione:** Telecontrollo gestito dalla società SIRAM con termostati ambiente (1) e termostato in caldaia  
**Ventilazione:** Naturale  
**Cogenerazione:** /  
**Pompe di calore:** /  
**Controllo illuminazione:** /  
**Illuminazione basso consumo:** Lampade al Neon  
**Automazione impianti:** Timer in caldaia gestito in telecontrollo  
**Fotovoltaico:** /  
**Fotovoltaico integrato:** /  
**Solare per riscaldamento:** /  
**Solare sanitaria:** /  
**Solare passivo:** /  
**Raffrescamento passivo:** /  
**Uso biomasse** /

	Tipo	nota	Esposizione	superficie (mq)	Lunghezza (m)	U (W/mqK)	
33	PVO	PONTE TERMICO	O	0	10	0	
33	PVO	PONTE TERMICO	SO-SE	0	9	0	
33	PVO	PONTE TERMICO	NO-NE	0	9	0	
33	POD	COPERTURA	OR	1030	0	1,246	
33	PVO	PARETE ESTERNA	N	70,95	0	1,132	
33	PVO	PARETE ESTERNA	S	70,95	0	1,132	
33	POD	SSV	OR	750	0	1,416	
33	PVO	PARETE ESTERNA	E	70,95	0	1,132	
33	PVO	PARETE ESTERNA	O	70,95	0	1,132	
33	PVO	PARETE ESTERNA	NO-NE	70,95	0	1,132	
33	PVO	PARETE ESTERNA	SO-SE	70,95	0	1,132	
33	CT	SERRAMENTA	N	21,2	0	4,71	

MATERIALI

CALCOLO  
TRASMITTANZE

Elaborazione

**AGESA**  
AGENZIA REGIONALE PER LA SICUREZZA DEL TERRENO E LA SOSTENIBILITA' DEL COSTRUTTO

**ARPA**  
umbria  
agenzia regionale per la protezione ambientale

## PROGETTO

### "REGIONE UMBRIA E SUE MUNICIPALITA' PER L'EFFICIENZA ED IL RISPARMIO ENERGETICO IN PUBBLICI UFFICI"

IMPOSTAZIONI INPUT DATI ELABORAZIONE AGGIORNAMENTI RICERCA REPORT

SCUOLE ELEMENTARI

NOME

TIPO-CITTA'

Ing. Pietro Innocenzi

N°	Edificio	nome edificio	Città	via	
201	ASILI NIDO	Il cucciolo	TERNI	Delle palme	APRI
202	ASILI NIDO	Arcobaleno	TERNI	strada delle grazie, 4	APRI
203	ASILI NIDO	Pollicino	TERNI	Varese	APRI
204	ASILI NIDO	Casa di Alice	TERNI	Carrara	APRI
205	ASILI NIDO	Radice	TERNI	Radice	APRI
206	ASILI NIDO	PeterPan	TERNI	f.lli Rosselli	APRI
211	ASILI NIDO	Girotondo	TERNI	Rossini	APRI
33	ASILI NIDO	Asilo Nido "Rataplan"	TERNI	Via Narni, 182	APRI
0					APRI

N° ordine	<b>33</b>	EDIFICIO	ASILI NIDO	Ulteriori Informazi oni																								
Città	TERNI	NOME	Asilo Nido "Rataplan"																									
Via	Via Narni, 182	C:\Progetto municipalità\schede dati\ASILO NIDO RATAPL																										
N° telefono	0744	C:\Progetto municipalità\schede dati\ASILO NIDO RATAPL																										
TIPOLOGIA COSTRUTTIVA																												
Categoria	E.7	GG	1650	Zona CL.	D	Lat: 42°34'5"16N	Long: 12°34'5"88E	Alt: 130	S/V	1,13	Cemento armato e vetro; muro in mattoni pieni su cui poggiano le pareti in vetro singolo (40 cm h; 30 cm d)																	
Superficie (m2)	2476	Superficie ut.(m2)	710	Anno di costruzione: 1975																								
Volume (m3)	2200	Potenza impianto (KW): 130								Descrizione Impianto termico																		
Consumi termici	10423	I	8570	pci	Combustibile: GASOLIO						Impianto termico tradizionale a gasolio - radiatori in ghisa vecchi di 30 anni Potenza nominale kW 130																	
Consumi elettrici (KWh)	13456	Condizionamento: <input type="checkbox"/> Tipo cond. Assente								Potenza cond. (KWf): 0																		
TEP energia primaria	11,8997	Indici								Consumi																		
CO2 (T emesse*anno)	38,7931	INDICATORE NORMALIZZATO DI CONSUMI DI ENERGIA TERMICA (IENterm) (Wh/mq*GG*anno)																										
<table border="1"> <tr> <td>Min.</td> <td>16,414</td> <td>Medio</td> <td>21,502</td> <td>Max.</td> <td>29,61</td> </tr> <tr> <td colspan="6"> </td> </tr> <tr> <td colspan="6">Indicatore di consumo: 22,891</td> </tr> </table>											Min.	16,414	Medio	21,502	Max.	29,61							Indicatore di consumo: 22,891					
Min.	16,414	Medio	21,502	Max.	29,61																							
Indicatore di consumo: 22,891																												
INDICATORE NORMALIZZATO DI CONSUMI DI ENERGIA ELETTRICA (IENel) (KWh/mq*anno)																												
<table border="1"> <tr> <td>Min.</td> <td>9,0950</td> <td>Medio</td> <td>25,89</td> <td>Max.</td> <td>50,483</td> </tr> <tr> <td colspan="6"> </td> </tr> <tr> <td colspan="6">Indicatore di consumo: 18,95</td> </tr> </table>											Min.	9,0950	Medio	25,89	Max.	50,483							Indicatore di consumo: 18,95					
Min.	9,0950	Medio	25,89	Max.	50,483																							
Indicatore di consumo: 18,95																												
Cdlim: 1,05																												
VERIFICA																												
CERTIFICAZIONE ENERGETICA																												

numero ordine	33	Materne/Asili nido		EDIFICI DESTINATI AD ABITAZIONE				
Fe	0,8	S/V	Fe	Mj/mq+gg	KWh/mq*gg	n bagni	f bagni	
Fh	1	<= 0,4	1,2	S<50 mq	0,314	0,09	1	1
Ore anno	1598	0,41-0,5	1,1	50<S<120 mq	0,262	0,07	2	1,33
		0,51-0,6	1	120<S<200 mq	0,21	0,06	>2	1,66
		< 0,6	0,9	S>200 mq	0,157	0,04		
		Elementari		EDIFICI NON ABITAZIONE				
		S/V	Fe	MJ/persona*gg				
		<= 0,3	1,2	Alberghi<120	12,6	3,52		
		0,31-0,35	1,1	Alberghi<60	6,28	1,76		
		0,36 - 0,40	1	Alberghi serv. Com	5,24	1,46		
		0,41 - 0,45	0,9	Collegi	5,24	1,46		
		> 0,45	0,8	Ospedali	5,24	1,46		
		Medie- Superiori- Altri edifici		Cliniche serv. Camera	12,6	3,52		
		S/V	Fe	Uffici	2,1	0,59		
		<= 0,25	1,1	Strutture con docce	4,19	1,17		
		0,26 - 0,3	1	Scuole	1	0,28		
		0,31 - 0,4	0,9	ACQUA CALDA				
		> 0,4	0,8	N° Presenze/gg	40	Superficie utile:	710	
				n bagni	0	KWh/mq*g	0	
				Giorni presenze:	230	n bagni	0	
				KWh/persona*g:	0,28	FES ACQUA CALDA	0	
							2,902535	

numero ordine  ASILI NIDO Asilo Nido "Rataplan" TERNI

GG  Superficie disperdente (mq)  Volume riscaldato (mc)  Superficie utile riscald. (mq)  T Progetto

REQUISITI DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI ALL. C. D. LGS 192/03

**TRASMITTANZE TERMICHE DELLA STRUTTURA VALIDI FINO A 01-01-09**

U(W/mqK) UNI 10344 ; UNI 7357

		D	E
Strutture verticali opache	1,132 >	0,50	0,46
Strutture piane opache	1,246 >	0,46	0,43
Chiusure trasparenti	4,715 >	3,1	2,8
S00 verso terra o esterno	1,416 >	0,46	0,43

Cd  > Cclim  W/mcK

**RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE**

$\mu$   >  $\mu_{lim}$

**FABBISOGNI (kWh/mqutili\* anno)**

Q  > Qlim

**CATEGORIE DI CONSUMO ENERGIA**

KWh/mq\*anno

CLASSE	Fabbisogno energetico	Consumo specifico	CLASSE
CLASSE A	< 25	53	A
CLASSE B	< 41	107	B
CLASSE C	< 61	161	C
CLASSE D	< 82	215	D
CLASSE E	< 110	269	E
CLASSE F	< 205	323	F
CLASSE G	> 205	323	G

**FABBISOGNO SPECIFICO E. TERMICA (kWh/mq anno)**  Classe

**CONSUMO SPECIFICO E. PRIMARIA (kWh/mq anno)**  Classe

INDICATORE ENERGETICO DELL'EDIFICIO

**FABBISOGNI E CONSUMI SPECIFICI (KWh/mqutili\* anno)**

Fabbisogno energetico specifico (termico)

Fabbisogno energetico specifico per acqua calda

Fabbisogno energetico specifico per gli usi elettrici

consumo specifico di energia primaria per gli usi elettrici

Consumo specifico di energia primaria dell'edificio

Fabbisogno energetico specifico raffrescamento estivo (KWh/mqutil)

POTENZA FRIGORIFERA >  kWfr

**CERTIFICAZIONE**  **DIAGNOSI ENERGETICA**

**DOCUMENTO**

C:\progetto municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\CERTIFICATO ENERGETICO A. N

Cappotto esterno , sostituzione di vetri singoli con doppi vetri, impianto termico a pavimento, sostituzione della caldaia a gasolio con una a metano a condensazione, isolamento del soffitto . FES=129,5 Classe E, FESEpr=181,2 Classe D.

n:  i:  FA:  FC:  INV:

VAN:  TR:  CO2ris(T/anno)  TEPrisp

Classe di FES dopo intervento:  Classe di CESEpr dopo intervento:

**ENERGIA TERMICA SCAMBIATA PER TRASMISSIONE (MJ)**

SCHEDA TRASMITTANZE

Qt =  CALCOLO

Qg =

**C'ENERGIA FRIGORIFERA DOVUTA AL TIPO DI INVOLUCRO (MJfr)**

MESI ESTIVI: GIUGNO, LUGLIO, AGOSTO

RAFFRESCAMENTO ESTIVO  SCHEDA RAFFRESCAMENTO

**FABBISOGNO TERMICO SCAMBIATO PER VENTILAZIONE (MJ)**

Qv =  CALCOLO

**ENERGIA FRIGORIFERA DOVUTA A SCAMBIATO PER VENTILAZIONE (MJfr)**

MESI ESTIVI: GIUGNO, LUGLIO, AGOSTO

CALCOLO

**APPORTO DI ORIGINE SOLARE (MJ)**

APPORI SOLARI

Qse =  CALCOLO

Qsi =

**ENERGIA FRIGORIFERA DOVUTA A SOLARE (MJfr)**

MESI ESTIVI: GIUGNO, LUGLIO, AGOSTO

CALCOLO  SCHEDA SOLARE

**CALCOLO DELL'APPORTO ENERGETICO DELLE SORGENTI INTERNE (MJ)**

Qap =  CALCOLO

**ENERGIA FRIGORIFERA DOVUTA A SORGENTI INTERNE (MJfr)**

MESI ESTIVI: GIUGNO, LUGLIO, AGOSTO

**CALCOLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO CONVENZIONALE (MJ)**

Q:  CALCOLO

**FABBISOGNO DI ENERGIA FRIGORIFERA (MJfr)**

MESI ESTIVI: GIUGNO, LUGLIO, AGOSTO

CALCOLO

CALCOLO

		MATERIALI	CALCOLO TRASMITTANZE											
N° ORDINE	Tipo	Esposizione	Correzione	mq	mq corretti	U	delta t	Q	HT	Qi				
33	CT - INGRESSO	SO-SE	1,1	24,9	27,39	4,73	22	2850,20						
				m	0	Fi	0	0	2850,203	117,777	1897,099			
N° ORDINE	Tipo	Esposizione	Correzione	mq	mq corretti	U	delta t	Q	HT	Qi				
33	CT - SERRAMENTA	N	1,1	75	82,5	4,71	22	8548,65						
				m	0	Fi	0	0	8548,65	353,25	5689,993			
N° ORDINE	Tipo	Esposizione	Correzione	mq	mq corretti	U	delta t	Q	HT	Qi				
33	PVO - PONTE TERMICO	N	1,1	0	0	0	22	0						
				m	10	Fi	0,33	72,6000	72,60001	3,3	53,15493			
N° ORDINE	Tipo	Esposizione	Correzione	mq	mq corretti	U	delta t	Q	HT	Qi				
33	PVO - PONTE TERMICO	S	1	0	0	0	22	0						
				m	10	Fi	0,33	72,6000	72,60001	3,3	53,15493			
N° ORDINE	Tipo	Esposizione	Correzione	mq	mq corretti	U	delta t	Q	HT	Qi				
33	PVO - PONTE TERMICO	E	1,15	0	0	0	22	0						
				m	10	Fi	0,33	72,6000	72,60001	3,3	53,15493			
N° ORDINE	Tipo	Esposizione	Correzione	mq	mq corretti	U	delta t	Q	HT	Qi				
0			0	0	0	0	0	0						
				m	0	Fi	0	0	0	0	0			
<b>CALCOLO</b>		QT = Energia scambiata con l'esterno dall'involucro nel periodo di riscaldamento (MJ)		508325,3	HT = Coefficiente di dispersione per trasmissione (W/K)		3070,34							
		QG = Energia scambiata verso terra nel periodo di riscaldamento (MJ)		171062,2	HG = Coefficiente di dispersione verso terra (W/K)		1062							

Tipo	nota	S	U	FC	G	FS	alfa	FER	Qs
33	CT - SERRAMENTA	14,6	4,71	0,3	0,82	0,833	0	0	1818,9
33	CT - SERRAMENTA	45	4,71	0,3	0,82	0,833	0	0	12694
33	CT - INGRESSO	7,1	4,73	1	0,82	1	0	0	2715,9
33	CT - INGRESSO	3,55	4,73	1	0,82	0,855	0	0	3864,1
33	CT - INGRESSO	14,2	4,73	0,3	0,82	0,833	0	0	2936,9
33	CT - INGRESSO	14,2	4,73	0,3	0,82	0,833	0	0	2936,9
33	CT - INGRESSO	24,9	4,73	0,3	0,82	0,855	0	0	7024,0
33	CT - SERRAMENTA	75	4,71	0,3	0,82	1	0	0	8606,8
33	PVO - PONTE TERMICO	0	0	1	1	1	0,9	1	0
33	PVO - PONTE TERMICO	0	0	1	1	0,86	0,9	1	0
33	PVO - PONTE TERMICO	0	0	1	1	0,89	0,9	1	0
0		0	0	0	0	0	0	0	0
<b>CALCOLO QS</b>		96496,4 MJ		Sommatória(QsT+QsO)					
$Q_{sT} = S * U * FC * G * FS * Tr.m.m * Ng$		$Q_{sO} = S * U * alfa * FER * FS * Tr.m.m * Ng$							

numero ordine	Tipo	nota	U	superficie	Espos.	Corr.	Sup. vera	Delta T
33	PVO	PONTE TERMICO	0	0	0	1,15	0	0
						m 10	Fi	0,33
33	PVO	PONTE TERMICO	0	0	SO-SE	1,2	0	0
						m 9	Fi	0,33
33	PVO	PONTE TERMICO	0	0	NO-NE	1	0	0
						m 9	Fi	0,33
33	POO	COPERTURA	1,246	1030	OR	1	1030	22
						m 0	Fi	0
33	PVO	PARETE ESTERNA	1,132	70,95	N	1	70,95	22
						m 0	Fi	0
33	PVO	PARETE ESTERNA	1,132	70,95	S	1,2	85,14	22
						m 0	Fi	0
33	POO	SSV	1,416	750	OR	0	0	0
						m 0	Fi	0

CALCOLO

-241922,73809 MJ/anno

ordine	Tipo	nota	S	U	FC	G	FS	alfa	FER	Qs	
33	PVO	PARETE ESTERNA	70,95	10-SI	1,132	0	0	0,89	0,3	1	836,5
33	CT	SERRAMENTA	21,2	N	4,71	0,3	0,82	1	0	0	2212,4
33	CT	SERRAMENTA	17,2	S	4,71	0,3	0,82	0,86	0	0	2750,8
33	CT	SERRAMENTA	35,8	E	4,71	0,3	0,82	0,833	0	0	5989,2
33	CT	SERRAMENTA	14,6	NO-NI	4,71	0,3	0,82	0,833	0	0	1843,9
33	CT	SERRAMENTA	45	10-SI	4,71	0,3	0,82	0,833	0	0	7823,6
33	CT	INGRESSO	7,1	N	4,73	1	0,82	1	0	0	2469,8
33	CT	INGRESSO	3,55	S	4,73	1	0,82	0,855	0	0	1892,5
33	CT	INGRESSO	14,2	E	4,73	0,3	0,82	0,833	0	0	2375,6
33	CT	INGRESSO	14,2	O	4,73	0,3	0,82	0,833	0	0	2375,6
33	CT	INGRESSO	24,9	10-SI	4,73	0,3	0,82	0,855	0	0	4329,0
33	CT	SERRAMENTA	75	N	4,71	0,3	0,82	1	0	0	7826,7
33	PVO	PONTE TERMICO	0	N	0	1	1	1	0,9	1	0
33	PVO	PONTE TERMICO	0	S	0	1	1	0,86	0,9	1	0
33	PVO	PONTE TERMICO	0	E	0	1	1	0,89	0,9	1	0
0			0		0	0	0	0	0	0	0

SUPERFICI TRASPARENTI

SPERFICI OPACHE

AMBEDUE

CALCOLO

-74854 MJ

$QsT = S * U * FC * G * FS * Ir.m.m * Ng$    
 $QsO = S * U * alfa * FER * FS * Ir.m.m * Ng$

Sommatoria(QsT+QsO)

## Aggiornamenti

**AGESA**  
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE AMBIENTALE

**ARPA**  
umbria  
agenzia regionale per la protezione ambientale

### PROGETTO

**"REGIONE UMBRIA E SUE MUNICIPALITA' PER L'EFFICIENZA ED IL RISPARMIO ENERGETICO IN PUBBLICI UFFICI"**

IMPOSTAZIONI INPUT DATI ELABORAZIONE AGGIORNAMENTI RICERCA RAPPORTI

RICALCOLO CONSUMI **ASILI NIDO**

AGGIORNAMENTO FABBISOGNI E CONSUMI

AGGIORNAMENTI INDICI DI CONSUMO

AGGIORNAMENTO CLASSE DI FABBISOGNO E CONSUMO

AGGIORNAMENTI TABELLE

Ing. Pietro Innocenzi

## Ricerca

**AGESA**  
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE AMBIENTALE

**ARPA**  
umbria  
agenzia regionale per la protezione ambientale

### PROGETTO

**"REGIONE UMBRIA E SUE MUNICIPALITA' PER L'EFFICIENZA ED IL RISPARMIO ENERGETICO IN PUBBLICI UFFICI"**

DATI EDIFICI ELABORAZIONE AGGIORNAMENTI RICERCA REPORT

**ASILI NIDO**

Qlim (KWh/mq) medio

CONSUMI TERMICI CRITICI

CONSUMI ELETTRICI CRITICI

CONSUMI TERMICI

CONSUMI ELETTRICI

FABBISOGNI ZONA "D"

FABBISOGNI

CLASSE D

**DIAGNOSI**

CLASSE FABBISOGNI E CONSUMI

RISULTATI DOPO LA DIAGNOSI

LISTA EDIFICI DIAGNOSTICATI

Qlim medio All. C.D.Lgs. 192/03 (KWh/mq/ite)	A	B	C	D	E	F	G	FES	FES AC	FES UE	CES UE	CES GEP		
ASILI NIDO	98	0	24	49	73	98	147	196	> 196	169,33	4,73675	24,857	63,5188	227,299
SCUOLE MATERNE	89	0	22	44	66	89	133	178	> 178	156,65	6,82981	21,379	54,8186	218,301
SCUOLE ELEMENTARI	70	0	17	35	52	70	105	140	> 140	110,00	5,64115	12,271	31,3062	114,691
SCUOLE MEDIE	69	0	17	34	51	69	103	138	> 138	108,60	4,57874	26,701	68,464	181,647
PALESTRE SCOLASTICHE	0	0	0	0	0	0	0	0	> 0	0	0	0	0	0
EDIFICI PER LO SPORT	91	0	22	45	68	91	136	182	> 182	218,3	34,417	76,996	197,425	450,139
CVA	79	0	19	39	59	79	118	158	> 158	161,12	1,91835	28,300	72,5646	235,601
UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUI	77	0	19	38	57	77	115	154	> 154	157,32	4,85866	36,108	93,8723	235,244
BIBLIOTECHE	86	0	21	43	64	86	129	172	> 172	208,76	2,62279	10,72	27,4866	238,869
MUSEI E MOSTRE	84	0	21	42	63	84	126	168	> 168	159,10	0,44887	57,013	146,186	305,736
	92	MOLTO BASSO		MEDIO/BASSO		MEDIO/ALTO		ALTISSIMO		161,0	7,34	32,7	84	245,3
	Qlim	BASSO		MEDIO		ALTO								
<b>MEDIE FABBISOGNI E CONSUMI</b>	FES	0	20	41	61	82	123	165	> 165					
		A	B	C	D	E	F	G						
	CES En. Prim	0	61	122	183	245	367	490	490					

CLASSI DI FABBISOGNO E DI INDICE DI ENERGIA PRIMARIA DELL'EDIFICIO		FABBISOGNO SPECIFICO (KWh/mq)	INDICE ENERGETICO ENERGIA PRIMARIA (KWh/mq)	CON INTERVENTI INDICATI DA FES DIAGNOSI CES Epr (KWh/mq)	
Asilo Nido "Rataplan"	ASILI NIDO	TERNI	G	E	C
Il cucciolo	ASILI NIDO	TERNI	E	E	
Arcobaleno	ASILI NIDO	TERNI	F	C	
Pollicino	ASILI NIDO	TERNI	F	D	
Casa di Alice	ASILI NIDO	TERNI	F	D	
Radice	ASILI NIDO	TERNI	D	C	
PeterPan	ASILI NIDO	TERNI	D	C	
Girotondo	ASILI NIDO	TERNI	F	E	
Asilo nido	ASILI NIDO	ORVIETO	D	C	

Edificio	nome edificio	Città	FES	CES
SCUOLE ELEMENTARI	Torre Orsina	TERNI	D	D
SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare "A. Garibaldi"	TERNI	D	D
ASILI NIDO	Asilo nido	ORVIETO	D	D
SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare "E. De Amicis"	TERNI	D	B
MUSEI E MOSTRE	Centro Visite Carsulae	TERNI	D	D
SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare "R. Donatelli"	TERNI	D	C
UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUBBLICO	IX* Circoscrizione Collescipoli	TERNI	D	B
ASILI NIDO	PeterPan	TERNI	D	C
SCUOLE MATERNE	Turati	TERNI	D	B
SCUOLE ELEMENTARI	Matteotti	TERNI	D	E
CVA	La Siviera	TERNI	D	B
UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUBBLICO	Ex Foresteria	TERNI	D	C
UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUBBLICO	"Palazzo Spada"	TERNI	D	B

Edificio	Nome edificio	FES	CLASSE DOPO DIAGNOSI
SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare "Battisti"	E	C
SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare "Aldo Moro"	G	D
SCUOLE MEDIE	Scuola Media "L. Da Vinci"	F	C
MUSEI E MOSTRE	Centro Visite Carsulae	D	C
ASILI NIDO	Asilo Nido "Rataplan"	G	C
SCUOLE MATERNE	Cardeto	E	C
CVA	S. Efebo	F	D
EDIFICI PER LO SPORT	Camposcuola Casagrande	G	E
EDIFICI PER LO SPORT	Palazzetto dello Sport	F	C
UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUBBLIC	Ex Foresteria	D	E
SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare	G	D
EDIFICI PER LO SPORT	Piscina+Stadio	G	G
BIBLIOTECHE	pane e cioccolato	G	D
UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUBBLIC	CSM	G	D

Consumo medio termico 20,76615 Wh/mc*GG					
ASILI NIDO	Arcobaleno	TERNI	22,59199	Wh/mc*GG	ALTO
ASILI NIDO	Girotondo	TERNI	29,61091	Wh/mc*GG	ALTO
ASILI NIDO	Asilo nido	ORVIETO	40,15268	Wh/mc*GG	ALTISSIMO

BASSO	3
MEDIO/BASSO	1
NORMALE	2
ALTO	2
ALTISSIMO	1

Consumo medio elettrico 24,87778 KWh/mq					
ASILI NIDO	Il cucciolo	TERNI	50,4828	KWh/mq	ALTISSIMO
ASILI NIDO	Girotondo	TERNI	44,6038	KWh/mq	ALTISSIMO

BASSO	2
MEDIO/BASSO	3
NORMALE	2
ALTO	0
ALTISSIMO	2

**AGESA**  
AGENZIA REGIONALE DELLE ENERGIE ALTERNATIVE E DEI RISPARMI ENERGETICI

**ARPA**  
umbria  
agenzia regionale per la protezione ambientale

## PROGETTO

### "REGIONE UMBRIA E SUE MUNICIPALITA' PER L'EFFICIENZA ED IL RISPARMIO ENERGETICO IN PUBBLICI UFFICI"

DATI EDIFICI   ELABORAZIONE   AGGIORNAMENTI   RICERCA   REPORT

RAPPORTI FINALI

CERTIFICATI

DIAGNOSI

REPORT CONSUMI

REPORT DIAGNOSI

REPORT CLASSI

RAPPORTI FINALI CERTIFICATI ENERGETICI	RAPPORTO FINALE DIAGNOSI ENERGETICHE	RAPPORTO FINALE PROGETTI PRELIMINARI
ASILO NIDO	ASILO NIDO RATAPLAN	ASILO NIDO RATAPLAN
SCUOLE MATERNE	SCUOLA MATERNA CARDETO	SCUOLA MEDIA L. DA VINCI
SCUOLE ELEMENTARI	SCUOLA ELEMENTARE ALDO MORO	MUSEO E MOSTRE CARSULAE
SCUOLE MEDIE	SCUOLA ELEMENTARE C. BATTISTI	PISCINA -STADIO ORVIETO
EDIFICI PER LO SPORT	SCUOLA MEDIA L. DA VINCI	
CVA	CAMPOSCUOLA CASAGRANDE	
UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUBBLICO	EX FORESTERIA	
BIBLIOTECHE	MUSEO E MOSTRE CARSULAE	
MUSEI E MOSTRE	PALAZZO DELLO SPORT	
	CVA S. EFEBO	
	PISCINA - STADIO ORVIETO	
	SCUOLA ELEMENTARE SUGANO - ORVIETO	
	BIBLIOTECA PANE E CIOCCOLATA - ORVIETO	
	CSM - ORVIETO	
		RELAZIONE FINALE

## Cerificazione energetica

2	SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare "E. De Amicis"	C:\Progetto Municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\SCUOLE ELEMENTARI\E.De Amicis.PDF
3	SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare "Battisti"	C:\Progetto Municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\SCUOLE ELEMENTARI\BATTISTI.PDF
4	SCUOLE ELEMENTARI	Torre Orsina	\Progetto Municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\SCUOLE ELEMENTARI\TORRE ORSINA.PI
5	SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare Cesi Stazione	\Progetto Municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\SCUOLE ELEMENTARI\CESI STAZIONE.PI
6	SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare Valenza	C:\Progetto Municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\SCUOLE ELEMENTARI\VALENZA.PDF
7	SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare "G. Carducci"	\Progetto Municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\SCUOLE ELEMENTARI\CESI STAZIONE.PI
8	SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare San Giovanni	\Progetto Municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\SCUOLE ELEMENTARI\SAN GIOVANNI.PI
9	SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare "Aldo Moro"	:\Progetto Municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\SCUOLE ELEMENTARI\ALDO MORO.PDI
10	SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare Gabelletta	:\Progetto Municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\SCUOLE ELEMENTARI\GABELLETTA.PD
11	SCUOLE ELEMENTARI	Piediluco	C:\Progetto Municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\SCUOLE ELEMENTARI\PIEDILUCO.PDF
12	SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare "A. Garibaldi"	:\Progetto Municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\SCUOLE ELEMENTARI\A.GARIBALDI.PD
13	SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare Cesi	C:\Progetto Municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\SCUOLE ELEMENTARI\CESI.PDF
14	SCUOLE ELEMENTARI	Oberdan	C:\Progetto Municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\SCUOLE ELEMENTARI\OBERDAN.PDF
15	SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare Campitello	:\Progetto Municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\SCUOLE ELEMENTARI\CAMPITELLO.PD
16	SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare "G. Mazzini"	C:\Progetto Municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\SCUOLE ELEMENTARI\G.MAZZINI.PDF
17	SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare Le Grazie	C:\Progetto Municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\SCUOLE ELEMENTARI\LE GRAZIE.PDF
18	SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare Campomaggiore	Progetto Municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\SCUOLE ELEMENTARI\CAMPOMAGGIORE.I
19	SCUOLE ELEMENTARI	Rocca S. Zenone	oggetto Municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\SCUOLE ELEMENTARI\ROCCA SAN ZENONE
20	SCUOLE MEDIE	Scuola Media "Benedetto Brin"	:\Progetto Municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\SCUOLE MEDIE\BENEDETTO BRIN.PDF

## Diagnosi energetiche

3	SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare "Battisti"	C:\Progetto municipalità\DIAGNOSI\SCUOLA ELEMENTARE BATTISTI.PDF
9	SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare "Aldo Moro"	C:\Progetto municipalità\Diagnosi\ALDO MORO.PDF
26	SCUOLE MEDIE	Scuola Media "L. Da Vinci"	c:\Progetto Municipalità\DIAGNOSI\LEONARDO.PDF
31	MUSEI E MOSTRE	Centro Visite Carsulae	C:\Progetto municipalità\schede dati\CARSULAE.PDF
33	ASILI NIDO	Asilo Nido "Rataplan"	C:\Progetto municipalità\DIAGNOSI\ASILO NIDO RATAPLAN.PDF
221	SCUOLE MATERNE	Cardeto	C:\Progetto municipalità\DIAGNOSI\MATERNA CARDETO.PDF
230	CVA	S. Efebo	C:\Progetto municipalità\DIAGNOSI\S.EFEBO.PDF
231	EDIFICI PER LO SPORT	Camposcuola Casagrande	C:\Progetto municipalità\DIAGNOSI\CAMPOSCUOLA CASAGRANDE.PDF
234	EDIFICI PER LO SPORT	Palazzetto dello Sport	C:\Progetto municipalità\DIAGNOSI\PALAZZO DELLO SPORT.PDF
241	UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUBBLICO	Ex Foresteria	C:\Progetto municipalità\DIAGNOSI\EX FORESTERIA.PDF
398	SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare	C:\Progetto Municipalità\DIAGNOSI\ORVIETO-Sugano.PDF
404	EDIFICI PER LO SPORT	Piscina+Stadio	C:\Progetto municipalità\DIAGNOSI\PISCINA + STADIO.PDF
417	BIBLIOTECHE	pane e cioccolato	C:\Progetto Municipalità\DIAGNOSI\PANE E CIOCCOLATO.PDF
427	UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUBBLICO	CSM	C:\Progetto Municipalità\DIAGNOSI\CSM - ORVIETO.PDF
<b>DIAGNOSI EFFETTUATE</b>			

## Sintesi dei risultati delle diagnosi

		TEP	CO2	INV	FC	VAN	TR	TEPrisp	CO2risp	
8	SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare "Battisti"	16,241	52,946	57314	6519	-14614	8,8	3,19	11,64
9	SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare "Aldo Moro"	23,325	76,038	117290	13170	61685	8,9	9,73	23,43
26	SCUOLE MEDIE	Scuola Media "L. Da Vinci"	38,572	125,74	125141	18715	129195	6,7	16,87	45,99
31	MUSEI E MOSTRE	Centro Visite Carsulae	16,124	52,565	22573	3660	22573	6,2	7,09	23,12
33	ASILI NIDO	Asilo Nido "Rataplan"	11,9	38,793	234918	7205	-1E+05	32	6,17	22,52
221	SCUOLE MATERNE	Cardeto	2,1725	7,0823	81688	1254	-64646	65	0,72	2,6
230	CVA	S. Efebo	3,8437	12,530	24718	1191	-8533	21	0,977	3,65
231	EDIFICI PER LO SPORT	Camposcuola Casagrande	10,295	33,562	45023,15	3258	-747	14	3,49	12,74
234	EDIFICI PER LO SPORT	Palazzetto dello Sport	59,78	194,89	163754	9729	-31536	14	10,7	30,06
241	UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUB	Ex Foresteria	20,643	67,296	90775	7463	11147	12	3,5	11,41
398	SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare	2,2090	7,2014	35832	744	-28058	48	3,31	11,42
404	EDIFICI PER LO SPORT	Piscina+Stadio	95,864	312,52	870857	4E+05	3E+06	2	100	600
417	BIBLIOTECHE	pane e cioccolato	6,0856	19,839	49609	3030	-8431	16	0	0
427	UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUB	CSM	14,357	46,803	62254	5537	12993	11	6,9	22,8
			321,4	1047,8	1981746	520075		3,8	172,65	821,38

## Indicatori di consumo

			Ind. Termico Wh/mq*GG		Ind. Elettrico KWh/mq	
ASILI NIDO	Arcobaleno	TERNI	22,6	ALTO	23,9	NORMALE
ASILI NIDO	Asilo nido	ORVIETO	40,2	ALTISSIMO	45,9	MEDIO BASSO
ASILI NIDO	Asilo Nido "Rataplan"	TERNI	22,9	NORMALE	19	MEDIO BASSO
ASILI NIDO	PeterPan	TERNI	16,6	BASSO	24,0	NORMALE
ASILI NIDO	Il cucciolo	TERNI	23,8	NORMALE	50,5	ALTISSIMO
ASILI NIDO	Pollicino	TERNI	16,8	BASSO	21,2	MEDIO BASSO
ASILI NIDO	Radice	TERNI	19,1	MEDIO BASSO	13,9	BASSO
ASILI NIDO	Casa di Alice	TERNI	14,8	BASSO	9,1	BASSO
ASILI NIDO	Girofondo	TERNI	29,6	ALTO	44,6	ALTISSIMO
BIBLIOTECHE	Biblioteca	ORVIETO	4,73	BASSO	3,58	BASSO
BIBLIOTECHE	Biblioteca	ORVIETO	4,01	BASSO	30	ALTISSIMO
BIBLIOTECHE	pane e cioccolato	ORVIETO	12,2	ALTISSIMO	3,22	BASSO
CVA	La Siviera	TERNI	10,6	NORMALE	20,6	BASSO
CVA	S. Efebo	TERNI	13,2	NORMALE	19,6	BASSO
CVA	Teatro	TERNI	6,48	BASSO	14,0	BASSO
CVA	Centro Polivalente	ORVIETO	32,7	ALTISSIMO	808	ALTISSIMO

## Diagnosi energetiche

			FC	INV	VAN	TR	TEP	CO2	TEPrisp	CO2risp
ASILI NIDO	33	Asilo Nido "Rataplan"	7205	234918	-137002	32	11,89973	38,79313	6,17	22,52

	Classe FS :	Classe GES En. Prim. :
PRIMA INTERVENTO :	G	E
DOPO INTERVENTO :	C	C

			FC	INV	VAN	TR	TEP	CO2	TEPrisp	CO2risp
BIBLIOTECHE	417	pane e cioccolato	3030	49609	-8431	16	6,085551	19,8389	0	0

	Classe FS :	Classe GES En. Prim. :
PRIMA INTERVENTO :	G	D
DOPO INTERVENTO :	D	B

			FC	INV	VAN	TR	TEP	CO2	TEPrisp	CO2risp
CVA	230	S. Efebo	1191	24718	-8533	20,8	3,843684	12,53041	0,977	3,65

	Classe FS :	Classe GES En. Prim. :
PRIMA INTERVENTO :	F	C
DOPO INTERVENTO :	D	C

**INVESTIMENTO (Euro)** 1981746,15    **FLUSSO DI CASSA (Euro/anno)** 520075    **TR (anni)** 3,81

	ENERGIA PRIMARIA (TEP/anno)	CO2 emessa (T/anno)
<b>SITUAZIONE ATTUALE :</b>	321,41	1047,8
<b>DOPO INTERVENTI :</b>	148,76	226,429
<b>GUADAGNO AMBIENTALE</b>	172,647	821 <b>PARI AL : 78,4 %</b>

Nel Flusso di cassa (reale risparmio economico dovuto a risparmio di TEP di energia primaria) possono essere considerati, per i primi cinque anni e nel caso che gli interventi vengano effettuati da una ESCO o Società distributrice di energia, i proventi derivati dallo scambio di Certificati Bianchi. Nel caso di un valore corrente dei CB di 96 Euro/TEP si avrebbe:

TR (anni) = 3,651

## Classi di fabbisogno

### CLASSI DI FABBISOGNO E CONSUMI (FES , CESEpr) IN ZONA CLIMATICA "D"

categoria	FES	FESh2o	FESel	CESel	CEStot	CLASSI DI FES PER CATEGORIA DI EDIFICIO							
<b>ASILI NIDO</b>	163,23	4,71551	24,878	63,79	231,7	A	B	C	D	E	F	G	
						0	25	49	73	98	125	245	> 245
<b>BIBLIOTECHE</b>	0	0	0	0	0	A	B	C	D	E	F	G	
						0	25	0	0	0	125	0	> 0
<b>CASA</b>	205,32	0,41695	11,875	30,45	92,75	A	B	C	D	E	F	G	
						0	25	38	57	77	125	192	> 192
<b>EDIFICI PER LO SPORT</b>	242,84	20,7672	83,680	175,7	351,2	A	B	C	D	E	F	G	
						0	25	41	61	82	125	205	> 205
<b>MUSEI E MOSTRE</b>	253,03	0,44887	57,013	146,2	258,4	A	B	C	D	E	F	G	
						0	25	42	63	84	125	210	> 210
<b>PALESTRE SCOLASTICHE</b>	0	0	0	0	0	A	B	C	D	E	F	G	
						0	25	0	0	0	125	0	> 0

categoria	FES	FESh2o	FESel	CESel	CEStot	CLASSI DI FES PER CATEGORIA DI EDIFICIO							
<b>SCUOLE ELEMENTARI</b>	111,17	5,64445	12,601	30,55	109	A	B	C	D	E	F	G	
						0	25	33	50	67	125	167	> 167
<b>SCUOLE MATERNE</b>	143,94	7,56317	22,239	57,02	208,5	A	B	C	D	E	F	G	
						0	25	44	66	88	125	220	> 220
<b>SCUOLE MEDIE</b>	140,69	4,70444	19,185	55,85	154,9	A	B	C	D	E	F	G	
						0	25	29	44	59	125	147	> 147
<b>UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUBBLICO</b>	171,49	5,04303	29,111	91,47	234,5	A	B	C	D	E	F	G	
						0	25	35	53	71	125	177	> 177

CLASSI DI FABBISOGNO E DI CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA PER TUTTI GLI EDIFICI PUBBLICI IN ZONA CLIMATICA "D"

	FES KWh/mq		CES Epr KWh/mq	
A	0	25	0	57
B	25	49	57	115
C	49	73	115	173
D	73	98	173	231
E	98	125	231	289
F	125	245	289	347
G	>	245	>	347

## Fabbisogno specifico di energia termica

Il FES è l'energia termica  $Q_H$  necessaria per riscaldare il volume  $V$  dell'edificio per tutto il periodo di riscaldamento (nel nostro caso 15 novembre – 15 aprile) tenendo conto delle temperature medie mensili definite dal DPR 412/93 e riferite alla località dove è situato l'edificio diviso la superficie utile calpestabile ( $KWh/m^2*anno$ )

DATI GENERALI DELL'EDIFICIO	
Volume lordo riscaldato ( $m^3$ )	V
Superficie esterna che delimita il volume V ( $m^2$ )	S
Comune	
Numero di gradi giorni	GG
Rapporto di forma	S/V
Cd limite ( $W/m^3K$ )	$Cd_{lim}$
Superficie utile calpestabile ambienti riscaldati ( $m^2$ )	$S_{ut}$

201 Città TERNI CAP 05100 Delle palme n° telefono 305140

Tipo Edificio ASILI NIDO Nome edificio Il cucciolo Categoria E.7 anno di costruzione

Tipologia costruttiva Cemento armato

Superficie 579 mq Superficie utile 319 mq Volume 957

Impianto termico caldaia tradizionale a gasolio

Potenza impianto 73 KW Combustibile Gasolio

Tipo condizionamento Potenza condizionamento 0 KWfr

Consumi termici 4194 Consumi elettrici 16104 KWh GG: 1650 Zona: D

Dati Impiantistici Trasmittanze

N° ordine 38 Città TERNI CAP 05100 Via Via Narni, 182 N° telefono 0744

EDIFICIO ASILI NIDO NOME Asilo Nido "Rataplan" Ulteriori Informazioni

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA Cemento armato e vetro; muro in mattoni pieni su cui poggiano le pareti in vetro singolo (40 cm h; 30 cm d)

Lat: 42°34'5"16N Long: 12°34'5"88E Alt: 130 S/V 1,13

Superficie (m2) 2476 Volume (m3) 2200 Superficie ut.(m2) 710

Anno di costruzione 1975 Descrizione Impianto termico Impianto termico tradizionale a gasolio - radiatori in ghisa vecchi di 30 anni Potenza nominale kW 130

Potenza impianto (KW) 130 Combustibile GASOLIO

Condizionamento  Tipo cond. Assente Potenza cond. (KWf) 0

Consumi termici 10423 Consumi elettrici (KWh) 13456 TEP energia primaria 11,8997 CD2 (T emesse\*anno) 38,7931

INDICATORE NORMALIZZATO DI CONSUMI DI ENERGIA TERMICA (IENterm) (Wh/mq\*GG\*anno)

INDICATORE NORMALIZZATO DI CONSUMI DI ENERGIA ELETTRICA (IENel) (KWh/mq\*anno)

Min. 16,414 Medio 21,502 Max. 29,61

Min. 9,0950 Medio 25,89 Max. 50,483

Indicatore di consumo 22,891 NORMALE

Indicatore di consumo 18,95 MEDIO/BASSO

Cdlim 1,05 VERIFICA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

Energia dispersa per trasmissione (KWh)	$Q_T$
Energia dispersa per ventilazione (KWh)	$Q_V$
Apporto di energia dovuto alle sorgenti interne (KWh)	$Q_I$
Contributo dovuto alle radiazioni solari (KWh)	$Q_S$
Totale energia dispersa (KWh)	$Q_D = Q_T + Q_V$
Totale contributi gratuiti (KWh)	$Q_G = Q_I + Q_S$
Fattore di utilizzo	$\mu_g = 1 - 0,3 \times Q_G / Q_D$
<b>Fabbisogno energetico stagionale (KWh)</b>	<b><math>Q_H = Q_D - \mu_g \times Q_G</math></b>

$$FES = Q_H / S_{ut} \text{ (KWh/m}^2\text{)}$$

Il numero di gradi giorno deve essere desunto dalla tabella allegata al DPR 412/93

### **Coefficiente volumico di dispersione termico limite $Cd_{lim}$**

Il valore di  $Cd_{lim}$  è funzione di  $S/V$  e della zona climatica e si determina per interpolazione tra i valori riportati nella tabella (nel nostro caso solo zona climatica D e E)

S/V	D		E	
	GG		GG	
	1401	2100	2101	3000
$\geq 0,2$	0,42	0,34	0,34	0,3
$\leq 0,9$	0,95	0,78	0,78	0,73

Zona D

$$Cd_1 (S/V=0,2) = 0,42 + \frac{0,34 - 0,42}{2100 - 1401} \times (GG - 1401)$$

$$Cd_2 (S/V=0,9) = 0,95 + \frac{0,78 - 0,95}{2100 - 1401} \times (GG - 1401)$$

$$Cd_{lim} = Cd_1 + \frac{S/V - 0,2}{0,9 - 0,2} \times (Cd_2 - Cd_1)$$

Zona E

$$Cd_1 (S/V=0,2) = 0,34 + \frac{0,3 - 0,34}{3000 - 2101} \times (GG - 2101)$$

$$Cd_2 (S/V=0,9) = 0,34 + \frac{0,73 - 0,78}{3000 - 2101} \times (GG - 2101)$$

$$Cd_{lim} = Cd_1 + \frac{S/V - 0,2}{0,9 - 0,2} \times (Cd_2 - Cd_1)$$

Se il rapporto  $S/V$  è minore a 0,2 o maggiore di 0,9 si assumono i valori rispettivamente  $Cd_1$  e  $Cd_2$

## Energia dispersa per trasmissione attraverso l'involucro – Q<sub>T</sub>(KWh)

### Superfici opache

Norma UNI7357, UNI10344, UNI10351, UNI10355

i	Elementi strutturali	Descrizione	S <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )	U <sub>i</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	H <sub>Toi</sub> = S <sub>i</sub> *U <sub>i</sub> (W/K)
1	Pareti esterne				
\					
n					
n+1	Sottofinestre				
\					
\					
m					
S <sub>TPvo</sub> = Area totale Superfici Opache Verticali			$\sum_{i=1}^m S_i$		
H <sub>TPvo</sub> = Coefficiente dispersione termica Superfici Opache Verticali					$\sum_{i=1}^m U_i * S_i$
m+1	Soffitti				
\					
k					
k+1	Pavimenti				
\					
\					
j					
S <sub>TPoo</sub> = Area totale Superfici Opache Orizzontali			$\sum_{i=m+1}^j S_i$		
H <sub>TPoo</sub> = Coefficiente dispersione termica Superfici Opache Verticali					$\sum_{i=m+1}^j U_i * S_i$
i	Ponti termici	Descrizione	L <sub>i</sub> (m)	Ψ <sub>i</sub> <sup>1</sup> (W/mK)	H <sub>Tpti</sub> = L <sub>i</sub> *Ψ <sub>i</sub> (W/K)
1					
\					
n					
HTpt = Coefficiente dispersione ponti termici					$\sum_{i=1}^n L_i * \Psi_i$
H <sub>TO</sub> = Coefficiente di dispersione termica superfici opache					$\sum_{i=1}^j U_i * S_i + \sum_{i=1}^n L_i * \Psi_i$

I requisiti minimi per le prestazioni energetiche degli edifici riportati in all. C del D.Lgs. 192/03 sono:

La trasmittanza media delle superfici opache verticali =  $\frac{HT_{pvo}}{ST_{pvo}}$  deve essere < 0,5 W/m<sup>2</sup>K

La trasmittanza media delle superfici opache orizzontali =  $\frac{HT_{poo}}{ST_{poo}}$  deve essere < 0,46

W/m<sup>2</sup>K

<sup>1</sup> Ψ<sub>i</sub> (W/mK) è la trasmittanza lineare dell'elemento i-esimo del ponte termico

## Superfici trasparenti

Norma UNI10345

i	Elementi strutturali	Descrizione	Si (m <sup>2</sup> )	Ui (W/m <sup>2</sup> K)	H <sub>T<i>oi</i></sub> = Si*Ui (W/K)
1	Finestre				
'					
'					
n					
n+1	Altre superfici				
'					
'					
m					
S <sub>TT</sub> =Area totale Superfici Trasparenti Verticali			$\sum_{i=1}^m Si$		
H <sub>TT</sub> = Coefficiente dispersione termica Superfici Trasparenti				$\sum_{i=1}^m Ui * Si$	

La trasmittanza media delle superfici trasparenti =  $\frac{HTT}{STT}$  deve essere < 3,1 W/m<sup>2</sup>K

Il coefficiente di dispersione termica dell'involucro sarà:

$$H_T = H_{TO} + H_{TT}$$

Coefficiente di dispersione termica di progetto (W/m<sup>3</sup>K) **Cd = H<sub>T</sub>/V deve essere < Cd<sub>lim</sub>**

L'energia termica scambiata per trasmissione con l'ambiente esterno nel periodo di riscaldamento invernale si calcola:

$$Q_T = 8600 * H_T * \sum_{i=1}^n Ni * \Phi_i \text{ (MJ)} = 8600 * H_T * \sum_{i=1}^n Ni * \Phi_i / 3,6 \text{ (KWh)}$$

N<sub>i</sub> = numero di giorni del mese i-esimo

n = numero di mesi del periodo di riscaldamento

8600 = numero di secondi nel giorno

H<sub>T</sub> = Coefficiente di dispersione termica per trasmissione tra l'ambiente esterno dell'involucro

Φ<sub>i</sub> = differenza media mensile tra l'aria esterna e l'interno.

I dati climatici sono deducibili dalla norma UNI 10349

Città	T progetto	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Tms	Giugno	Luglio	Agosto
ORVIETO	20	11,3	6,6	6,7	7,6	10,7	13,6	9,7	23	31	29
TERNI	20	11,3	6,6	6,7	7,6	10,7	13,6	9,7	23,4	27,6	31

		MATERIALI		CALCOLO TRASMITTANZE									
N° ORDINE	Tipo	Esposizione	Correzione	mq	mq corretti	U	delta t	Q	HT	Qi			
201	PVO PARETE ESTERNA	N	1,2	234	280,8	0,47	22	2903,47	109,98	1771,509			
				m	0	Fi	0	0	0	0			
N° ORDINE	Tipo	Esposizione	Correzione	mq	mq corretti	U	delta t	Q	HT	Qi			
201	PVO SOTTOFINESTRA	N	1,2	6,3	7,56	0,75	22	124,74	4,725	76,1082			
				m	0	Fi	0	0	0	0			
N° ORDINE	Tipo	Esposizione	Correzione	mq	mq corretti	U	delta t	Q	HT	Qi			
201	POO PONTE TERMICO	OR	1	0	0	0	22	0	37,2	599,2009			
				m	12	Fi	3,1	818,4	0	0			
N° ORDINE	Tipo	Esposizione	Correzione	mq	mq corretti	U	delta t	Q	HT	Qi			
201	CT SERRAMENTA	S	1	22	22	2,54	22	1229,36	55,88	900,09			
				m	0	Fi	0	0	0	0			
N° ORDINE	Tipo	Esposizione	Correzione	mq	mq corretti	U	delta t	Q	HT	Qi			
201	POO SSV	OR	1	217	217	2,61	10	5663,7	566,37	91228,34			
				m	0	Fi	0	0	0	0			
N° ORDINE	Tipo	Esposizione	Correzione	mq	mq corretti	U	delta t	Q	HT	Qi			
0			0	0	0	0	0	0	0	0			
				m	0	Fi	0	0	0	0			
CALCOLO		QT = Energia scambiata con l'esterno dall'involucro nel periodo di riscaldamento (MJ)		53391,34	HT = Coefficiente di dispersione per trasmissione (W/K)		322,49						
		QG = Energia scambiata verso terra nel periodo di riscaldamento (MJ)		91228,34	HG = Coefficiente di dispersione verso terra (W/K)		566,37						

## Calcolo delle trasmittanze

La trasmittanza di una struttura opaca può essere calcolata:

$$U = \frac{1}{R} \text{ (W/m}^2\text{K) dove R è la resistenza termica della struttura ( m}^2\text{K/W)}$$

$$R = \frac{1}{\sum_i \frac{s_i}{\lambda_i}} + R_l \text{ con } s_i \text{ lo spessore in m dell'i-esimo strato della struttura e } \lambda_i \text{ la conduttività}$$

dello strato, con  $R_l$  si intende la resistenza termica liminare. Possiamo considerare  $R_l=0,166$  per pareti opache verticali,  $0,234$  per solai su vespaio,  $0,150$  per le coperture.

In Appendice A, a titolo di esempio, si riportano i calcoli di trasmittanze di [superfici opache](#) e [ponti termici](#) delle tipologie strutturali tipiche.

La trasmittanza di una struttura trasparente può essere calcolata:

$$U = \frac{A_g * U_g + A_f * U_f + \Psi_g L_g}{A_c + A_f} \text{ dove:}$$

$$U_g = \text{trasmittanza termica dell'elemento vetrato} = (R_e + \sum_{i=1,n} r_i * d_i + \sum_{k=1,n-1} R_{sk} + R_i)$$

- $R_e$ =resistenza termica superficiale esterna ( $R_e=1/h_e$ )
- $R_i$ = resistenza termica superficiale interna ( $R_i=1/h_i$ )
- $d$ = spessore del vetro (m)
- $r$ =resistività della lastra di vetro (mK/W)
- $R_s$ = resistenza termica dello spazio racchiuso tra le lastre di vetro (prospetto 2.XVIII norma UNI 10345)
- $n$ =numero di lastre di vetro
- in genere  $h_e=25$  e  $h_i=3,6+4,4\varepsilon/0,837$  con  $\varepsilon$  (remissività del vetro) = 0,837

$$U_f = \text{trasmittanza termica del telaio (prospetto 2.XX, 2.XXI, 2.XXII norma UNI 10345)}$$

$\Psi_g$  = trasmittanza lineica (nulla per i vetri singoli) dovuta alla presenza del distanziatore tra i vetri (prospetto 2.XXIII norma UNI 10345)

$L_g$  = lunghezza perimetrale dell'elemento vetrato

$A_g$  = area del vetro

$A_f$  = area del telaio

In [Appendice A](#), a titolo di esempio, si riportano delle tipologie strutturali tipiche.

Per il caso di edifici costruiti prima del 1978, qualora non si possano fare valutazioni precise di calcolo sulla base di dati derivanti da ispezioni o altre fonti attendibili, si possono usare le indicazioni riportate in Appendice B e derivate da indicazioni del [CTI – R 03/3](#).

### Energia dispersa per ventilazione – $Q_v$ (KWh)

Norma UNI 10344

$$Q_v = 8600 * H_v * \sum_{i=1}^n N_i * \Phi_i \text{ (MJ)} = 8600 * H_v * \sum_{i=1}^n N_i * \Phi_i / 3,6 \text{ (KWh)}$$

$N_i$  = numero di giorni del mese i-esimo

$n$  = numero di mesi del periodo di riscaldamento

8600 = numero di secondi nel giorno

$H_v$  = Coefficiente di dispersione termica per ventilazione

$\Phi_i$  = differenza media mensile tra l'aria esterna e l'interno.

### $H_v = c_p * \rho * \varphi$

$c_p$  = capacità termica dell'aria (valore di riferimento 0 1000 j/KgK)

$\rho$  = massa volumica dell'aria (valore di riferimento 0 1,2 kg/m<sup>3</sup>)

$\varphi$  = portata d'aria volumetrica (m<sup>3</sup>/sec) =  $n * V / 3600$  dove V è il volume riscaldato e n il numero di ricambi di aria ogni ora (prospetto II UNI 10344)

### Apporti energetici dovuti alle sorgenti interne- $Q_i$ (KWh)

Norma UNI 10344

Sono dei valori convenzionali in funzione dell'utilizzazione dell'edificio e si ricavano dal prospetto n° DIII della UNI 10344.

L'apporto energetico è dovuto dalle persone e alle apparecchiature elettriche presenti e alle caratteristiche di utilizzazione degli spazi .

$$Q_i = 8600 * \sum_{i=1,n} N_i * q \text{ (MJ)} = 8600 * \sum_{i=1,n} N_i * q / 3,6 \text{ (KWh)}$$

$N_i$  = giorni del mese i-esimo

$q$  = valori globali degli apporti interni come dal prospetto seguente

	Apporti globali	Unità di misura
Appartamento di superficie lorda in pianta S fino a 200 m <sup>2</sup>	6 – 0,02*S	W/m <sup>2</sup>
Appartamento di superficie lorda in pianta S maggiore di 200 m <sup>2</sup>	450	W
Edifici adibiti ad uffici	6*S	W/m <sup>2</sup>
Edifici adibiti ad attività commerciali	8*S	W/m <sup>2</sup>

Dove S rappresenta l'area in pianta dell'edificio<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Corrisponde alla nostra  $S_{utile}$  ed è la superficie degli ambienti riscaldati

## Apporti energetici dovuti all'irraggiamento solare - $Q_s$ (KWh)

UNI 10344

**L'apporto energetico dovuto all'irraggiamento solare può essere definito :**

$$Q_s = Q_{SE} + Q_{SI}$$

$Q_{SE}$  = contributo dovuto alla radiazione incidente sulla superficie esterna dei componenti opachi

$Q_{SI}$  = Contributo dovuto alla radiazione incidente sulla superficie interna dei componenti opachi dopo essere penetrata nella zona attraverso i componenti trasparenti.

Ambedue i contributi possono essere calcolate con :

$$Q_s = \sum_k N_k * \left( \sum_{j=1}^e q_{sj} * \left( \sum_{i=1}^v A_{ei} \right) \right)$$

$N_k$  = giorni del k-esimo mese

$e$  = numero di esposizioni

$v$  = numero di superfici per esposizione

$q_{sj}$  = Irradiazione media del mese k-esimo sulla j-esima esposizione

$A_{ei}$  = area equivalente della superficie i-esima della j-esima esposizione

Dal Prospetto X UNI 10349

Irradiazione media giornaliera ( $J/m^2$ ) nel comune di Terni Orvieto

Città	esposizione	nov.	dic.	gen..	Febbr.	Marzo	Aprile	Giugno	Luglio	Agosto
TERNI	S	10,6	8	9,5	10,2	11,4	9,5	9,5	9,5	9,5
TERNI	SO-SE	8,5	6,3	7,5	8,7	10,9	10,6	10,6	10,6	10,6
TERNI	E	5,2	3,7	4,5	6	8,9	10,2	10,2	10,2	10,2
TERNI	NO-NE	2,5	1,8	2,2	3,4	5,6	7,7	7,7	7,7	7,7
TERNI	N	2,2	1,7	2	2,7	3,9	5,3	5,3	5,3	5,3
TERNI	OR	3,6	2,3	2,9	4,3	7,2	8,4	8,4	8,4	8,4
TERNI	O	5,2	3,7	4,5	6	8,9	10,2	10,2	10,2	10,2

Città	esposizione	nov.	dic.	gen..	Febbr.	Marzo	Aprile	Giugno	Luglio	Agosto
ORVIETO	E	5,2	3,7	4,5	6	8,9	10,2	10,2	10,2	10,2
ORVIETO	NO-NE	2,5	1,8	2,2	3,4	5,6	7,7	7,7	7,7	7,7
ORVIETO	N	2,2	1,7	2	2,7	3,9	5,3	5,3	5,3	5,3
ORVIETO	OR	3,6	2,3	2,9	4,3	7,2	8,4	8,4	8,4	8,4
ORVIETO	O	5,2	3,7	4,5	6	8,9	10,2	10,2	10,2	10,2
ORVIETO	S	10,6	8	9,5	10,2	11,4	9,5	9,5	9,5	9,5
ORVIETO	SO-SE	8,5	6,3	7,5	8,7	10,9	10,6	10,6	10,6	10,6

nel caso di  $Q_{SE}$  possiamo esprimere  $A_{ei}$ .

$$A_{ei} = F_{si} * F_{er_i} * A_i * \alpha_i * U_i / h_e$$

$\alpha$  = coefficiente di assorbimento delle radiazioni solari

$h_e$  = coefficiente superficiale

$U$  = trasmittanza termica della parete

Fer = coefficiente che tiene conto del flusso radiativi emesso dalla superficie verso la volta celeste

Fs = fattore di schermatura dovuto ad ostruzioni esterne.

Nel caso di  $Q_{ST}$  possiamo esprimere Aei:

$$A_{ei} = F_s \cdot F_{c_i} \cdot F_{f_i} \cdot g_i \cdot A_i$$

Fc = fattore di riduzione dovuto a schermi interni e/o esterni

g = trasmittanza solare totale dell'elemento

A= area della superficie (uguale a quella dell'apertura realizzata sulla parete).

mero ordine	Tipo	nota	U	superficie	Espos.	Corr.	Sup. vera	Delta T
33	PVO	PONTE TERMICO	0	0	0	1,15	0	0
						m 10	Fi	0,33
33	PVO	PONTE TERMICO	0	0	SO-SE	1,2	0	0
						m 9	Fi	0,33
33	PVO	PONTE TERMICO	0	0	NO-NE	1	0	0
						m 9	Fi	0,33
33	POO	COPERTURA	1,246	1030	OR	1	1030	22
						m 0	Fi	0
33	PVO	PARETE ESTERNA	1,132	70,95	N	1	70,95	22
						m 0	Fi	0
33	PVO	PARETE ESTERNA	1,132	70,95	S	1,2	85,14	22
						m 0	Fi	0
33	POO	SSV	1,416	750	OR	0	0	0
						m 0	Fi	0

CALCOLO
-241922,73809 MJ/anno

ordine	Tipo	nota	S	U	FC	G	FS	alfa	FER	qs
33	PVO	PARETE ESTERNA	70,95	1,132	0	0	0,89	0,3	1	836,5
33	CT	SERRAMENTA	21,2	4,71	0,3	1,82	1	0	0	2212,4
33	CT	SERRAMENTA	17,2	4,71	0,3	1,82	0,86	0	0	2750,8
33	CT	SERRAMENTA	35,8	4,71	0,3	1,82	0,833	0	0	5989,2
33	CT	SERRAMENTA	14,6	4,71	0,3	1,82	0,833	0	0	1843,9
33	CT	SERRAMENTA	45	4,71	0,3	1,82	0,833	0	0	7823,6
33	CT	INGRESSO	7,1	4,73	1	1,82	1	0	0	2469,8
33	CT	INGRESSO	3,55	4,73	1	1,82	0,855	0	0	1892,5
33	CT	INGRESSO	14,2	4,73	0,3	1,82	0,833	0	0	2375,6
33	CT	INGRESSO	14,2	4,73	0,3	1,82	0,833	0	0	2375,6
33	CT	INGRESSO	24,9	4,73	0,3	1,82	0,855	0	0	4329,0
33	CT	SERRAMENTA	75	4,71	0,3	1,82	1	0	0	7826,7
33	PVO	PONTE TERMICO	0	0	1	1	1	0,9	1	0
33	PVO	PONTE TERMICO	0	0	1	1	0,86	0,9	1	0
33	PVO	PONTE TERMICO	0	0	1	1	0,89	0,9	1	0
0			0	0	0	0	0	0	0	0

SUPERFICI TRASPARENTI

SPERFICI OPACHE

AMBEDUE

CALCOLO

-74854 MJ

$Q_{sT} = S \cdot U \cdot FC \cdot G \cdot FS \cdot Ir \cdot m \cdot Ng$ 
 $Q_{sO} = S \cdot U \cdot \alpha \cdot FER \cdot FS \cdot Ir \cdot m \cdot Ng$

Sommatoria(QsT+QsO)

Il fattore di utilizzazione  $\mu_g$  è un coefficiente di riduzione da applicare agli apporti solari ed interni ed è indicato in norma UNI 10344.

$$\text{Per i nostri scopi } \mu_g = 1 - 0,3 * \frac{Q_I + Q_S}{Q_T + Q_V}$$

### FES (KWh/m<sup>2</sup>)

È il fabbisogno energetico specifico e dovrà essere calcolato considerando il solo riscaldamento e quindi le dispersioni termiche dell'involucro, i ponti termici ed i ricambi d'aria ai quali andranno sottratti gli apporti gratuiti ed eventuali Contributi dovuti a componenti bioclimatici (guadagni diretti, serre bioclimatiche, pareti di trombe, ecc.) e sistemi solari attivi (impianti solari ad aria o ad acqua per il riscaldamento)

$$Q_{H1} = (Q_T + Q_V) - \mu_g * (Q_I - Q_S)$$

### Q<sub>H2</sub> = Contributi dovuti a componenti bioclimatici e sistemi solari attivi

$$FES = (Q_{H1} - Q_{H2}) / S_{ut}$$

Per il d.Lgs. 192/05 il fabbisogno di energia termica FES deve essere inferiore ad il fabbisogno limite Q<sub>lim</sub> (KWh/m<sup>2</sup>ut) calcolato con il metodo indicato in All. C.

Nella tabella sottostante sono riportati i valori limite per il fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale per metro quadrato di superficie utile dell'edificio espresso in kWh/m<sup>2</sup> anno.

Per il progetto sono prese in considerazione solo zone climatiche D ed E.

S/V	Fascie climatiche			
	D		E	
	>1401	≤ 2100	> 2101	≤3000
≤0,2	25	40	40	55
≥0,9	85	110	110	145

#### Valori di Q<sub>lim</sub>.

I valori limite riportati in tabella sono espressi in funzione della zona climatica, così come individuata all'articolo 2 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412 e del rapporto di forma dell'edificio S/V.

Per valori di S/V compresi nell'intervallo 0,2-0,9 e, analogamente per gradi giorno (GG) intermedi ai limiti delle zone climatiche riportati in tabella si procede mediante interpolazione lineare.

$$Q_{lim} = f(S/V, GG)$$

$$Q_{lim} = \frac{S/V - 0,2}{0,7} * (Q_{lim2} - Q_{lim1}) + Q_{lim1}$$

Zona climatica D

$$Q_{lim1} = 15 * \frac{GG - 1401}{699} + 25$$

$$Q_{lim2} = 25 * \frac{GG - 1401}{699} + 85$$

## Zona climatica D

$$Q_{lim1} = 15 * \frac{GG - 2101}{899} + 40$$

$$Q_{lim2} = 35 * \frac{GG - 2101}{899} + 110$$

Le condizioni da rispettare indicate dal D.lgs. 192/03 sono essenzialmente:

$$Cd < Cd_{lim}, FES < Q_{lim}$$

Le trasmittanze termiche delle strutture verticali opache. < a:

ZONA CLIMATICA	Dal 1 gennaio 2006 W/m <sup>2</sup> K	Dal 1 gennaio 2009 W/m <sup>2</sup> K
D	0,50	0,40
E	0,46	0,37

Trasmittanze termiche delle strutture orizzontali opache < a:

ZONA CLIMATICA	Dal 1 gennaio 2006 W/m <sup>2</sup> K	Dal 1 gennaio 2009 W/m <sup>2</sup> K
D	0,46	0,37
E	0,43	0,34

Trasmittanza termica delle chiusure trasparenti comprensive degli infissi < a:

ZONA CLIMATICA	Dal 1 gennaio 2006 W/m <sup>2</sup> K	Dal 1 gennaio 2009 W/m <sup>2</sup> K
D	3,1	2,8
E	2,8	2,5

Trasmittanza termica della trasmittanza centrale termica dei vetri. < a:

ZONA CLIMATICA	Dal 1 gennaio 2006 W/m <sup>2</sup> K	Dal 1 gennaio 2009 W/m <sup>2</sup> K
D	2,6	2,1
E	2,4	1,9

REQUISITI DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI ALL. C D. LGS 192/03

TRASMITTANZE TERMICHE DELLA STRUTTURA VALIDI FINO A 01-01-09					
U(W/mqK) UNI 10344 ; UNI 7357			LIMITI		
			D	E	
Verifica Trasmittanze	Strutture verticali opache	1,132	>	0,56	0,46
	Strutture piane opache	1,246	>	0,46	0,43
	Chiusure trasparenti	4,715	>	3,1	2,8
	S00 verso terra o esterno	1,416	>	0,46	0,43
Cd 1,86 > Cclim 1,05 W/mcK					
RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE					
μ 77,2 > μ lim 71,34					
FABBISOGNI (kWh/mqutili* anno)					
Q 337,3 > Qlim 110					

Finalizzati alla certificazione delle qualità energetiche degli edifici, come viene definita dal D.Lgs. 192/05, limitando le considerazioni agli edifici pubblici ed avendo a disposizione un campione molto rappresentativo (tutta la popolazione degli edifici pubblici di proprietà dei maggiori comuni) si può indicare un metodo che possa essere utilizzato dalla Regione Umbria per definire le classi di fabbisogno energetico.

**Classe = f(zona climatica , S/V, tipo di edificio)**

Per zona climatica e tipologia di edifici possiamo definire

$$Q_{lim_{medio}} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{lim_i}}{n} \text{ dove:}$$

$Q_{lim_i}$  =  $Q_{lim}$  dell' $i$ -esimo edificio appartenente alla tipologia scelta

$n$  = dimensione del campione

Possiamo indicare  $Q_{lim_{med}}$  come la soglia superiore della classe di fabbisogno medio, considerando  $Q_{lim_{min}}$  e  $Q_{lim_{max}}$  rispettivamente i valori minimo e massimo di  $Q_{lim}$ , considerando  $\Delta Q = (Q_{lim_{medio}} - Q_{lim_{min}})/3$ , possiamo individuare le classi

## Zona climatica – Tipologia di edificio

	KWh/m <sup>2</sup> ut.	CLASSE
MOLTO BASSO	< 1/4 Q <sub>lim,medio</sub>	<b>A</b>
BASSO	< 1/2 Q <sub>lim,medio</sub> ≥ 1/4 Q <sub>lim,min</sub>	<b>B</b>
MEDIO BASSO	< 3/4 Q <sub>lim,medio</sub> ≥ 1/2 Q <sub>lim,medio</sub>	<b>C</b>
MEDIO	< Q <sub>lim,medio</sub> ≥ 3/4 Q <sub>lim,medio</sub>	<b>D</b>
MEDIO ALTO	≥ Q <sub>lim,medio</sub> < 3/2 Q <sub>lim,medio</sub>	<b>E</b>
ALTO	≥ 3/2 Q <sub>lim,medio</sub> < 2*Q <sub>lim,medio</sub>	<b>F</b>
MOLTO ALTO	≥ 2*Q <sub>lim,medio</sub>	<b>G</b>

Nel nostro caso, per ogni zona climatica potremmo avere delle classi di fabbisogno tipo:

Zona "D" – tutti gli edifici pubblici Q<sub>lim,med</sub> = 98 KWh/m<sup>2</sup> (All. C D.Lgs. 192/05 Q<sub>lim</sub> da 25 a 110 )

MEDIE FABBISOGNI E CONSUMI	Q <sub>lim</sub>	MOLTO BASSO	MEDIO/BASSO	MEDIO/ALTO	ALTISSIMO				
	FES	BASSO	MEDIO	ALTO					
	0	20	41	61	82	123	165	> 165	
		A	B	C	D	E	F	G	
	CES En. Prim	0	61	122	183	245	367	490	490

	KWh/m <sup>2</sup> ut.	CLASSE
MOLTO BASSO	< 20	<b>A</b>
BASSO	< 41 ≥ 20	<b>B</b>
MEDIO BASSO	< 61 ≥ 41	<b>C</b>
MEDIO	< 82 ≥ 61	<b>D</b>
MEDIO ALTO	≥ 82 < 123	<b>E</b>
ALTO	≥ 123 < 165	<b>F</b>
MOLTO ALTO	≥ 165	<b>G</b>

Ad esempio Zona "D" – Asili nido Q<sub>lim,med</sub> = 98 KWh/m<sup>2</sup>

Q <sub>lim,medio</sub> All. C D.Lgs. 192/03 (KWh/mqutile)	A	B	C	D	E	F	G	FES	FES AC	FES UE	CES UE	CES GEP		
ASILI NIDO	98	0	24	49	73	98	147	196	> 196	169,33	4,73675	24,857	63,5188	227,299

	KWh/m <sup>2</sup> ut.	CLASSE
MOLTO BASSO	< 24	<b>A</b>
BASSO	< 49 ≥ 24	<b>B</b>
MEDIO BASSO	< 73 ≥ 49	<b>C</b>
MEDIO	< 98 ≥ 73	<b>D</b>
MEDIO ALTO	≥ 98 < 147	<b>E</b>
ALTO	≥ 147 < 196	<b>F</b>
MOLTO ALTO	≥ 196	<b>G</b>

Per il Calcolo del rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico come da decreto legislativo 192/05 si è usata la seguente relazione:

$$\eta = (75 + 3 \log P_n).$$

## FES<sub>H2O</sub> (KWh/m<sup>2</sup>)

Il FES<sub>acqua calda</sub>, espresso in KWh/m<sup>2</sup><sub>utile</sub>, è il fabbisogno specifico di energia termica utile per la produzione di acqua calda per usi igienico-sanitari e si calcola secondo i seguenti criteri:

Edifici o singole unità immobiliari destinate ad abitazione: il calcolo si effettua attribuendo valori convenzionali di fabbisogno specifico di acqua calda riferiti alla superficie utile, diversificando in relazione alla classe di superficie e con coefficienti correttivi, che tengono conto del numero di servizi installati.

Edifici con destinazione diversa dalle abitazioni. Il calcolo si effettua attribuendo valori convenzionali di fabbisogno specifico per occupante tenendo conto del fattore di occupazione dell'edificio e dell'utilizzo previsto

$FES_{H2O} = Q_{hw} / S_{utile}$  dove  $Q_{hw}$  è il fabbisogno di energia utile per la produzione di acqua calda sanitaria che può essere espresso :

$$Q_{hw} = V'_w * n_{gg} * C * \rho * \Delta t \quad \text{con:}$$

- $V'_w$  Volume di acqua calda sanitaria giornaliero
- $n_{gg}$  Numero di giorni nel periodo di calcolo
- $C$  Calore specifico dell'acqua = 4186 J/kg\*K
- $\rho$  Densità dell'acqua
- $\Delta t$  Differenza di temperatura di erogazione acqua fredda- acqua calda
- $S$  Superficie
- $m'_w$  Fabbisogno specifico di acqua calda sanitaria
- $n_{bagni}$  Numero di bagni
- $N_{pres}$  Presenze medie giornaliere
- $V'_p$  Litri di acqua calda a giorno per persona
- $Q'_{wp}$  Fabbisogno di energia utile per persona al giorno

Per convenzione  $\Delta t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$

EDIFICI DESTINATI AD ABITAZIONE				
	Mj/mq*gg	KWh/mq*gg	n bagni	f bagni
S<50 mq	0,314	0,09	1	1
50<S<120 mq	0,262	0,07	2	1,33
120<S<200 mq	0,21	0,06	>2	1,66
S>200 mq	0,157	0,04		
EDIFICI NON ABITAZIONE				
	MJ/persona*gg			
Alberghi<120	12,6	3,52		
Alberghi<60	6,28	1,76		
Alberghi serv. Com	5,24	1,46		
Collegi	5,24	1,46		
Ospedali	5,24	1,46		
Cliniche serv. Camera	12,6	3,52		
Uffici	2,1	0,59		
Strutture con docce	4,19	1,17		
Scuole	1	0,28		

ACQUA CALDA			
Superficie utile:		319	
N° Presenze/gg	48	KWh/mq*g	0
Giorni presenze:	200	n bagni	0
FES ACQUA CALDA	0	KWh/persona*g:	0,28
	6,741066		

### **Edifici destinati ad abitazione**

Superficie	$m'_w$ (litri/m <sup>2</sup> *giorno)	$Q'_w$ (MJ/m <sup>2</sup> *giorno)	$n_{\text{bagni}}$ $n^\circ$	$f_{\text{bagni}}$ $n^\circ$
$S < 50$	3	0,314	1	1
$50 \leq S < 120$	2,5	0,262	2	1,33
$120 \leq S < 200$	2	0,21	> 2	1,66
$S > 200$	1,5	0,157		

$$V'_w = m'_w * S * f_{\text{bagni}}$$

$$Q_{h,w} = V'_w * n_{\text{gg}} * C * \rho * \Delta t = Q'_w * S * f_{\text{bagni}} * n_{\text{gg}} - \text{Energia prodotta da impianto solare termico}$$

$$FES_{H_2O} = Q_{h,w} / S$$

### **Edifici a destinazione diversa dalle abitazioni**

TIPOLOGIA	$V'_p$ (l/giorno*persona)	$Q'_w$ (Mj/persona*giorno)
Alberghi con bagno/doccia	120 / 60	12,6 / 6,28
Alberghi con servizi comuni	50	5,24
Collegi o altre comunità	50	5,24
Ospedali con servizi comuni	50	5,24
Cliniche con servizi in stanza	120	12,6
Uffici	20	2,1
Stabilimenti con docce	40	4,19

$$Q_{h,w} = Q'_w * N_{\text{pres}} * n_{\text{gg}}$$

$$FES_{H_2O} = Q_{h,w} / S_{\text{ut}}$$

## FES<sub>EE</sub> (KWh/m<sup>2</sup>)

Il fabbisogno di energia elettrica è la quantità di energia necessaria a sopperire le necessità elettriche dell'edificio, compreso il condizionamento estivo.

Il FES<sub>EE</sub> dipende dall'uso dell'edificio e per gli edifici nuovi può essere solo stimato in funzione delle apparecchiature che sono installate; per gli appartamenti può essere preso come riferimento 25 KWh/m<sup>2</sup>.

Nell'ambito del presente progetto è stato assunto il FES<sub>EE</sub> dell'edificio pari alla media dei consumi di energia elettrica della popolazione di edifici pubblici della stessa tipologia esaminati.

	FES <sub>EE</sub> (KWh/m <sup>2</sup> )
ASILI NIDO	25,9
SCUOLE MATERNE	24,94
SCUOLE ELEMENTARI	10,9
SCUOLE MEDIE	19,19
PALESTRE SCOLASTICHE	-
EDIFICI PER LO SPORT	72,93
CVA	12,21
UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUBBLICO	32,06
BIBLIOTECHE	-
MUSEI E MOSTRE	54,53

## FES<sub>FR</sub> (KWh/m<sup>2</sup>)

Il FES<sub>FR</sub> è l'energia frigorifera Q<sub>H</sub> necessaria per raffrescare il volume V dell'edificio per tutto il periodo estivo (mesi Maggio-Agosto) tenendo conto delle temperature medie mensili definite dal DPR 412/93 e riferite alla località dove è situato l'edificio, diviso la superficie utile calpestabile (KWh<sub>fr</sub>/m<sup>2</sup>)

Energia immessa per trasmissione (KWh)	Q <sub>T</sub>
Energia immessa per ventilazione (KWh)	Q <sub>V</sub>
Apporto di energia dovuto alle sorgenti interne (KWh)	Q <sub>I</sub>
Contributo dovuto alle radiazioni solari (KWh)	Q <sub>S</sub>
Totale energia immessa (KWh)	Q <sub>D</sub> =Q <sub>T</sub> +Q <sub>V</sub>
Totale contributi gratuiti (KWh)	Q <sub>G</sub> =Q <sub>I</sub> +Q <sub>S</sub>
Fattore di utilizzo	μ <sub>g</sub> =1-0,3xQ <sub>G</sub> /Q <sub>D</sub>
<b>Fabbisogno energetico stagionale (KWh)</b>	<b>Q<sub>Hfr</sub> = Q<sub>D</sub> + μ<sub>g</sub> x Q<sub>G</sub></b>

$$FES_{FR} = Q_{Hfr} / S_{ut} \text{ (KWh/m}^2\text{)}$$

### **CES (KWh/m<sup>2</sup>)**

Il consumo energetico specifico per il riscaldamento invernale e la produzione di acqua calda sanitaria è calcolato come somma tra il rapporto tra il fabbisogno energetico specifico e il rendimento medio stagionale dell'impianto di riscaldamento e il rapporto tra fabbisogno di energia per la produzione di acqua calda ed il rendimento medio annuo del generatore di calore per la produzione di acqua calda.

$$CES = \frac{FES}{\eta_{ms}} + \frac{FES_{h2o}}{\eta_{h2o}} - \text{Energia specifica per acqua calda sanitaria autoprodotta}$$

L'acqua calda autoprodotta essenzialmente è quella dei pannelli solari.

### **CES<sub>EE</sub> (KWh/m<sup>2</sup>)**

Il consumo specifico di energia primaria per gli usi elettrici (compreso il condizionamento estivo) è ricavato dal rapporto tra il fabbisogno energetico specifico per gli usi elettrici ed il rendimento medio di produzione pari a 0,39.

$$CES_{EE} = (FES_{EE} - \text{Energia E. specifica autoprodotta}) / 0,39$$

L'energia elettrica autoprodotta è essenzialmente quella da pannelli fotovoltaici.

### **CES<sub>Ep</sub> (KWh/m<sup>2</sup>)**

Il consumo energetico specifico globale di energia primaria dell'edificio è ricavato dalla somma del consumo energetico specifico per riscaldamento e acqua calda sanitaria e del consumo specifico di energia primaria per gli usi elettrici.

$$CES_{Ep} = CES + CES_{EE}$$

## Indicatori energetici

Edifici considerati

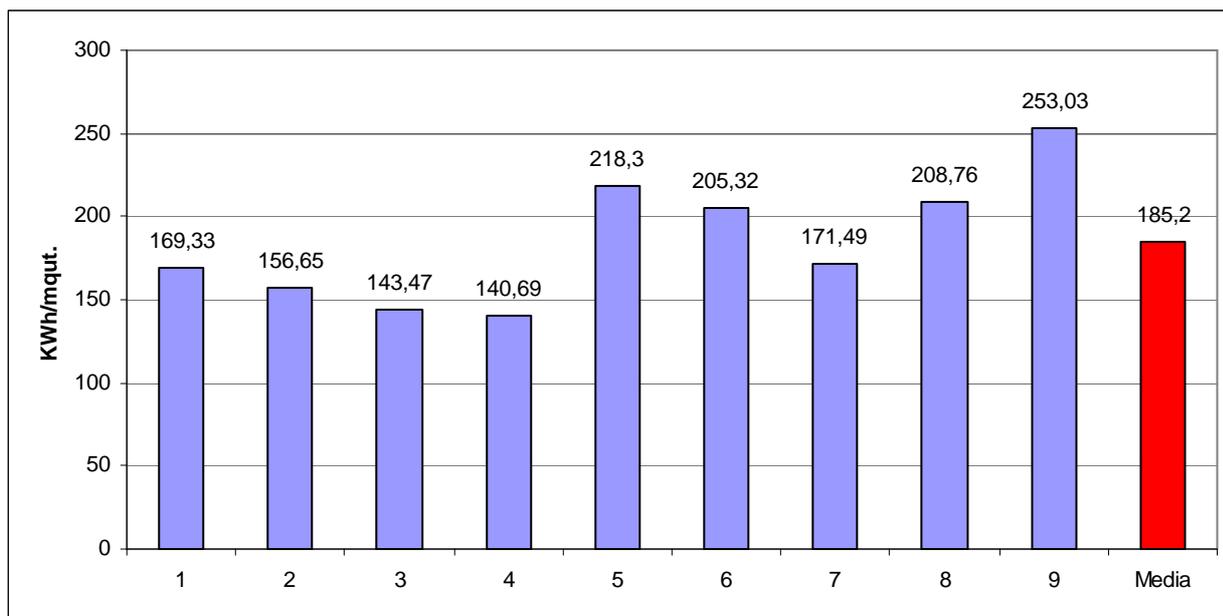
		TERNI	ORVIETO
1	ASILI NIDO	9	1
2	SCUOLE MATERNE	20	4
3	SCUOLE ELEMENTARI	24	5
4	SCUOLE MEDIE	10	2
5	EDIFICI PER LO SPORT	5	5
6	CVA	5	4
7	UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUBBLICO	13	3
8	BIBLIOTECHE	-	3
9	MUSEI E MOSTRE	3	0
		88	27

TOTALE

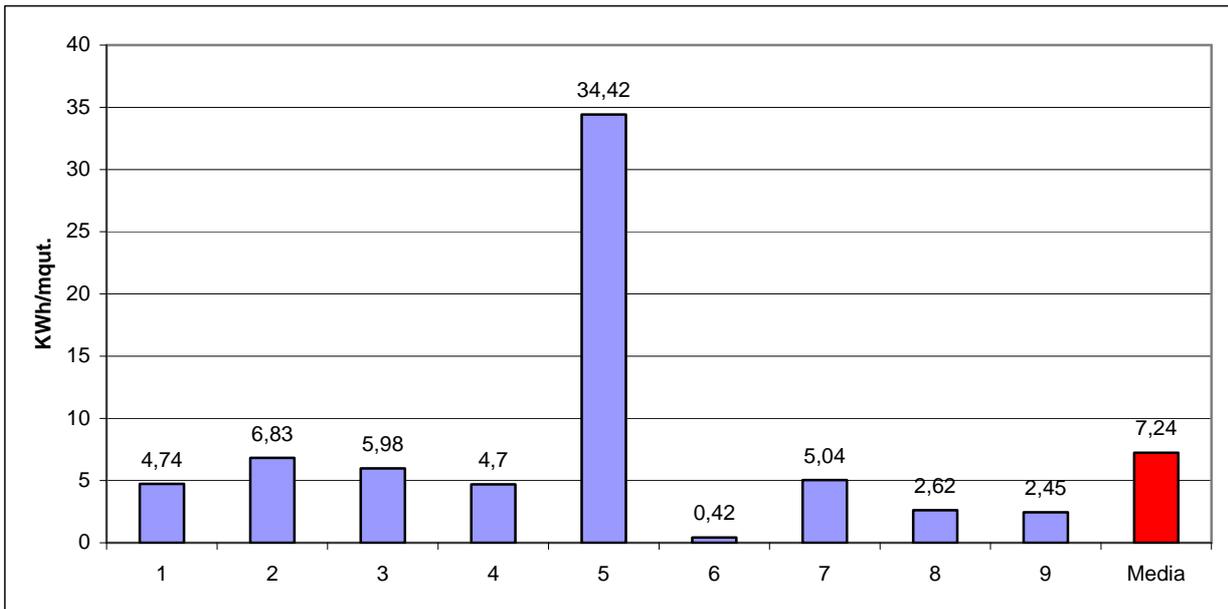
115

Medie di fabbisogni di energia termica ( FES - KWh/m<sup>2</sup><sub>utile</sub>)

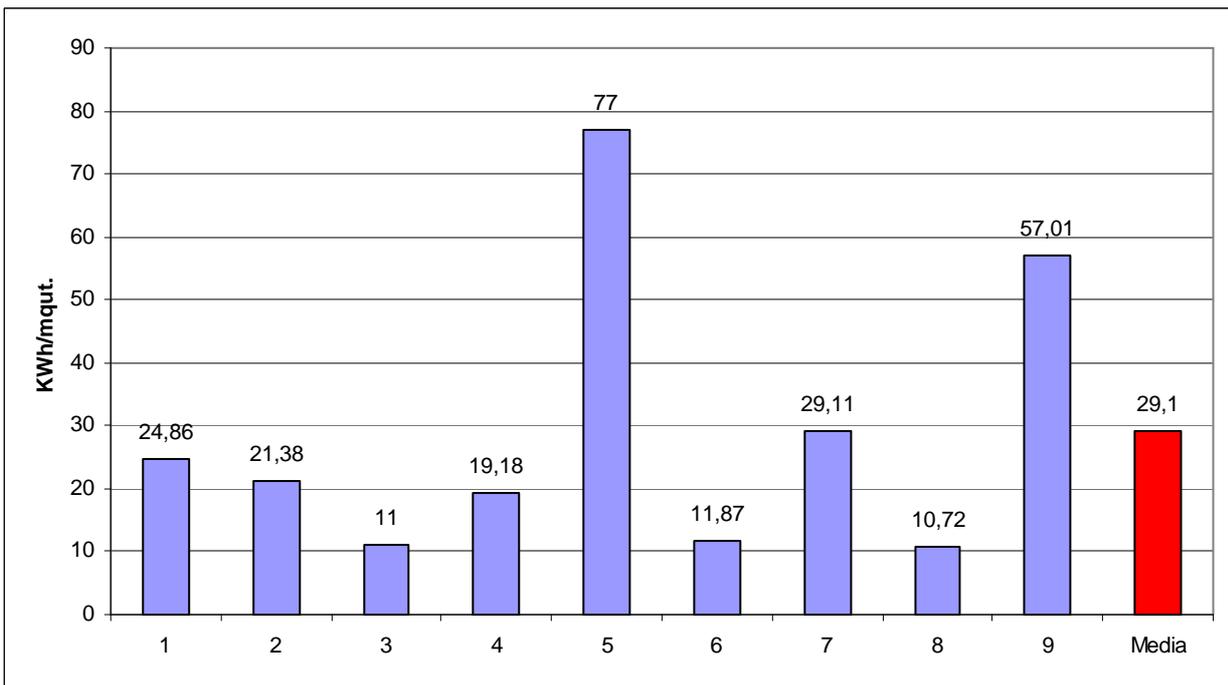
- 1 ASILI NIDO
- 2 SCUOLE MATERNE
- 3 SCUOLE ELEMENTARI
- 4 SCUOLE MEDIE
- 5 EDIFICI PER LO SPORT
- 6 CVA
- 7 UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUBBLICO
- 8 BIBLIOTECHE
- 9 MUSEI E MOSTRE



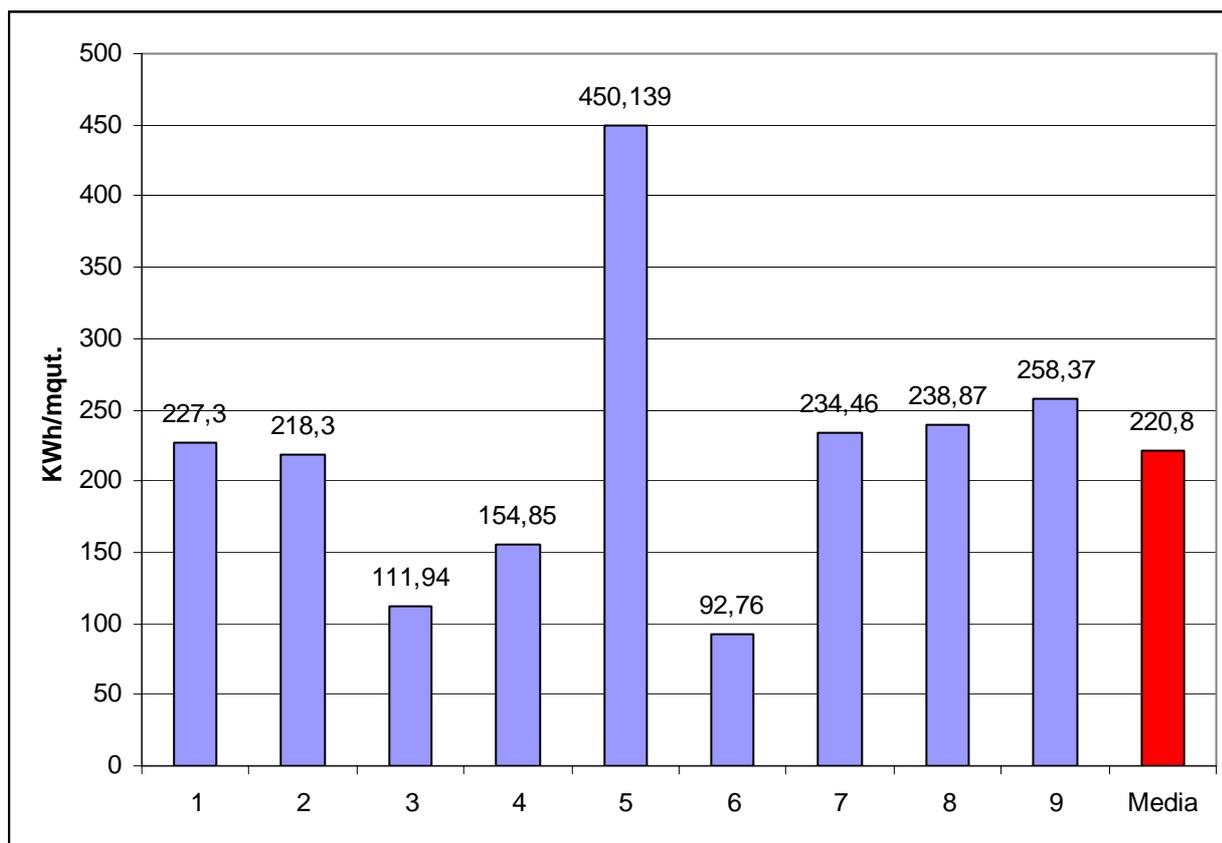
Medie di fabbisogni di energia termica per produzione acqua calda ( FES AC - KWh/m<sup>2</sup>utile)



Medie di fabbisogni di energia per usi elettrici ( FES UE - KWh/m<sup>2</sup>utile)



### Medie di fabbisogni di energia primaria ( CES - KWh/m<sup>2</sup>utile)



### Fabbisogno di energia termica (FES – KWh/m<sup>2</sup>ut.) – numero di edifici

	A	B	C	D	E	F	G
ASILI NIDO	-	-	-	2	3	3	1
SCUOLE MATERNE	-	-	2	1	8	9	4
SCUOLE ELEMENTARI	-	-	1	5	11	8	4
SCUOLE MEDIE	-	-	-	-	7	2	3
EDIFICI PER LO SPORT	-	-	-	-	-	4	6
CVA	-	-	-	1	2	2	4
UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUBBLICO	-	-	1	3	3	3	6
BIBLIOTECHE	-	-	-	-	-	1	2
MUSEI E MOSTRE	-	-	-	1	1	-	1
<b>TOTALE</b>	-	-	4	13	35	32	31

### Fabbisogno di energia primaria (CES – KWh/m<sup>2</sup>ut.) – numero di edifici

		A	B	C	D	E	F	G
1	ASILI NIDO	-	-	4	2	3	-	-
2	SCUOLE MATERNE	-	4	4	6	10	-	-
3	SCUOLE ELEMENTARI	-	2	10	8	6	2	1
4	SCUOLE MEDIE	-	1	6	2	2	-	1
5	EDIFICI PER LO SPORT	-	-	4	3	3	-	-
6	CVA	-	2	2	2	2	1	-
7	UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUBBLICO	-	4	3	3	3	2	1
8	BIBLIOTECHE	-	-	-	3	-	-	-
9	MUSEI E MOSTRE	-	1	-	1	1	-	-
TOTALE		-	14	33	30	30	5	3

### Classe di fabbisogno (FES) per gli edifici pubblici in fascia climatica “D”

(KWh/m <sup>2</sup> utile)	TIPO	CLASSE
< 20	MOLTO BASSO	A
≤ 41	BASSO	B
≤ 61	MEDIO BASSO	C
≤ 82	MEDIO	D
≤ 123	MEDIO ALTO	E
≤ 165	ALTO	F
> 165	MOLTO ALTO	G

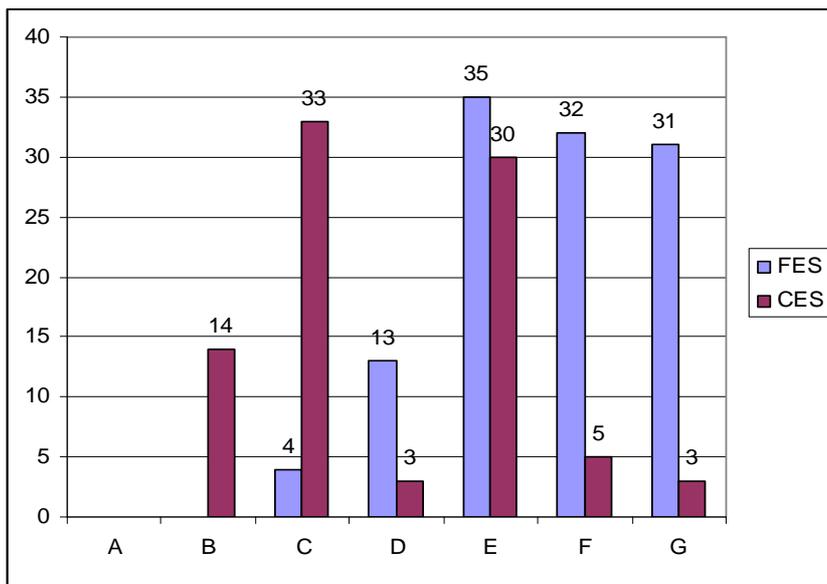
### Classe di fabbisogno (CES) per gli edifici pubblici in fascia climatica “D”

(KWh/m <sup>2</sup> utile)	TIPO	CLASSE
< 61	MOLTO BASSO	A
≤ 122	BASSO	B
≤ 183	MEDIO BASSO	C
≤ 245	MEDIO	D
≤ 367	MEDIO ALTO	E
≤ 490	ALTO	F
> 490	MOLTO ALTO	G

### Classi di fabbisogno energetico (FES) per tipologia di edifici in fascia climatica "D"

Q <sub>lim medio</sub> All. C D.Lgs. 192/03 (KWh/mq/ite)	A	B	C	D	E	F	G	
<b>ASILI NIDO</b>	98	0	24	49	73	98	147	196
<b>SCUOLE MATERNE</b>	89	0	22	44	66	89	133	178
<b>SCUOLE ELEMENTARI</b>	70	0	17	35	52	70	105	140
<b>SCUOLE MEDIE</b>	69	0	17	34	51	69	103	138
<b>PALESTRE SCOLASTICHE</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>EDIFICI PER LO SPORT</b>	91	0	22	45	68	91	136	182
<b>CVA</b>	79	0	19	39	59	79	118	158
<b>UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUI</b>	77	0	19	38	57	77	115	154
<b>BIBLIOTECHE</b>	86	0	21	43	64	86	129	172
<b>Q<sub>lim</sub></b>	<b>82</b>	<b>MOLTO BASSO</b>	<b>MEDIO/BASSO</b>	<b>MEDIO/ALTO</b>	<b>ALTISSIMO</b>			
		<b>BASSO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>				

	FABBISOGNI	CONSUMI
<b>A</b>	0	0
<b>B</b>	0	14
<b>C</b>	4	33
<b>D</b>	13	31
<b>E</b>	35	29
<b>F</b>	32	5
<b>G</b>	31	3



## Indici di consumo $I_{en_r}$ (Wh/m<sup>3</sup>\*GG) e $I_{en_e}$ (Kwh/m<sup>2</sup>)

Gli indici di consumo  $I_{en_r}$  e  $I_{en_e}$  sono degli indicatori caratteristici dell'uso e della conduzione dell'edificio sia per gli usi termici che per gli usi elettrici e derivano dai consumi reali di E. Elettrica e di combustibile (Bollette).

Il metodo è stato estrapolato da un lavoro svolto dal FIRE ed i consumi sono stati corretti (in base al fattore di forma dell'edificio e al numero di ore di funzionamento) con dei cosiddetti fattori di "normalizzazione".

I fattori di normalizzazione usati sono:

$F_e$  detto fattore di normalizzazione del consumo per riscaldamento, tiene conto della forma degli edifici, tale fattore è stato moltiplicato per il consumo specifico per riscaldamento.

S/V	Fe
Minore di 0,4	1,2
Da 0,41 a 0,5	1,1
Da 0,51 a 0,6	1
Maggiore di 0,6	0,9

### Asilo nido - Scuole materne

S/V	Fe
Minore di 0,3	1,2
Da 0,31 a 0,35	1,1
Da 0,36 a 0,40	1
Da 0,41 a 0,45	0,9
Maggiore di 0,45	0,8

### Elementari

S/V	Fe
Minore di 0,25	1,1
Da 0,26 a 0,3	1,0
Da 0,31 a 0,4	0,9

### Medie – Altri edifici

$F_h$  detto fattore di normalizzazione dei consumi di energia, in questo caso vale sia per i consumi di energia elettrica che termica in quanto entrambi dipendono dalle ore di funzionamento dell'edificio, tale fattore è stato successivamente moltiplicato per il consumo specifico di riscaldamento e per il consumo specifico di energia elettrica di ciascun edificio.

h/g	Fh
Minore di 6	1,2
Da 6 a 7	1,1
Da 8 a 9	1
Da 10 a 11	0,9
Maggiore di 11	0,8

Per i confronti tra i consumi di combustibile per riscaldamento si è tenuto conto delle differenze climatiche dei comuni interessati in cui si trovano gli edifici. A tale scopo i consumi sono stati "destagionalizzati" attraverso i gradi giorno che sono ottenuti come sommatoria delle differenze di temperature interna di progetto (20°) e la temperatura

media giornaliera esterna, per tutti i giorni di riscaldamento della stagione invernale di una determinata località.

I consumi specifici corretti con Fe ed Fh vengono denominati Indicatori Energetici Normalizzati per riscaldamento *IENr*. Per la parte consumo di energia elettrica, indicatori Energetici Normalizzati *IENE*, questi ultimi sono semplicemente ricavati dal rapporto tra il consumo medio annuo e la superficie ai piani, normalizzato unicamente rispetto all'orario di funzionamento dell'edificio.

Nelle tabelle sottostanti sono riportati i valori di riferimento del FIRE per la classificazione degli IEN

Espressi in **Wh/m<sup>3</sup>\*GG\*anno** per i consumi termici e **kWh/m<sup>2</sup>\*anno** per i consumi elettrici.

	Buono	Sufficiente	Insufficiente
Asili nido - Materne	Minore di 18,5	Da 18,5 a 23,5	Maggiore di 23,5
Elementari	Minore di 11	Da 11 a 17,5	Maggiore di 17,5
Medie - Altri edifici	Minore di 11,5	Da 11,5 a 15,5	Maggiore di 15,5

**Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per riscaldamento**

	Buono	Sufficiente	Insufficiente
Asili nido - Materne	Minore di 11	Da 11 a 16,5	Maggiore di 16,5
Elementari	Minore di 9	Da 9 a 12	Maggiore di 12
Medie - Altri edifici	Minore di 12,5	Da 12,5 a 15,5	Maggiore di 15,5

**Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per energia elettrica**

**numero ordine**

**Fe**

**Fh**

**Ore anno**

h/g	Fh
<= 6	1,2
7	1,1
8 - 9	1
10 - 11	0,9
> 11	0,8

CALCOLO INDICI DI CONSUMO

Materne/Asili nido

S/V	Fe
<= 0,4	1,2
0,41-0,5	1,1
0,51-0,6	1
< 0,6	0,9

Elementari

S/V	Fe
<= 0,3	1,2
0,31-0,35	1,1
0,36 - 0,40	1
0,41 - 0,45	0,9
> 0,45	0,8

Medie- Superiori- Altri edifici

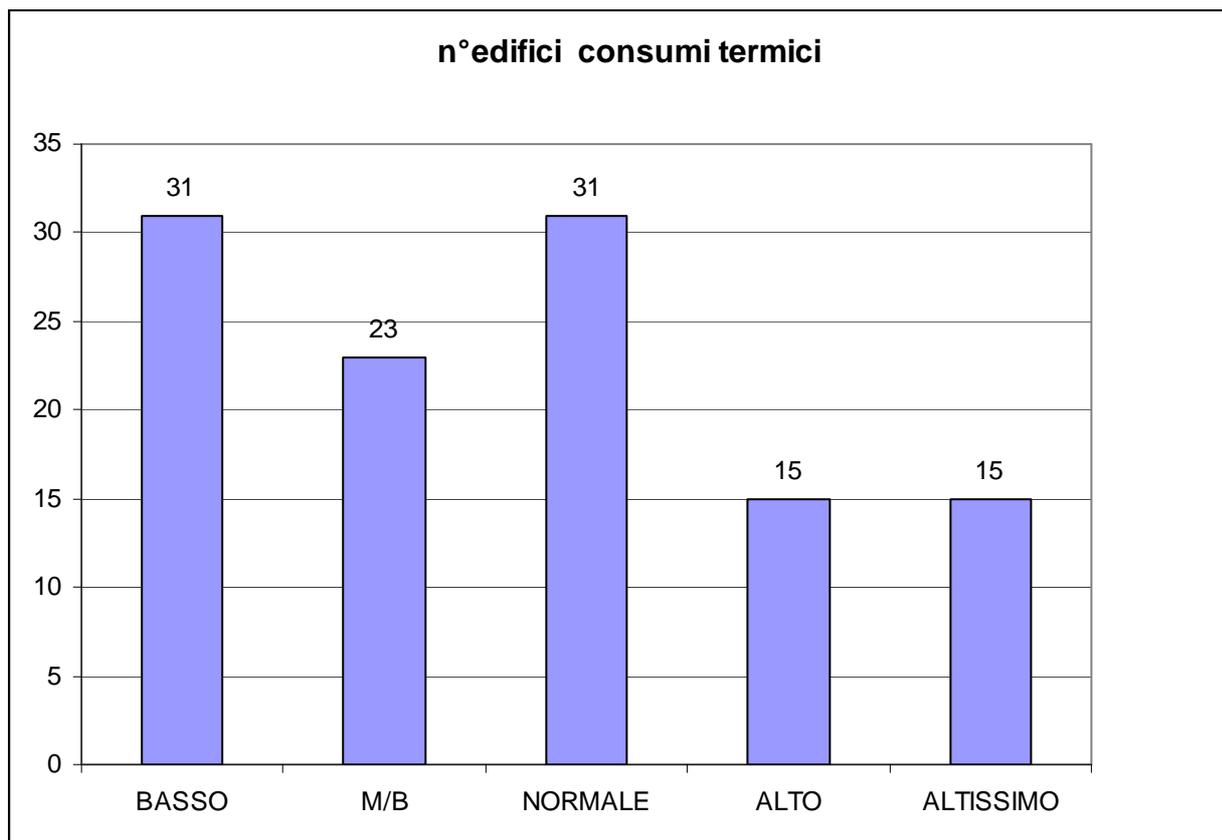
S/V	Fe
<= 0,25	1,1
0,26 - 0,3	1
0,31 - 0,4	0,9
> 0,4	0,8

## Classi di consumo

Gli indicatori di consumo  $I_{en,t}$  e  $E_{in}$  sono stati divisi in cinque classi di merito, da basso ad altissimo, che individuano la qualità di utilizzo e di gestione dell'edificio.

### Indici di consumo medio di energia termica ( $I_{en term. Wh/mc*GG}$ )

		BASSO	M/B	NORMALE	ALTO	ALTISSIMO
1	ASILI NIDO	< 18,05	< 21,32	< 26,4	< 33,27	>= 33,27
2	SCUOLE MATERNE	< 7,98	< 12,073	< 16,86	< 22,344	>= 22,344
3	SCUOLE ELEMENTARI	< 7,66	< 9,98	< 13,76	< 19,01	>= 19,01
4	SCUOLE MEDIE	< 6,99	< 9,78	< 12,55	< 18,04	>= 18,04
5	EDIFICI PER LO SPORT	< 11,95	< 19,56	< 28,07	< 37,5	>= 37,5
6	CVA	< 7,58	< 9,88	< 15,37	< 24,06	>= 24,06
7	UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUBBLICO	< 9,85	< 15,74	< 29,12	< 50	>= 50
8	BIBLIOTECHE	< 5,20	< 6,38	< 8,01	< 10,93	>= 10,93
9	MUSEI E MOSTRE	< 8,37	< 10,11	< 12,42	< 15,30	>= 15,30



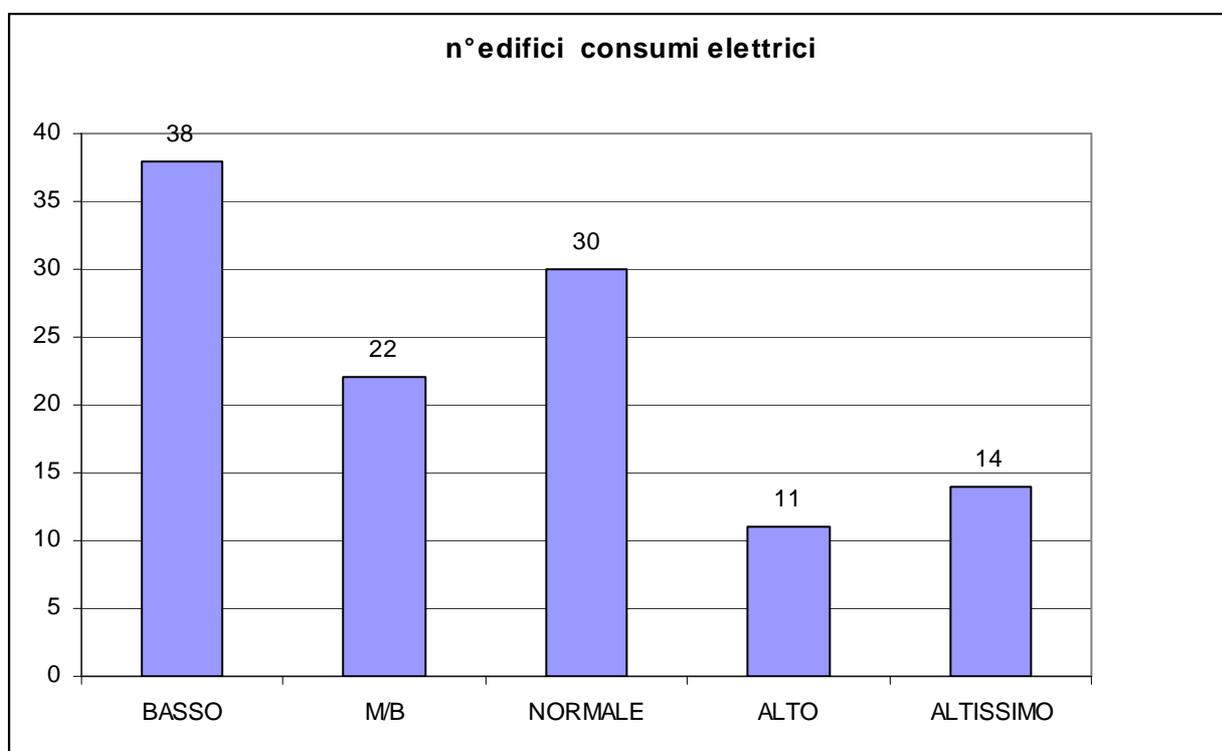
## Consumi termici critici

Consumo medio termico		20,76615	Wh/mc*GG		
ASILI NIDO	Arcobaleno	TERNI	22,59199	Wh/mc*GG	ALTO
SCUOLE MATERNE	Centro Infanzia Valnerina	TERNI	20,58849	Wh/mc*GG	ALTO
SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare Cesi Stazio	TERNI	15,59114	Wh/mc*GG	ALTO
SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare Campitello	TERNI	15,72344	Wh/mc*GG	ALTO
SCUOLE MEDIE	Scuola Media "De Filis"	TERNI	13,31096	Wh/mc*GG	ALTO
SCUOLE MEDIE	Scuola Media "L. Da Vinci"	TERNI	13,44566	Wh/mc*GG	ALTO
UFFICI ISTITUZIONALI PER I	Ex C.R.I. - Vigili Urbani Collesc	TERNI	34,85844	Wh/mc*GG	ALTO
SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare "R. Donate	TERNI	14,23124	Wh/mc*GG	ALTO
SCUOLE MATERNE	Grillo parlante	TERNI	19,56786	Wh/mc*GG	ALTO
ASILI NIDO	Girotondo	TERNI	29,61091	Wh/mc*GG	ALTO
SCUOLE MATERNE	Radice	TERNI	17,6136	Wh/mc*GG	ALTO
SCUOLE MATERNE	Gabelletta	TERNI	20,95632	Wh/mc*GG	ALTO
SCUOLE MATERNE	Asilo nido e scuola materna	ORVIETO	20,37971	Wh/mc*GG	ALTO
EDIFICI PER LO SPORT	Centro Sportivo	ORVIETO	28,1265	Wh/mc*GG	ALTO
EDIFICI PER LO SPORT	Campo Sportivo	ORVIETO	30,57068	Wh/mc*GG	ALTO

Consumo medio termico		35,23272	Wh/mc*GG		
SCUOLE MEDIE	Manassei	TERNI	232,6273	Wh/mc*GG	ALTISSIMO
SCUOLE ELEMENTARI	Teofoli - Vallecaprina	TERNI	30,28881	Wh/mc*GG	ALTISSIMO
MUSEI E MOSTRE	Centro Visite Carsulae	TERNI	18,17113	Wh/mc*GG	ALTISSIMO
SCUOLE MEDIE	Scuola Media "Alterocca"	TERNI	18,04061	Wh/mc*GG	ALTISSIMO
SCUOLE MATERNE	San Clemente	TERNI	22,56482	Wh/mc*GG	ALTISSIMO
SCUOLE MATERNE	San Michele	TERNI	23,93058	Wh/mc*GG	ALTISSIMO
SCUOLE MATERNE	Borgo Rivo	TERNI	27,82928	Wh/mc*GG	ALTISSIMO
SCUOLE ELEMENTARI	Matteotti	TERNI	19,6189	Wh/mc*GG	ALTISSIMO
EDIFICI PER LO SPORT	Camposcuola Casagrande	TERNI	37,61139	Wh/mc*GG	ALTISSIMO
UFFICI ISTITUZIONALI PER I	1° Circoscrizione Tacito	TERNI	70,87023	Wh/mc*GG	ALTISSIMO
ASILI NIDO	Asilo nido	ORVIETO	40,15268	Wh/mc*GG	ALTISSIMO
EDIFICI PER LO SPORT	Piscina+Stadio	ORVIETO	46,93269	Wh/mc*GG	ALTISSIMO
CVA	Centro Polivalente	ORVIETO	32,74348	Wh/mc*GG	ALTISSIMO
BIBLIOTECHE	pane e cioccolato	ORVIETO	12,17427	Wh/mc*GG	ALTISSIMO
SCUOLE ELEMENTARI	xx Settembre	TERNI	24,26093	Wh/mc*GG	ALTISSIMO

**Indici di consumo medio di energia elettrica (len elett. KWh/m<sup>2</sup>)**

		BASSO	M/B	NORMALE	ALTO	ALTISSIMO
1	ASILI NIDO	< 15,41	< 21,72	< 29,99	< 40,24	>= 40,24
2	SCUOLE MATERNE	< 10,106	< 17,58	< 31,12	< 50,74	>= 50,74
3	SCUOLE ELEMENTARI	< 5,32	< 9,81	< 17,68	< 28,9	>= 28,9
4	SCUOLE MEDIE	< 18,74	< 17,065	< 25,055	< 36,71	>= 36,71
5	EDIFICI PER LO SPORT	< 14,22	< 79,103	< 116,71	< 157,05	>= 157,05
6	CVA	< 44,62	< 86,194	< 247,15	< 527,56	>= 527,56
7	UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUBBLICO	< 18,93	< 32,87	< 65,64	< 117,23	>= 117,23
8	BIBLIOTECHE	< 6,84	< 10,46	< 15,81	< 22,9	>= 22,9
9	MUSEI E MOSTRE	< 28,75	< 47,49	< 62,86	< 74,55	>= 74,55



## Consumi elettrici critici

Consumo medio elettrico		12,05142	KWh/mq		
SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare "Battisti"	TERNI	19,5071	KWh/mq	ALTO
SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare Le Grazie	TERNI	21,2069	KWh/mq	ALTO
SCUOLE MEDIE	Scuola Media "L. Da Vinci"	TERNI	31,5962	KWh/mq	ALTO
SCUOLE MATERNE	San Clemente	TERNI	45,0435	KWh/mq	ALTO
SCUOLE MATERNE	San Michele	TERNI	36,5	KWh/mq	ALTO
SCUOLE MATERNE	Valenza	TERNI	31,708	KWh/mq	ALTO
SCUOLE MATERNE	Ex Campeggiani	TERNI	41,0614	KWh/mq	ALTO
SCUOLE MATERNE	L. Nobili	TERNI	31,9672	KWh/mq	ALTO
SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare e scuola ma	ORVIETO	21,8904	KWh/mq	ALTO
EDIFICI PER LO SPORT	Piscina+Stadio	ORVIETO	147,055	KWh/mq	ALTO
UFFICI ISTITUZIONALI PE	CSM	ORVIETO	78	KWh/mq	ALTO

Consumo medio elettrico		29,98485	KWh/mq		
SCUOLE MEDIE	Manassei	TERNI	134,9	KWh/mq	ALTISSIMO
SCUOLE MATERNE	Centro Infanzia Valnerina	TERNI	58,0523	KWh/mq	ALTISSIMO
SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare "Aldo Moro"	TERNI	40,1922	KWh/mq	ALTISSIMO
MUSEI E MOSTRE	Centro Visite Carsulae	TERNI	74,8752	KWh/mq	ALTISSIMO
MUSEI E MOSTRE	Chiesa S. Tommaso	TERNI	86,25	KWh/mq	ALTISSIMO
SCUOLE MEDIE	Istituto Briccialdi-Palazzo Maria	TERNI	48,3731	KWh/mq	ALTISSIMO
ASILI NIDO	Il cucciolo	TERNI	50,4828	KWh/mq	ALTISSIMO
ASILI NIDO	Girtondo	TERNI	44,6038	KWh/mq	ALTISSIMO
SCUOLE MATERNE	Gabelletta	TERNI	70,359	KWh/mq	ALTISSIMO
UFFICI ISTITUZIONALI PE	Palazzo Pierfelici	TERNI	168,817	KWh/mq	ALTISSIMO
EDIFICI PER LO SPORT	Cardeto	TERNI	173,169	KWh/mq	ALTISSIMO
EDIFICI PER LO SPORT	Campo Sportivo	ORVIETO	197,385	KWh/mq	ALTISSIMO
CVA	Centro Polivalente	ORVIETO	807,969	KWh/mq	ALTISSIMO
BIBLIOTECHE	Biblioteca	ORVIETO	30	KWh/mq	ALTISSIMO

## Attestati di qualificazione energetica

Tutti i 115 edifici sono corredati in banca dati di attestato di certificazione energetica come ipertesto.

RAPPORTI FINALI CERTIFICATI ENERGETICI	RAPPORTO FINALE DIAGNOSI ENERGETICHE	RAPPORTO FINALE PROGETTI PRELIMINARI
<a href="#">ASILI NIDO</a>	<a href="#">ASILO NIDO RATAPLAN</a>	<a href="#">ASILO NIDO RATAPLAN</a>
<a href="#">SCUOLE MATERNE</a>	<a href="#">SCUOLA MATERNA CARDETO</a>	<a href="#">SCUOLA MEDIA L. DA VINCI</a>
<a href="#">SCUOLE ELEMENTARI</a>	<a href="#">SCUOLA ELEMENTARE ALDO MORO</a>	<a href="#">MUSEO E MOSTRE cARSULAE</a>
<a href="#">SCUOLE MEDIE</a>	<a href="#">SCUOLA ELEMENTARE C. BATTISTI</a>	<a href="#">PISCINA -STADIO ORVIETO</a>
<a href="#">EDIFICI PER LO SPORT</a>	<a href="#">SCUOLA MEDIA L. DA VINCI</a>	
<a href="#">CVA</a>	<a href="#">CAMPOSCUOLA CASAGRANDE</a>	
<a href="#">UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUBBLICO</a>	<a href="#">EX FORESTERIA</a>	
<a href="#">BIBLIOTECHE</a>	<a href="#">MUSEO E MOSTRE CARSULAE</a>	
<a href="#">MUSEI E MOSTRE</a>	<a href="#">PALAZZO DELLO SPORT</a>	
	<a href="#">CVA S. EFEBO</a>	
	<a href="#">PISCINA - STADIO ORVIETO</a>	
	<a href="#">SCUOLA ELEMENTARE SUGANO - ORVIETO</a>	
	<a href="#">BIBLIOTECA PANE E CIOCCOLATA - ORVIETO</a>	
	<a href="#">CSM - ORVIETO</a>	
		<a href="#">RELAZIONE FINALE</a>

ASILI NIDO	Arcobaleno	TERNI	Progetto municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\ASILI NIDO\ARCOBALENO.F
ASILI NIDO	Asilo Nido "Rataplan"	TERNI	:\progetto municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\ASILI NIDO\RATAPLAN.PD
ASILI NIDO	Il cucciolo	TERNI	:\progetto municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\ASILI NIDO\IL CUCCILO.P
ASILI NIDO	Pollicino	TERNI	:\progetto municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\ASILI NIDO\POLLICINO.PD
ASILI NIDO	Casa di Alice	TERNI	progetto municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\ASILI NIDO\CASA DI ALICE.F
ASILI NIDO	Radice	TERNI	C:\progetto municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\ASILI NIDO\RADICE.PDF
ASILI NIDO	PeterPan	TERNI	:\progetto municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\ASILI NIDO\PETER PAN.PI
ASILI NIDO	Girotondo	TERNI	:\progetto municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\ASILI NIDO\GIROTONDO.PI
ASILI NIDO	Asilo nido	ORVIETO	:\progetto municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\ASILI NIDO\ORVIETO.PDI

***Esempio di attestato di qualificazione energetica***



**ASILI NIDO Arcobaleno**

**Via/Piazza strada delle grazie, 4, 05100 TERNI, Tel. 0744 276808**



<u>DATI GEOGRAFICI</u>		<u>DATI STRUTTURALI</u>	
GRADI GIORNO	1650	CATEGORIA EDIFICIO	E.7
ZONA CLIMATICA	D	ANNO COSTRUZIONE	
ALTEZZA s.l.m	130	SUP. DISPERDENTE (m <sup>2</sup> )	1300
LATITUDINE	42 34'5"16N	VOLUME RISCALDATO (m <sup>3</sup> )	1587
LONGITUDINE	12 34'5"88E	SUPERFICIE UTILE (m <sup>2</sup> )	504
		TEMP. DI PROGETTO (°C)	-2

TIPOLOGIA DELLA STRUTTURA	Cemento armato
---------------------------	----------------

#### IMPIANTI TECNOLOGICI

IMPIANTO TERMICO	caldaia tradizionale a metano
POTENZA INSTALLATA (KW)	88
COMBUSTIBILE	METANO
TIPO DI CONDIZIONAMENTO	/
POTENZA CONDIZ. (KWfr)	0

#### CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI

GENERATORE ALTA EFFICIENZA	/
RADIATORI	tradizionali in ghisa
REGOLAZIONE	Telecontrollo gestito dalla società SIRAM con termostati ambiente e termostato in caldaia
VENTILAZIONE	Naturale
COGENERAZIONE	/
POMPE DI CALORE	/
CONTROLLO ILLUMINAZIONE	/
ILLUMINAZIONE A BASSO CONSUMO	lampade al neon
AUTOMAZIONE IMPIANTI	Timer in caldaia gestito in telecontrollo
FOTOVOLTAICO	/
FOTOVOLTAICO INTEGRATO	
SOLARE PER RISCALDAMENTO	/
SOLARE PER A.C. SANITARIA	/
SOLARE PASSIVO	/
RAFFRESCAMENTO PASSIVO	/
BIOMASSA	/

VERIFICHE DPR 412/93:

	(W/m <sup>2</sup> K)			(W/m <sup>2</sup> K)
Cd =	0,8	<	Cd <sub>lim</sub> =	0,83

All. C D.Lgs. 192/03

	(KWh/m <sup>2</sup> utili)			(KWh/m <sup>2</sup> utili)
FES =	143,79	>	FEP =	102
μ <sub>med,stag</sub> =	76,14	>	μ <sub>i</sub> =	70,83

VERIFICA TRASMITTANZE D.Lgs. 192-03 (UNI 1034; UNI 7357)

	U (W/m <sup>2</sup> K)		D	E
STRUTTURE VERTICALI OPACHE	0,788	>	0,56	0,46
STRUTTURE PIANE OPACHE	1,327	>	0,46	0,43
SPO SU TERRENO O APERTO	1,325	>	0,42	0,43
SERRAMENTI	3,06	<	3,1	2,8

FABBISOGNI E CONSUMI ENERGETICI SPECIFICI

	(KWh/m <sup>2</sup> utile)
FAB. ENERGIA TERMICA (FES)	143,79
FAB. ENERGIA TERMICA PER ACQUA CALDA (FES <sub>h2o</sub> )	4,91
FAB. ENERGIA PER USI ELETTRICI (FES <sub>EE</sub> )	23,93
CONS. ENERGIA PER USI ELETTRICI (CES <sub>EE</sub> )	61,36
CONS. ENERGIA PRIMARIA (CES <sub>Epr</sub> )	210,052

---

	(KWh/m <sup>2</sup> utile)
FAB. ENERGIA TERMICA PER RAFFRESCAMENTO AMBIENTI	78,23
CONS. ENERGIA TERMICA PER RAFFRESCAMENTO AMBIENTI	0

### CLASSE DI FABBISOGNO ENERGETICO (FES)

(KWh/m <sup>2</sup> utile)	TIPO	CLASSE
< 28	MOLTO BASSO	A
≤ 56	BASSO	B
≤ 84	MEDIO BASSO	C
≤ 113	MEDIO	D
≤ 169	MEDIO ALTO	E
≤ 226	ALTO	F
> 226	MOLTO ALTO	G

### CLASSE DI CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA (CES<sub>Epr</sub>)

(KWh/m <sup>2</sup> utile)	TIPO	CLASSE
< 64	MOLTO BASSO	A
≤ 128	BASSO	B
≤ 193	MEDIO BASSO	C
≤ 257	MEDIO	D
≤ 386	MEDIO ALTO	E
≤ 515	ALTO	F
> 515	MOLTO ALTO	G

	KWh/m <sup>2</sup>		
CLASSE FABBISOGNI TERMICI	143,79	CLASSE	E
CLASSE CONSUMI ENERGIA PRIMARIA	210,052	CLASSE	D

### POTENZA DI PUNTA DEL GENERATORE DI CALORE (UNI 10379)

$P_r = 63 \text{ KW}$     $P_{\max} = 180$

LA POTENZA DELL'IMPIANTO TERMICO DOVRA' ESSERE :  $63 < P < 180 \text{ KW}$

### POTENZA FRIGORIFERA NECESSARIA PER IL RAFFRESCAMENTO

$P_{fr} > 54 \text{ KW}_{fr}$

### CONSUMI ENERGETICI

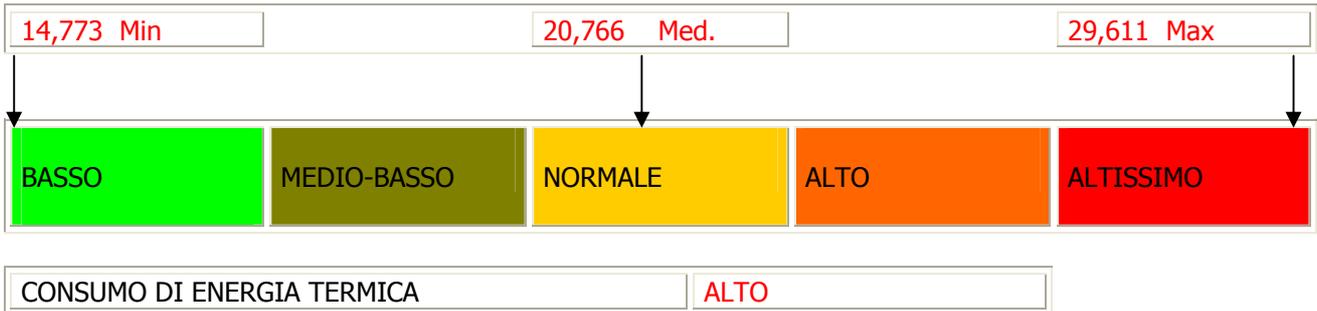
COMBUSTIBILE METANO :	6852 mc
ENERGIA ELETTRICA (KWh)	12060
TEP (10 <sup>7</sup> kcal)	8,31
CO <sup>2</sup> emessa ogni anno (T)	27,1

INDICI DI CONSUMI ENERGETICI NORMALIZZATI (IEN)

IEN termico medio per " ASILI NIDO "(Wh/m <sup>2</sup> *GG*anno	20,766
IEN elettrico medio per " ASILI NIDO "(KWh/m <sup>3</sup> *anno)	25,885

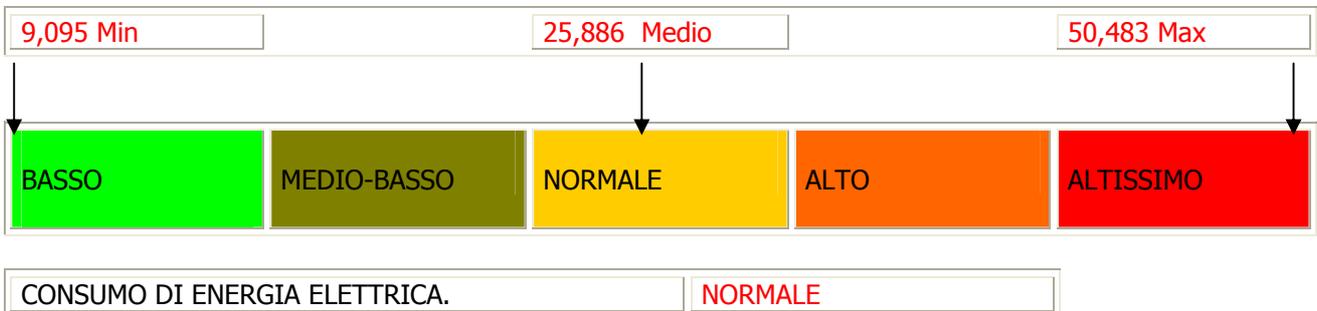
ENERGIA TERMICA

IEN termico = 22,592 (Wh/m<sup>2</sup>\*GG\*anno)



ENERGIA ELETTRICA

IEN elettrico = 23,92857 (KWh/m<sup>3</sup>\*anno)



## Diagnosi energetiche

Sono state eseguite quattordici diagnosi energetiche in ciascuna delle quali, partendo dagli attestati di qualificazione energetica, si sono individuati gli interventi di isolamento degli involucri edilizi in maniera tale da rispettare i valori di trasmittanze limiti individuate dal D. Lgs. 192/05 e tali da riportare la classe di fabbisogno di energia termica a valori  $\leq D$

Si sono individuati ulteriori possibili interventi tendenti a diminuire il CES di energia primaria essenzialmente con l'autoproduzione di energia elettrica (cogenerazione) e l'autoproduzione di acqua calda sanitaria (solare passivo).

Le considerazioni economiche sono riferite esclusivamente alla parte inerente gli interventi di puro isolamento (materiale + messa in opera) e non tengono conto degli oneri di cantiere tipo progettazione, piano di sicurezza, assicurazioni varie ecc.

Dai quattordici edifici diagnosticati si sono individuati:

INTERVENTI	Descrizione di massima degli interventi individuati
Isolamento copertura	Applicazione di onduline sottocoppi con 5 cm di isolante – Materasso poliuretano espanso 7 cm – Poliuretano espanso applicato a spruzzo Poliuretano 5 cm + sughero Polistirolo espanso 3cm + pannello in sughero 4 cm
Isolamento pareti esterne	Cappotto 5 cm di isolante con finitura ad intonaco malta e inerti da 1 cm Cappotto 5 cm + sughero 3 cm interno – Cappotto 7 cm - Rivestimento interno in poliuretano da 7 cm Pannelli di sughero 2 cm
Pareti trasparenti	Infissi in alluminio con taglio termico – Doppi vetri
Isolamento solai	Polistirene isolante 7 cm - 10 cm

In riferimento ai soli interventi di isolamento si possono indicare i valori

TIPO DI INTERVENTO	$\Delta U_{\text{medio}}$	$\text{€}/\text{m}^2_{\text{medio}}$	$\text{€}/\Delta U_{\text{m}^2_{\text{medio}}}$	Tep/ $\text{m}^2$ R.E.	Kg/ $\text{m}^2$ R.E. di CO <sub>2</sub>	Tep R.E.
Isolamento solai	1,273	20,90	16,42	$11,26 \cdot 10^{-3}$	53,55	30,37
Isolamento pareti esterne / interne	0,9	41,25	45,83	$7,93 \cdot 10^{-3}$	37,88	60
Isolamento coperture	1,068	26,66	24,94	$9,46 \cdot 10^{-3}$	45,01	72,82
Isolamento pareti trasparenti	2,08	387,70	161,61	$18,55 \cdot 10^{-3}$	88,30	8,86

Per gli edifici presi in considerazione, per massimizzare i risultati ambientali, occorre intervenire sugli isolamenti delle coperture e delle pareti verticali opache. L'intensità dell'intervento di R.E è doppia per le pareti trasparenti rispetto alle coperture.

### Interventi diagnosticati

#### Scuola elementare "C. Battisti" - Terni

	TIPO	m <sup>2</sup>	U (W/m <sup>2</sup> K) prima	U (W/m <sup>2</sup> K) dopo
COPERTURA	Isolamento del soffitto con applicazione di ondulina sottocoppi in lamierino con isolante di 5 cm.	882	1,837	0,36
PARETI ESTERNE	Isolamento delle pareti con pannelli in poliuretano espanso da 5 cm di spessore con finitura ad intonaco malta ed inerti da 1 cm	494,7	1,055	0,352
PARETI SOTTOFINESTRE INTERNE	Isolamento con pannelli in sughero di spessore 2 cm	36,9	2,54	0,332
PARETE TRASPARENTE	Sostituzione di telaio e vetri singoli con telaio in alluminio con taglio termico e doppi vetri camera basso emissivi	31,6	4,23	2,58
CALDAIA	Sostituzione di caldaia a gasolio di potenza 163 kW con caldaia a metano ad alto rendimento da 120 kW	-	-	-

#### Scuola elementare "Aldo Moro" - Terni

	TIPO	m <sup>2</sup>	U (W/m <sup>2</sup> K) prima	U (W/m <sup>2</sup> K) dopo
COPERTURA	Stesura di un materasso di poliuretano espanso isolante di 7 cm di spessore.	1044	1,56	0,318
PAVIMENTO	Stesura di un materasso di polistirene isolante di 7 cm di spessore.	1044	1,419	0,341
PARETI ESTERNE	Isolamento delle pareti esterne con pannelli in poliuretano espanso da 5 cm di spessore, lastre in sughero applicate nella parete interna di 3 cm di spessore	1250	1,055	0,343
PARETE TRASPARENTE	Sostituzione di telaio e vetri singoli con telaio in alluminio con taglio termico e doppi vetri camera basso emissivi relativi al piano terra	80	4,54	2,34

## Scuola media "L.da Vinci" - Terni

	TIPO	m <sup>2</sup>	U (W/m <sup>2</sup> K) prima	U (W/m <sup>2</sup> K) dopo
COPERTURA	Stesura di un materasso di poliuretano espanso isolante di 7 cm di spessore.	600	1,23	0,32
PAVIMENTO	Stesura di un materasso di polistirene isolante di 7 cm di spessore.	600	0,822	0,359
PARETI ESTERNE	Isolamento delle pareti esterne con pannelli in poliuretano espanso da 7 cm di spessore	1502	1,777	0,352
PARETE TRASPARENTE	Sostituzione di telaio e vetri singoli con telaio in alluminio con taglio termico e doppi vetri camera basso emissivi relativi al piano terra	76	4,25	2,09
CALDAIA	Sostituzione di caldaia a gasolio di potenza 432 kW con caldaia a metano ad alto rendimento da 225 kW	-	-	-

## Musei e Mostre "Carsulae"- Terni

	TIPO	m <sup>2</sup>	U (W/m <sup>2</sup> K) prima	U (W/m <sup>2</sup> K) dopo
COPERTURA	Stesura di un materasso di poliuretano espanso isolante di 7 cm di spessore.	230	1,081	0,32
PAVIMENTO	Stesura di uno strato di polistirene isolante di 10 cm di spessore.	601	1,411	0,314
PARETI ESTERNE	Isolamento delle pareti esterne con pannelli in poliuretano espanso da 5 cm di spessore, lastre in sughero applicate nella parete interna di 3 cm di spessore.	223	1,039	0,351

## Asilo nido "Rataplan" - Terni

	TIPO	m <sup>2</sup>	U (W/m <sup>2</sup> K) prima	U (W/m <sup>2</sup> K) dopo	Investimento €
SOFFITTO	Isolamento del soffitto con pannelli in polistirolo espanso da 3 cm di spessore e pannelli da 4 cm di sughero espanso con finitura ad intonaco malta ed inerti da 1 cm	1030	1,246	0,403	39603,5
PARETI ESTERNE	Isolamento delle pareti con pannelli in poliuretano espanso da 5 cm di spessore con finitura ad intonaco malta ed inerti da 1 cm	426	1,136	0,431	18181,68
CORPI TRASPARENTI	Infissi in alluminio con taglio termico e doppi vetri da 3 mm e camera d'aria da 9 mm.	278	4,71	1,95	96938,60
IMPIANTO DI RISCALDAMENTO A PAVIMENTO	Pannello 10 cm di poliuretano per posa distribuzione di calore a bassa temperatura; piastrella di ceramica da 1 cm posato su 3 cm massetto sabbia e cemento.	710	1,416	0,307	72562
SOSTITUZIONE CALDAIA	Sostituzione della caldaia a gasolio da 130 kW con caldaia a condensazione da 70 kW a metano	-	-	-	7633
					<b>234.918,78</b>

## Scuola Materna "Cardeto" – Terni

	TIPO	m <sup>2</sup>	U (W/m <sup>2</sup> K) prima	U (W/m <sup>2</sup> K) dopo
COPERTURA	Isolamento del soffitto con applicazione di pannelli di sughero e poliuretano espanso di 5 cm.	437	1,327	0,324
PAVIMENTAZIONI	Polistirene espanso di 10 cm per permettere la disposizione del riscaldamento a pavimento	437	1,325	0,324
PARETI ESTERNE	Isolamento delle pareti con pannelli in poliuretano espanso da 5 cm di spessore con finitura ad intonaco malta ed inerti da 1 cm	227	0,788	0,352
PARETI SOTTOFINSTRE ESTERNE	Isolamento con pannelli in poliuretano espanso di spessore 5 cm	9,2	1,282	0,425
INGRESSO	Sostituzione di telaio e vetri singoli con telaio in alluminio con taglio termico e doppi vetri camera basso emissivi	10,1	4,53	2,01
CALDAIA	Sostituzione di caldaia a gasolio di potenza 29 kW con caldaia a metano ad alto rendimento di potenza pari o superiore	-	-	-

### CVA "S. Eebo"- Terni

	TIPO	m <sup>2</sup>	U (W/m <sup>2</sup> K) prima	U (W/m <sup>2</sup> K) dopo
PARETI ESTERNE	Isolamento delle pareti con pannelli in poliuretano espanso da 7 cm di spessore con finitura ad intonaco malta ed inerti da 1 cm	464	0,982	0,354
PARETE TRASPARENTE	Sostituzione di telaio e vetri singoli con telaio in alluminio con taglio termico e doppi vetri camera basso emissivi	14	4,14	2,34

### Edifici per lo sport "Caposcuola Casagrande" - Terni

	TIPO	m <sup>2</sup>	U (W/m <sup>2</sup> K) prima	U (W/m <sup>2</sup> K) dopo
SOFFITTO	Isolamento del soffitto con pannelli in poliuretano espanso da 5 cm di spessore con intercapedine in aria di 5 cm	342	1,497	0,451
CORPI TRASPARENTI	Infissi in alluminio con taglio termico e doppi vetri da 3 mm e camera d'aria da 9 mm.	37,5	4,36	2,3
PARETI ESTERNE	Isolamento delle pareti con pannelli in poliuretano espanso da 5 cm di spessore con finitura ad intonaco malta ed inerti da 1 cm	307	1,024	0,386

### Edifici per lo sport "Palazzo dello sport" – Terni

	TIPO	m <sup>2</sup>	U (W/m <sup>2</sup> K) prima	U (W/m <sup>2</sup> K) dopo
SOFFITTO	Isolamento del soffitto con pannelli in poliuretano espanso da 5 cm di spessore con intercapedine in aria di 5 cm	1733	1,837	0,441
PARETI ESTERNE	Isolamento delle pareti con pannelli in poliuretano espanso da 5 cm di spessore con finitura ad intonaco malta ed inerti da 1 cm	938	1,055	0,398

## Uffici Istituzionali “Ex Foresteria” – Terni

	TIPO	m <sup>2</sup>	U (W/m <sup>2</sup> K) prima	U (W/m <sup>2</sup> K) dopo
COPERTURA	Isolamento del soffitto con applicazione di un materasso di poliuretano espanso di 5 cm.	466	1,482	0,283
PARETI ESTERNE	Isolamento delle pareti con pannelli in poliuretano espanso da 5 cm di spessore con finitura ad intonaco malta ed inerti da 1 cm	752,8	0,767	0,347
PARETI SOTTOFINSTRE INTERNE	Isolamento delle pareti con pannelli in poliuretano espanso da 5 cm di spessore con finitura ad intonaco malta ed inerti da 1 cm	51	1,389	0,699
PAVIMENTI	Applicazione di uno strato di poliuretano espanso di 5 cm	466	1,518	0,357
PARETE TRASPARENTE	Sostituzione di telaio e vetri singoli con telaio in alluminio con taglio termico e doppi vetri camera basso emissivi	96,8	4,31	2,09
CALDAIA	Sostituzione di caldaia a gasolio di potenza 180 kW con caldaia a metano ad alto rendimento da 110 kW	-	-	-

## Scuola Elementare “Sugano” – Orvieto

	TIPO	m <sup>2</sup>	U (W/m <sup>2</sup> K) prima	U (W/m <sup>2</sup> K) dopo
COPERTURA	Isolamento del soffitto con applicazione di ondulina sottocoppi in lamierino con isolante di 5 cm.	190	1,41	0,306
PARETI ESTERNE	Isolamento delle pareti con pannelli in poliuretano espanso da 5 cm di spessore con finitura ad intonaco malta ed inerti da 1 cm	395	1,429	0,346
PARETE TRASPARENTE	Sostituzione di telaio e vetri singoli con telaio in alluminio con taglio termico e doppi vetri camera basso emissivi	21,6	4,54	2,02

### Impianti sportivi “Stadio – piscina” - Orvieto

	TIPO	N°
COGENERATORE	Installazione di gassificatore comprensivo di motore a combustione interna	1

### Biblioteca “Pane e cioccolato” – Orvieto

	TIPO	m <sup>2</sup>	U (W/m <sup>2</sup> K) prima	U (W/m <sup>2</sup> K) dopo
COPERTURA	Stesura di un materasso di poliuretano espanso isolante di 8 cm di spessore.	461	1,561	0,318
PAVIMENTO	Stesura di un materasso di polistirene isolante di 8 cm di spessore.	461	1,413	0,359
PARETI ESTERNE	Isolamento delle pareti interne con pannelli in poliuretano espanso da 7 cm di spessore.	518	1,227	0,333
PARETE TRASPARENTE	Sostituzione di telaio e vetri singoli con telaio in PVC con taglio termico e doppi vetri camera basso emissivi relativi al piano terra.	34	4,54	2,34

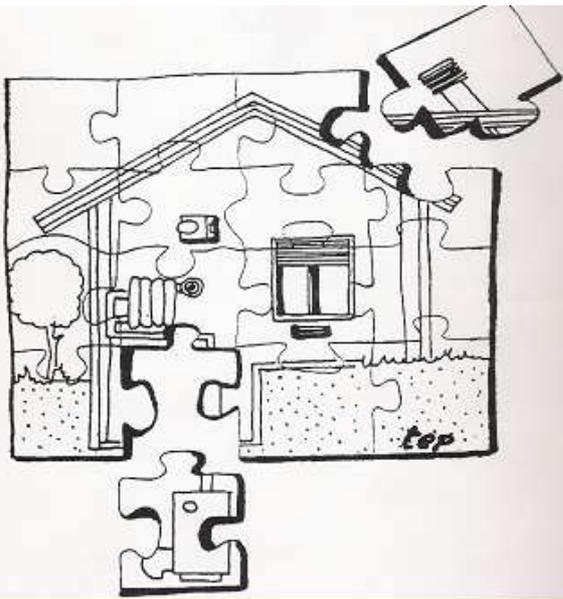
### Uffici Istituzionali “CSM” – Orvieto

	TIPO	m <sup>2</sup>	U (W/m <sup>2</sup> K) prima	U (W/m <sup>2</sup> K) dopo
COPERTURA	Stesura di un materasso di poliuretano espanso isolante di 7 cm di spessore.	431	1,56	0,318
PAVIMENTO	Stesura di un materasso di polistirene isolante di 9 cm di spessore.	431	0,822	0,359
PARETI ESTERNE	Isolamento delle pareti esterne con pannelli in poliuretano espanso da 5 cm di spessore, lastre in sughero applicate nella parete interna di 3 cm di spessore	599	1,416	0,33
PARETE TRASPARENTE	Sostituzione di telaio e vetri singoli con telaio in alluminio con taglio termico e doppi vetri camera basso emissivi relativi al piano terra	76	4,54	2,34

## Esempio di diagnosi energetica



## DIAGNOSI ENERGETICA



<p><b>PROGETTO</b></p> <p><b>"REGIONE UMBRIA E SUE MUNICIPALITA' PER L'EFFICIENZA ED IL RISPARMIO ENERGETICO IN PUBBLICI UFFICI"</b></p>	

## ASILO NIDO "RATAPLAN" TERNI

## Asilo Nido "Rataplan"

Via/Piazza Via Narni, 182, 05100 TERNI, Tel. 0744278082



<u>DATI GEOGRAFICI</u>		<u>DATI STRUTTURALI</u>	
GRADI GIORNO	1650	CATEGORIA EDIFICIO	E.7
ZONA CLIMATICA	D	ANNO COSTRUZIONE	1975
ALTEZZA s.l.m	130	SUP. DISPERDENTE (m <sup>2</sup> )	2476
LATITUDINE	42 34'5"16N	VOLUME RISCALDATO (m <sup>3</sup> )	2200
LONGITUDINE	12 34'5"88E	SUPERFICIE UTILE (m <sup>2</sup> )	710
		TEMP. DI PROGETTO (°C)	-2

TIPOLOGIA DELLA STRUTTURA

Cemento armato e vetro; muro in mattoni pieni su cui poggiano le pareti in vetro singolo (40 cm h; 30 cm d)

IMPIANTI TECNOLOGICI

IMPIANTO TERMICO	Impianto termico tradizionale a gasolio - radiatori in ghisa vecchi di 30 anniPotenza nominale kW 130
POTENZA INSTALLATA (KW)	130
COMBUSTIBILE	GASOLIO
TIPO DI CONDIZIONAMENTO	Assente
POTENZA CONDIZ. (KWfr)	0

#### CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI

GENERATORE ALTA EFFICIENZA	/
RADIATORI	Radiatori tradizionali in ghisa poggiati a 3-4 cm dal terreno: i radiatori sono vecchi di almeno 30 anni.
REGOLAZIONE	Telecontrollo gestito dalla società SIRAM con termostati ambiente (1) e termostato in caldaia
VENTILAZIONE	Naturale
COGENERAZIONE	/
POMPE DI CALORE	/
CONTROLLO ILLUMINAZIONE	/
ILLUMINAZIONE A BASSO CONSUMO	Lampade al Neon
AUTOMAZIONE IMPIANTI	Timer in caldaia gestito in telecontrollo
FOTOVOLTAICO	/
FOTOVOLTAICO INTEGRATO	
SOLARE PER RISCALDAMENTO	/
SOLARE PER A.C. SANITARIA	/
SOLARE PASSIVO	/
RAFFRESCAMENTO PASSIVO	/
BIOMASSA	/

#### VERIFICHE DPR 412/93:

	(W/m <sup>2</sup> K)			(W/m <sup>2</sup> K)
Cd =	1,86	>	Cd <sub>lim</sub> =	1,05

#### All. C D.Lgs. 192/03

	(KWh/m <sup>2</sup> utili)			(KWh/m <sup>2</sup> utili)
FES =	337,31	>	FEP =	110
μ <sub>med,stag.</sub> =	77,18	>	μ <sub>i</sub> =	71,34

VERIFICA TRASMITTANZE D.Lgs. 192-03 (UNI 1034; UNI 7357)

	U (W/m <sup>2</sup> K)		D	E
STRUTTURE VERTICALI OPACHE	1,132	>	0,56	0,46
STRUTTURE PIANE OPACHE	1,246	>	0,46	0,43
SPO SU TERRENO O APERTO	1,416	>	0,42	0,43
SERRAMENTI	4,71	>	3,1	2,8

FABBISOGNI E CONSUMI ENERGETICI SPECIFICI

	(KWh/m <sup>2</sup> utile)
FAB. ENERGIA TERMICA (FES)	337,31
FAB. ENERGIA TERMICA PER ACQUA CALDA (FES <sub>h20</sub> )	2,9
FAB. ENERGIA PER USI ELETTRICI (FES <sub>EE</sub> )	18,95
CONS. ENERGIA PER USI ELETTRICI (CES <sub>EE</sub> )	48,59
CONS. ENERGIA PRIMARIA (CES <sub>Epr</sub> )	388,8

	(KWh/m <sup>2</sup> utile)
FAB. ENERGIA TERMICA PER RAFFRESCAMENTO AMBIENTI	186,2769
CONS. ENERGIA TERMICA PER RAFFRESCAMENTO AMBIENTI	0

CLASSE DI FABBISOGNO ENERGETICO (FES)

(KWh/m <sup>2</sup> utile)	TIPO	CLASSE
< 20	MOLTO BASSO	A
≤ 41	BASSO	B
≤ 61	MEDIO BASSO	C
≤ 82	MEDIO	D
≤ 110	MEDIO ALTO	E
≤ 207	ALTO	F
> 207	MOLTO ALTO	G

CLASSE DI CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA (CES<sub>Epr</sub>)

(KWh/m <sup>2</sup> utile)	TIPO	CLASSE
< 53	MOLTO BASSO	A
≤ 107	BASSO	B
≤ 161	MEDIO BASSO	C
≤ 215	MEDIO	D
≤ 269	MEDIO ALTO	E
≤ 323	ALTO	F
> 323	MOLTO ALTO	G

	KWh/m <sup>2</sup>		
CLASSE FABBISOGNI TERMICI	337,31	CLASSE	G
CLASSE CONSUMI ENERGIA PRIMARIA	388,8	CLASSE	E

POTENZA DI PUNTA DEL GENERATORE DI CALORE (UNI 10379)

$\Phi_r = 168 \text{ KW}$  ;  $\Phi_{\text{max}} = 317$

LA POTENZA DELL'IMPIANTO TERMICO DOVRA' ESSERE :  $168 < P < 317 \text{ KW}$

POTENZA FRIGORIFERA NECESSARIA PER IL RAFFRESCAMENTO

$P_{\text{fr}} > 133 \text{ KW}_{\text{fr}}$

CONSUMI ENERGETICI

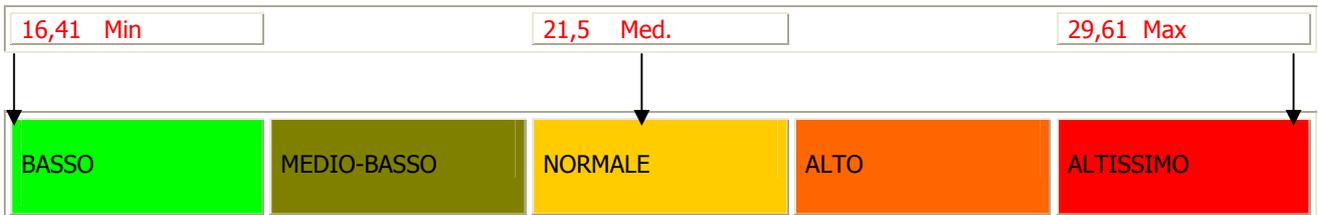
COMBUSTIBILE <b>GASOLIO</b> :	10423 l
ENERGIA ELETTRICA (KWh)	13456
TEP (10 <sup>7</sup> kcal)	11,89973
CO <sup>2</sup> emessa ogni anno (T)	38,79313

INDICI DI CONSUMI ENERGETICI NORMALIZZATI (IEN)

IEN termico medio per "ASILI NIDO" (Wh/m <sup>2</sup> *GG*anno)	21,5
IEN elettrico medio per "ASILI NIDO" (KWh/m <sup>3</sup> *anno)	25,89

ENERGIA TERMICA

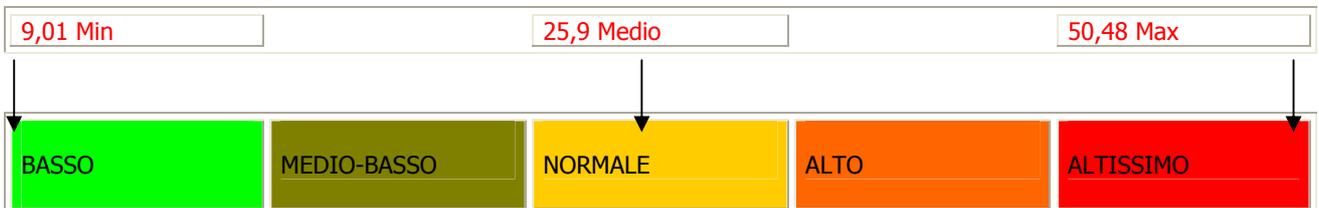
IEN termico = **22,89067** (Wh/m<sup>2</sup>\*GG\*anno)



CONSUMO DI ENERGIA TERMICA	<b>NORMALE</b>
----------------------------	----------------

ENERGIA ELETTRICA

IEN elettrico = **18,95** (KWh/m<sup>3</sup>\*anno)



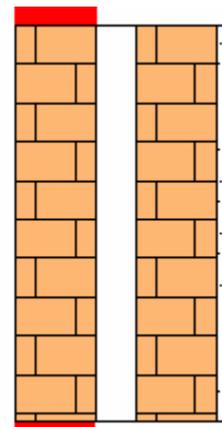
CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA.	<b>MEDIO/BASSO</b>
-------------------------------	--------------------

## TRASMITTANZE CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA



### PARETI VERTICALI OPACHE

Cod.	Descrizione	Sp	M.V.	Cond	R.V.
e8402	Mattone forato	100,00	780	0,370	9
e901	Aria non ventilata (fl.ascend.)	50,00	0	0,313	0,200
e8402	Mattone forato	100,00	780	0,370	9
e1004	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	1600	0,800	10



Trasmittanza U Potenza	1,132	W/m²K
Trasmittanza U - UNI 10344	1,132	W/m²K
Trasmittanza U - UNI EN 832	1,118	W/m²K
Spessore Totale:	260	mm
Massa superficiale:	172	kg/m²
Permeanza:	104,712	10 <sup>-9</sup> kg/sm²Pa

Parete verticale opaca nord	70,95 m <sup>2</sup>	U = 1,369 W/mK
Parete verticale opaca sud	70,95 m <sup>2</sup>	U = 1,132 W/mK
Parete verticale opaca ovest	70,95 m <sup>2</sup>	U = 1,132 W/mK
Parete verticale opaca est	70,95 m <sup>2</sup>	U = 1,132 W/mK
Parete verticale opaca no/ne	70,95 m <sup>2</sup>	U = 1,132 W/mK
Parete verticale opaca so/se	70,95 m <sup>2</sup>	U = 1,132 W/mK

### PARETI TRASPARENTI



	Potenza	UNI 10344	UNI EN 832	
Trasmittanza U	6,05	4,71	4,29	W/m <sup>2</sup> K
Adduttanza interna	8,14	8	7,27	W/m <sup>2</sup> K
Adduttanza esterna	23,26	25	18,52	W/m <sup>2</sup> K
Vento	5,4	2,7	2,7	m/s

Serramenta nord	21,2 m <sup>2</sup>	U = 4,71W/mK	Vetro singolo
Serramenta sud	17,2 m <sup>2</sup>	U = 4,71 W/mK	Vetro singolo
Serramenta ovest	75 m <sup>2</sup>	U = 4,71 W/mK	Vetro singolo
Serramenta est	35,8 m <sup>2</sup>	U = 4,71 W/mK	Vetro singolo
Serramenta no/ne	14,6 m <sup>2</sup>	U = 4,71 W/mK	Vetro singolo
Serramenta so/se	45 m <sup>2</sup>	U = 4,71W/mK	Vetro singolo

Ingresso nord	7,1 m <sup>2</sup>	U = 4,71W/mK	Vetro singolo
Ingresso sud	3,55 m <sup>2</sup>	U = 4,71 W/mK	Vetro singolo

Ingresso ovest	14,2 m <sup>2</sup>	U = 4,71 W/mK	Vetro singolo
Ingresso est	14,2 m <sup>2</sup>	U = 4,71 W/mK	Vetro singolo
Ingresso so/se	24,9 m <sup>2</sup>	U = 4,71W/mK	Vetro singolo

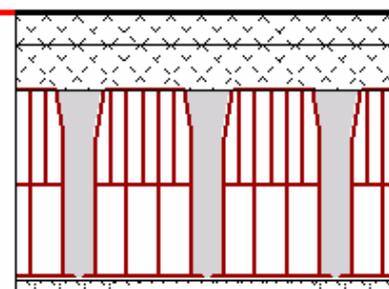
#### PONTI TERMICI

Ponte termico nord	10 m	U = 2,509 W/mK
Ponte termico sud	10 m	U = 2,509 W/mK
Ponte termico est	10 m	U = 2,509 W/mK
Ponte termico ovest	10 m	U = 2,509 W/mK
Ponte termico no/ne	9 m	U = 2,509 W/mK
Ponte termico so/se	9 m	U = 2,509 W/mK

#### COPERTURA



Cod.	Descrizione	Sp	M.V.	Cond	R.V.
e2004	Resine ureiche espanse in luogo	5,00	8	0,057	4
e2401	Sottofondo di cemento magro	40,00	1600	0,700	20
e2402	Massetto ripartitore in calcestruzzo con	60,00	2200	1,490	70
e2305	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter.	250,00	1100	0,660	7
e1016	Malta di gesso con inerti	20,00	600	0,290	11

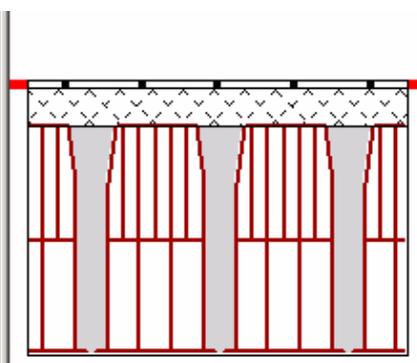


Trasmittanza U Potenza	1,294	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza U - UNI 10344	1,246	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza U - UNI EN 832	1,275	W/m <sup>2</sup> K
Spessore Totale:	375	mm
Massa superficiale:	483	kg/m <sup>2</sup>
Permeanza:	28,612	10 <sup>-9</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa

Copertura 1030 m<sup>2</sup> U = 1, 246 W/mK

### SOLAIO SU VESPAIO

Cod.	Descrizione	Sp	M.V.	Cond	R.V.
e1704	Piastrelle in ceramica	10,00	2300	1,000	200
e2401	Sottofondo di cemento magro	50,00	1600	0,700	20
e2305	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter.	300,00	1100	0,660	7



Trasmittanza U Potenza	1,341	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza U - UNI 10344	1,416	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza U - UNI EN 832	1,320	W/m <sup>2</sup> K
Spessore Totale:	360	mm
Massa superficiale:	433	kg/m <sup>2</sup>
Permeanza:	39,216	10 <sup>-9</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa

Solaio su vespaio 729 m<sup>2</sup> U = 1, 416 W/mK

FOTO E PLANIMETRIE



# COMUNE DI TERNI

COMUNE DI TERNI - SERVIZIO DI PROGETTAZIONE E ANTICIPAZIONE  
PROGETTO ARCHITETTICO PER LA COSTRUZIONE DELLA SCUOLA MATERNA NIDO "POLYMER"

0110 - 010 - Via del Lavoro - Piacenza - 01100

SCUOLA MATERNA NIDO "POLYMER"

STADIO IN PIAZZA ALFONSO TORNABUONI

Scale di metri

1:50  
1:100  
1:200  
1:400  
1:800  
1:1600

8 Scale di metri

1:500

Disegnato da

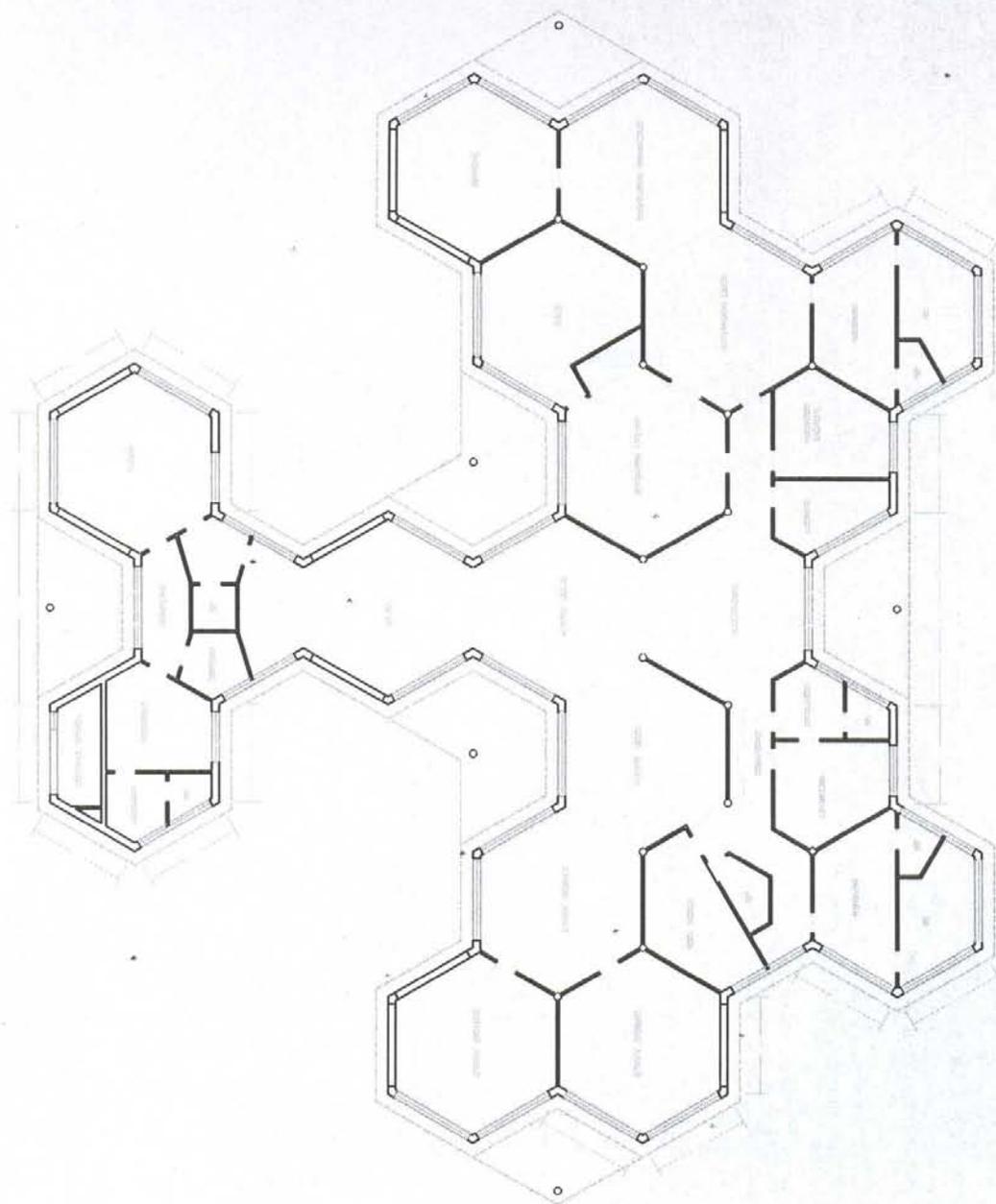
Scale 1:100

Disegnato da

Scale 1:100

Disegnato da

Tav. 01



VERIFICA DPR 412/93:

N° ordine Città Via N° telefono	38 TERNI Via Narni, 182 0744	CAP 05100	EDIFICIO NOME	ASILI NIDO Asilo Nido "Ratapan" C:\Progetto municipalità\schede dati\ASILO NIDO RATAPL C:\Progetto municipalità\schede dati\ASILO NIDO RATAPL	Ulteriori Informazi oni
Categoria	E.7 GG 1650 Zona CL. D	Lat: 42°34'5"16N Long: 12°34'5"88E Alt: 130	TIPOLOGIA COSTRUTTIVA		
Superficie (m2) Volume (m3) Superficie ut.(m2)	2476 2200 710	S/V 1,13	Cemento armato e vetro; muro in mattoni pieni su cui poggiano le pareti in vetro singolo (40 cm h; 30 cm d)		
Consumi termici Consumi elettrici (KWh) TEP energia primaria CO2 (T emesse*anno)	10423 13456 11,8997 38,7931	Indici Consumi	Anno di costruzione Potenza impianto (KW) Combustibile	1975 130 GASOLIO	Descrizione Impianto termico Impianto termico tradizionale a gasolio - radiatori in ghisa vecchi di 30 anni Potenza nominale kW 130
INDICATORE NORMALIZZATO DI CONSUMI DI ENERGIA TERMICA (IENterm) (Wh/mq*GG*anno)			INDICATORE NORMALIZZATO DI CONSUMI DI ENERGIA ELETTRICA (IENel) (KWh/mq*anno)		
Cdlm 1,05 VERIFICA			CERTIFICAZIONE ENERGETICA		

REQUISITI DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI ALL. C D. LGS 192/03		S/V = 1,13	SCHEDA DI CALCOLO	ricambi aria/h 1																															
<b>TRASMITTANZE TERMICHE DELLA STRUTTURA VALIDI FINO A 01-01-09</b> U(W/mqK) UNI 10344 ; UNI 7357 Verifica Trasmittanze <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>D</th> <th>E</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Strutture verticali opache</td> <td>1,132 &gt; 0,56</td> <td>0,46</td> </tr> <tr> <td>Strutture piane opache</td> <td>1,246 &gt; 0,46</td> <td>0,43</td> </tr> <tr> <td>Chiusure trasparenti</td> <td>4,715 &gt; 3,1</td> <td>2,8</td> </tr> <tr> <td>S00 verso terra o esterno</td> <td>1,416 &gt; 0,46</td> <td>0,43</td> </tr> </tbody> </table>			D	E	Strutture verticali opache	1,132 > 0,56	0,46	Strutture piane opache	1,246 > 0,46	0,43	Chiusure trasparenti	4,715 > 3,1	2,8	S00 verso terra o esterno	1,416 > 0,46	0,43	Fabbi. energia primaria (all. C D. Lgs. 192/03) KWh/mqutile 110 CALCOLO	Cdlim: 1,05	Cd calcolato 1,861 CALCOLO																
	D	E																																	
Strutture verticali opache	1,132 > 0,56	0,46																																	
Strutture piane opache	1,246 > 0,46	0,43																																	
Chiusure trasparenti	4,715 > 3,1	2,8																																	
S00 verso terra o esterno	1,416 > 0,46	0,43																																	
RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE μ 77,2 > μ lim 71,34 FABBISOGNI (kWh/mqutili* anno) Q 337,3 > Qlim 110		Φ r 168 KW	Φ max 317 KW (UNI 10379)	FABBISOGNI E CONSUMI SPECIFICI (KWh/mqutili* anno) Fabbisogno energetico specifico (termico) 337 Fabbisogno energetico specifico per acqua calda 2,90 Fabbisogno energetico specifico per gli usi elettrici 19 consumo specifico di energia primaria per gli usi elettrici 48,6 Consumo specifico di energia primaria dell'edificio 389																															
CATEGORIE DI CONSUMO ENERGIA kWh/mq*anno <table border="1"> <thead> <tr> <th>CLASSE</th> <th>Fabbisogno energetico</th> <th>Consumo specifico</th> <th>CLASSE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CLASSE A</td> <td>&lt; 25</td> <td>47</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>CLASSE B</td> <td>&lt; 41</td> <td>95</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>CLASSE C</td> <td>&lt; 61</td> <td>143</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>CLASSE D</td> <td>&lt; 82</td> <td>191</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>CLASSE E</td> <td>&lt; 110</td> <td>239</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>CLASSE F</td> <td>&lt; 205</td> <td>287</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>CLASSE G</td> <td>&gt; 205</td> <td>287</td> <td>G</td> </tr> </tbody> </table>		CLASSE	Fabbisogno energetico	Consumo specifico	CLASSE	CLASSE A	< 25	47	A	CLASSE B	< 41	95	B	CLASSE C	< 61	143	C	CLASSE D	< 82	191	D	CLASSE E	< 110	239	E	CLASSE F	< 205	287	F	CLASSE G	> 205	287	G	Fabbisogno energetico specifico raffreddamento estivo (KWh/mqutili) 186,28	DIAGNOSI ENERGETICA <input checked="" type="checkbox"/> DOCUMENTO C:\progetto municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\CERTIFICATO ENERGETICO A. N C:\progetto municipalità\CERTIFICATI ENERGETICI\CERTIFICATO ENERGETICO A. N
CLASSE	Fabbisogno energetico	Consumo specifico	CLASSE																																
CLASSE A	< 25	47	A																																
CLASSE B	< 41	95	B																																
CLASSE C	< 61	143	C																																
CLASSE D	< 82	191	D																																
CLASSE E	< 110	239	E																																
CLASSE F	< 205	287	F																																
CLASSE G	> 205	287	G																																
FABBISOGNO SPECIFICICO E. TERMICA (kWh/mq anno) 337,3 Classe G CONSUMO SPECIFICICO E. PRIMARIA (kWh/mq anno) 388,8 Classe G INDICATORE ENERGETICO DELL'EDIFICIO		Stampato il 20/07/2010 n: 20 i: 4 FA: 13,59 FC: 7205 INV: 234918 VAN: -137002 TR: 32 CO2ris(T/anno) 20,11 TEPrisp 5,51 Classe di FES dopo intervento: E Classe di CESEpr dopo intervento: D																																	

## CONSIDERAZIONI

I risultati individuano un edificio fortemente energivoro che non rispetta nessuna condizione individuata sia dal DPR 412/93 che dal D. Lgs. 192/05.

Una certificazione energetica, eseguita come descritta nel progetto, vede l'edificio in classe "G" (Molto alto) sia per i fabbisogni di energia termica (FES) che per i consumi di energia primaria ( $CE_{Epr}$ ).

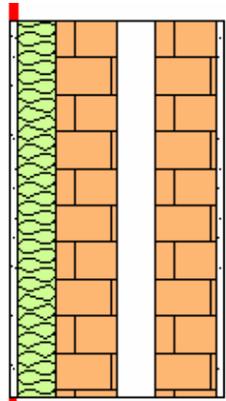
I consumi effettivi di gasolio e di energia elettrica individuano una "conduzione" dell'immobile in media con tutti gli altri asili presi in considerazione; l'impianto installato di 130 KW di potenza termica funziona in regime di non continuità (solo 9 ore/giorno di accensione) ed è sufficiente a garantire l'erogazione di energia necessaria a mantenere gli ambienti a 20 °C.

Tenendo conto che la capacità termica di questo tipo di edificio è particolarmente basso occorrerebbe, per evitare sensazione di freddo il mattino, anticipare l'accensione dell'impianto di almeno un'ora e verificare la capacità di scambio degli elementi erogatori di calore.

Per poter raffrescare gli ambienti nel periodo estivo (giugno, luglio) occorrono 56597 kWh<sub>fr</sub> che possono essere prodotte da una centrale frigorifera di potenza  $P_{fr} > 130 \text{ KW}_{fr}$ .

I limiti di trasmittanza indicati dal D.Lgs. 192/05, per la zona climatica D (0,46 W/m<sup>2</sup>k dal 2008) possono essere verificati, per quanto riguarda le pareti verticali opache, con un cappotto esterno di poliuretano in lastre di 5 cm di spessore con un intonaco a finire di 1 cm in calce e sabbia.

Cod.	Descrizione	Sp	M.V.	Cond	R.V.
e1005	Intonaco di calce e sabbia	10,00	1600	0,800	10
e1903	Poliuretano espanso in continuo in	50,00	30	0,032	140
e8401	Mattone forato	80,00	775	0,400	9
e901	Aria non ventilata (fl.ascend.)	50,00	0	0,313	0,200
e8401	Mattone forato	80,00	775	0,400	9
e1004	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	1600	0,800	10



Trasmittanza U Potenza	0,431	W/m <sup>2</sup> K	Verifica criticità di condensa superficiale:	<b>POSITIVA</b>	●
Trasmittanza U - UNI 10344	0,431	W/m <sup>2</sup> K	Mese Critico:	Novembre	$f_{Rsi}^{max} 0,304 \leq f_{Rsi} 0,897$
Trasmittanza U - UNI EN 832	0,429	W/m <sup>2</sup> K	Verifica del rischio di condensa interstiziale:	<b>POSITIVA</b>	●
Spessore Totale:	280	mm	<b>Non si verifica alcuna condensa nella struttura durante tutto l'arco dell'anno.</b>		
Massa superficiale:	158	kg/m <sup>2</sup>			
Permeanza:	23,121	10 <sup>-9</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa			

I limiti indicati per le coperture ( $0,35 \text{ w/m}^2\text{k}$ ) possono essere raggiunti con isolamento dei soffitti interni attraverso lastre di polistirene espanso da 3 cm e di sughero espanso di 4cm di spessore :

Elenco Strati che compongono la struttura (dall'alto verso il basso)							Sezione struttura
Cod.	Descrizione	Sp	M.V.	Cond	R.V.		
e2003	Resine fenoliche espanso in lastre	10,00	80	0,046	40		
e2401	Sottofondo di cemento magro	50,00	1600	0,700	20		
e2402	Massetto ripartitore in calcestruzzo con	60,00	2200	1,490	70		
e2305	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter.	250,00	1100	0,660	7		
e1016	Malta di gesso con inerti	20,00	600	0,290	11		
e1802	Polistirene espanso sint. in lastre (UNI)	30,00	20	0,041	45		
e1126	Pannelli di sughero espanso con	40,00	200	0,052	29		
e1016	Malta di gesso con inerti	10,00	600	0,290	11		

Trasmittanza U Potenza	0,408	W/m <sup>2</sup> K	Verifica criticità di condensa superficiale:	<b>POSITIVA</b>	●
Trasmittanza U - UNI 10344	0,403	W/m <sup>2</sup> K	Mese Critico: Dicembre	$f_{Rsi}^{max}$ 0,753 ≤ $f_{Rsi}$ 0,904	
Trasmittanza U - UNI EN 832	0,406	W/m <sup>2</sup> K	Verifica del rischio di condensa interstiziale:	<b>POSITIVA</b>	●
Spessore Totale:	470	mm	Quantità di condensa ammissibile:	100 g/m <sup>2</sup>	Imposta
Massa superficiale:	514	kg/m <sup>2</sup>	Q.tà massima di condensa durante l'anno:	41 g/m <sup>2</sup>	
Permeanza:	19,627	10 <sup>-9</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	L'evaporazione alla fine della stagione è	<b>Completa</b>	●

i limiti di trasmittanza indicati per i solai su vespaio possono essere raggiunti installando 10 cm di isolante sopra il pavimento esistente con impianto di distribuzione di calore a bassa temperatura a pavimento

Elenco Strati che compongono la struttura (dall'interno verso l'esterno)							Sezione struttura
Cod.	Descrizione	Sp	M.V.	Cond	R.V.		
e1704	Piastrelle in ceramica	10,00	2300	1,000	200		
e2401	Sottofondo di cemento magro	30,00	1600	0,700	20		
e1810	Polistirene espanso in lastre	100,00	20	0,040	45		
e1704	Piastrelle in ceramica	10,00	2300	1,000	200		
e2401	Sottofondo di cemento magro	50,00	1600	0,700	20		
e2305	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter.	300,00	1100	0,660	7		

Trasmittanza U Potenza	0,303	W/m <sup>2</sup> K	Verifica criticità di condensa superficiale:	<b>POSITIVA</b>	●
Trasmittanza U - UNI 10344	0,307	W/m <sup>2</sup> K	Mese Critico: Novembre	$f_{Rsi}^{max}$ 0,304 ≤ $f_{Rsi}$ 0,926	
Trasmittanza U - UNI EN 832	0,302	W/m <sup>2</sup> K	Verifica del rischio di condensa interstiziale:	<b>POSITIVA</b>	●
Spessore Totale:	500	mm	<b>Non si verifica alcuna condensa nella struttura durante tutto l'arco dell'anno.</b>		
Massa superficiale:	506	kg/m <sup>2</sup>			
Permeanza:	16,393	10 <sup>-9</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa			

I limiti indicati per i serramenti ( $2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) possono essere raggiunti intervenendo sia sugli infissi che sui vetri con infissi in metallo con taglio termico e doppi vetri .

The screenshot shows a software interface for window simulation. It includes several input fields and a central diagram of a window frame. The diagram shows a light blue window frame with a dark brown border. The frame has a width of 20 units and a height of 21 units. The area of the glass is 21, and the perimeter of the glass is 20. The area of the frame is 1,1. The frame thickness is 2,98. The interface also includes various input fields for window properties such as number of panes, resistance, and dimensions.

La parete trasparente sopra riportata dovrà essere così fatta:

Telaio in metallo (alluminio) con taglio termico : 2,8 cm di spessore(  $2,57 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) con 2 vetri da 0,3 cm ed intercapedine da 0,9 cm in aria.

In questo caso sono verificate sia le trasmittanze delle superfici trasparenti che quelle dei vetri ( $2,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

	Potenza	UNI 10344	UNI EN 832	
Trasmittanza U	2,25	1,95	1,86	$\text{W/m}^2\text{K}$
Adduttanza interna	8,14	8	7,27	$\text{W/m}^2\text{K}$
Adduttanza esterna	26,65	25	18,52	$\text{W/m}^2\text{K}$
Vento	5,4	2,7	2,7	m/s

Come si vede dalla simulazione sotto riportata gli interventi di isolamento del solaio superiore , delle pareti verticali opache e delle pareti verticali trasparenti, del pavimento con l'impianto di distribuzione di calore , si riesce a far diventare l'edificio da "energivoro" (classe "G" per il FES e classe "G" che per il  $\text{CES}_{\text{Epr}}$ ), a un edificio in classe "F" per il FES ed una classe D per il  $\text{CES}_{\text{Epr}}$ .

Con gli interventi sotto riportati si passa da  $337 \text{ kWh/m}^2$  di fabbisogno convenzionale di energia termica erogabile da un impianto a gasolio di 130 KW di potenza ed un fabbisogno di  $129,5 \text{ kWh/m}^2$  con un risparmio di gasolio di 6420 l . La sostituzione della caldaia da gasolio a gas ad alto rendimento comporta un risparmio (FC) di 9565 €/anno

La produzione di calore è garantita da un impianto a condensazione di potenza pari a 70 KW.

Per poter raffrescare gli ambienti nel periodo estivo (giugno, luglio) occorrono  $24492 \text{ kWh}_{\text{fr}}$  che possono essere prodotte da una centrale frigorifera di potenza  $P_{\text{fr}} > 70 \text{ KW}_{\text{fr}}$

In seguito agli interventi proposti il fabbisogno di fresco per i mesi giugno e luglio (in agosto l'asilo è chiuso per ferie) e di  $16961 \text{ kWh}_{\text{fr}}$  garantita da una centrale termica di  $P_{\text{fr}} > 50 \text{ KW}_{\text{fr}}$

TRASMITTANZE TERMICHE DELLA STRUTTURA VALIDI FINO A 01-01-09

U(W/mqK) UNI 10344 ; UNI 7357

Verifica  
Trasmittanze

Strutture verticali opache  
Strutture piane opache  
Chiusure trasparenti  
SOO verso terra o esterno

		LIMITI	
		D	E
0,431	<	0,56	0,46
0,403	<	0,46	0,43
1,95	<	3,1	2,8
0,307	<	0,46	0,43

Cd **0,64** < Cdlim **1,05** W/mcK

RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE

$\mu$  **73,2** >  $\mu_{lim}$  **71,34**

FABBISOGNI (kWh/mqutili\* anno)

Q **129,5** > Qlim **110**

CATEGORIE DI CONSUMO ENERGIA

KWh/mq\*anno

CERTIFICAZIONE

CLASSE

CLASSE A Fabbisogno energetico	<	20	48	MOLTO BASSO	A
CLASSE B Fabbisogno energetico	≤	39	95	BASSO	B
CLASSE C Fabbisogno energetico	≤	59	142	MEDIO/BASSO	C
CLASSE D Fabbisogno energetico	≤	79	189	MEDIO	D
CLASSE E Fabbisogno energetico	≤	110	236	MEDIO/ALTO	E
CLASSE F Fabbisogno energetico	≤	197	283	ALTO	F
CLASS G Fabbisogno energetico	>	197	283	MOLTO ALTO	G

FABBISOGNO SPECIFICO  
E. TERMICA (kWh/mq anno)

**129,5** Classe **F**

CONSUMO SPECIFICO  
E. PRIMARIA (kWh/mq anno)

**181** Classe **D**

STAMPA  
CERTIFICAZIONE  
ENERGETICA

INDICATORE ENERGETICO DELL'EDIFICIO



## INTERVENTI PROPOSTI

	TIPO	m <sup>2</sup>	U (W/m <sup>2</sup> K) prima	U (W/m <sup>2</sup> K) dopo
SOFFITTO	Isolamento del soffitto con pannelli in polistirolo espanso da 3 cm di spessore e pannelli da 4 cm di sughero espanso con finitura ad intonaco malta ed inerti da 1 cm	1030	1,246	0,403
PARETI ESTERNE	Isolamento delle pareti con pannelli in poliuretano espanso da 5 cm di spessore con finitura ad intonaco malta ed inerti da 1 cm	426	1,136	0,431
CORPI TRASPARENTI	Infissi in alluminio con taglio termico e doppi vetri da 3 mm e camera d'aria da 9 mm.	278	4,71	1,95
IMPIANTO DI RISCALDAMENTO A PAVIMENTO	Pannello 10 cm di poliuretano per posa distribuzione di calore a bassa temperatura; piastrella di ceramica da 1 cm posato su 3 cm massetto sabbia e cemento.	710	1,416	0,307
SOSTITUZIONE CALDAIA	Sostituzione della caldaia a gasolio da 130 KW con caldaia a condensazione da 70 kW a metano	-	-	-

## COMPUTO METRICO

DA PREZZARIO REGIONALE 2006

PORTE E FINESTRE		Unità misura	Quantità	Costo unitario (€)	Totale (€)
9.3.130	Infisso per finestre e porte finestra in alluminio a taglio termico e giunto aperto	m <sup>2</sup>	278	321	89238
9.5.60.2	Vetro camera mm 3-9-3	m <sup>2</sup>	278	27,7	7700,60
					<u>96938,60</u>
<b>ISOLAMENTO PARETI</b>					
7.2.100	Polistirolo espanso in lastre 5cm	m <sup>2</sup>	426	8,38	3569,88
7.2.120	Rivestimento isolante termico eseguito all'esterno del tipo a cappotto	m <sup>2</sup>	426	34,30	14611,80
					<u>18181,68</u>
<b>ISOLAMENTO SOFFITTO</b>					
7.2.100	Polistirolo espanso in lastre 3cm	m <sup>2</sup>	1030	5,80	5974
7.2.260	Pannello in sughero autoespanso 4 cm	m <sup>2</sup>	1030	23,20	23896
6.1.60	Sbruffatura di superfici interne con calce idraulica e sabbia	m <sup>2</sup>	1030	6,20	6386
12.1.20.1	Tinteggiatura a tempera	m <sup>2</sup>	1030	3,25	3347,50
					<u>39603,5</u>
<b>IMPIANTO TERMICO A PAVIMENTO</b>					
13.3.121.5	Pannello radiante a pavimento per edilizia civile, con tubo in rame ed isolante 10 cm	m <sup>2</sup>	710	68,00	48280
6.4.120	Pavimento in gres porcellanato 20x20, compreso 3 cm di massetto di sottofondo	m <sup>2</sup>	710	34,20	24282
					<u>72562</u>
<b>SOSTITUZIONE CALDAIA A GAS</b>					
13.2.10.0	Smantellamento e smaltimento di apparecchiature tecnologiche	N°	1	276	276
13.6.63.4	Gruppo termico murale a gas, per solo riscaldamento, tipo a condensazione, tiraggio forzato (100 KW)	N°	2	5357	10714
					2000
					<u>12990</u>
				Totale	<u>240.275,78</u>

## CONSIDERAZIONI SULL'ECONOMICITA' DELL'INTERVENTO

### PARAMETRI ECONOMICI

INVESTIMENTO (€)	240.275,78
FLUSSO D CASSA (€)	9565
VITA TECNOLOGICA (anni)	20
COSTO DEL DENARO (%)	4
FATTORE DI ATTUALIZZAZIONE	13,59
VAN (€)	-110287,43
TEMPO DI RITORNO DELL'INVESTIMENTO (anni)	25,12

### CONSIDERAZIONI AMBIENTALI

ENERGIA PRIMARIA RISPARMIATA (TEP)	5,51
CO <sup>2</sup> NON IMMESSA IN ATMOSFERA (T/anno)	20,11

Gli interventi proposti sono necessari per raggiungere gli obiettivi di isolamento dell'edificio indicate dal D.Lgs. 192/05, ma, tranne che per gli indubbi benefici ambientali, risultano essere economicamente neanche proponibili (TR superiore al tempo di vita tecnica dell'investimento e VAN molto negativo); possono essere presi in considerazione in caso di necessità di radicale ristrutturazione dell'edificio.

## DIAGNOSI ENERGETICHE

			FC	INV	VAN	TR	TEP	CO2	TEPrisp	CO2risp
ASILI NIDO	33	Asilo Nido "Rataplan"	7205	234918	-137002	32	11,89973	38,79313	6,17	22,52

	Classe FS :	Classe GES En. Prim. :
PRIMA INTERVENTO :	G	E
DOPO INTERVENTO :	C	C

			FC	INV	VAN	TR	TEP	CO2	TEPrisp	CO2risp
BIBLIOTECHE	417	pane e cioccolato	3030	49609	-8431	16	6,085551	19,8389	0	0

	Classe FS :	Classe GES En. Prim. :
PRIMA INTERVENTO :	G	D
DOPO INTERVENTO :	D	B

			FC	INV	VAN	TR	TEP	CO2	TEPrisp	CO2risp
CVA	230	S. Efebo	1191	24718	-8533	20,8	3,843684	12,53041	0,977	3,65

	Classe FS :	Classe GES En. Prim. :
PRIMA INTERVENTO :	F	C
DOPO INTERVENTO :	D	C

			FC	INV	VAN	TR	TEP	CO2	TEPrisp	CO2risp
EDIFICI PER LO SPORT	404	Piscina+Stadio	438600	870857	2726739	2	95,86449	312,5182	100	600

	Classe FS :	Classe GES En. Prim. :
PRIMA INTERVENTO :	G	D
DOPO INTERVENTO :	G	D

			FC	INV	VAN	TR	TEP	CO2	TEPrisp	CO2risp
EDIFICI PER LO SPORT	234	Palazzetto dello Sport	9729	163754	-31536	14,2	59,78	194,89	10,7	30,06

	Classe FS :	Classe GES En. Prim. :
PRIMA INTERVENTO :	F	C
DOPO INTERVENTO :	C	D

			FC	INV	VAN	TR	TEP	CO2	TEPrisp	CO2risp
EDIFICI PER LO SPORT	231	Camposcuola Casagrande	3258	45023,15	-747	13,8	10,29497	33,56159	3,49	12,74

	Classe FS :	Classe GES En. Prim. :
PRIMA INTERVENTO :	G	C
DOPO INTERVENTO :	E	C

			FC	INV	VAN	TR	TEP	CO2	TEPrisp	CO2risp
MUSEI E MOSTRE	31	Centro Visite Carsulae	3660	22573	22573	6,16	16,12433	52,56531	7,09	23,12

	Classe FS :	Classe GES En. Prim. :
PRIMA INTERVENTO :	D	D
DOPO INTERVENTO :	C	E

			FC	INV	VAN	TR	TEP	CO2	TEPrisp	CO2risp
SCUOLE ELEMENTARI	398	Scuola Elementare	744	35832	-28058	48	2,209023	7,201413	3,31	11,42

	Classe FS :	Classe GES En. Prim. :
PRIMA INTERVENTO :	G	F
DOPO INTERVENTO :	D	C

			FC	INV	VAN	TR	TEP	CO2	TEPrisp	CO2risp
SCUOLE ELEMENTARI	9	Scuola Elementare "Aldo Moro"	13170	117290	61685	8,9	23,32451	76,0379	9,73	23,43

	Classe FS :	Classe GES En. Prim. :
PRIMA INTERVENTO :	G	F
DOPO INTERVENTO :	D	E

			FC	INV	VAN	TR	TEP	CO2	TEPrisp	CO2risp
SCUOLE ELEMENTARI	3	Scuola Elementare "Battisti"	6519	57314	-14614	8,8	16,2411	52,94599	3,19	11,64

	Classe FS :	Classe GES En. Prim. :
PRIMA INTERVENTO :	E	D
DOPO INTERVENTO :	C	C

			FC	INV	VAN	TR	TEP	CO2	TEPrisp	CO2risp
SCUOLE MATERNE	221	Cardeto	1254	81688	-64646	65	2,172479	7,082282	0,72	2,6

	Classe FS :	Classe GES En. Prim. :
PRIMA INTERVENTO :	E	C
DOPO INTERVENTO :	C	B

			FC	INV	VAN	TR	TEP	CO2	TEPrisp	CO2risp
SCUOLE MEDIE	26	Scuola Media "L. Da Vinci"	18715	125141	129195	6,7	38,57196	125,7446	16,87	45,99

	Classe FS :	Classe GES En. Prim. :
PRIMA INTERVENTO :	F	D
DOPO INTERVENTO :	C	D

			FC	INV	VAN	TR	TEP	CO2	TEPrisp	CO2risp
UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUBBLICO	427	CSM	5537	62254	12993	11,2	14,35667	46,80273	6,9	22,8

	Classe FS :	Classe GES En. Prim. :
PRIMA INTERVENTO :	G	G
DOPO INTERVENTO :	D	E

			FC	INV	VAN	TR	TEP	CO2	TEPrisp	CO2risp
UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUBBLICO	241	Ex Foresteria	7463	90775	11147	12	20,64296	67,29605	3,5	11,41

	Classe FS :	Classe GES En. Prim. :
PRIMA INTERVENTO :	D	C
DOPO INTERVENTO :	C	C

**INVESTIMENTO (Euro) 1981746,15    FLUSSO DI CASSA (Euro/anno) 520075    TR (anni) 3,81**

	ENERGIA PRIMARIA (TEP/anno)	CO2 emessa (T/anno)
<b>SITUAZIONE ATTUALE :</b>	<b>321,41</b>	<b>1047,8</b>
<b>DOPO INTERVENTI :</b>	<b>148,76</b>	<b>226,429</b>
<b>GUADAGNO AMBIENTALE</b>	<b>172,647</b>	<b>821 PARI AL : 78,4 %</b>

Nel Flusso di cassa (reale risparmio economico dovuto a risparmio di TEP di energia primaria) possono essere considerati, per i primi cinque anni e nel caso che gli interventi vengano effettuati da una ESCO o Società distributrice di energia, i proventi derivati dallo scambio di Certificati Bianchi. Nel caso di un valore corrente dei CB di 96 Euro/TEP si avrebbe:

TR (anni) = **3,651**

Edificio	Nome edificio	FES	CLASSE DOPO DIAGNOSI
SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare "Battisti"	E	C
SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare "Aldo Moro"	G	D
SCUOLE MEDIE	Scuola Media "L. Da Vinci"	F	C
MUSEI E MOSTRE	Centro Visite Carsulae	D	C
ASILI NIDO	Asilo Nido "Rataplan"	G	C
SCUOLE MATERNE	Cardeto	E	C
CVA	S. Efebo	F	D
EDIFICI PER LO SPORT	Camposcuola Casagrande	G	E
EDIFICI PER LO SPORT	Palazzetto dello Sport	F	C
UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUBBLIC	Ex Foresteria	D	C
SCUOLE ELEMENTARI	Scuola Elementare	G	D
EDIFICI PER LO SPORT	Piscina+Stadio	G	G
BIBLIOTECHE	pane e cioccolato	G	D
UFFICI ISTITUZIONALI PER IL PUBBLIC	CSM	G	D

## Relazioni tecniche preliminari

### Asilo nido "Rataplan" - Terni

PORTE E FINESTRE		Unità misura	Quantità	Costo unitario (€)	Totale (€)
9.3.130	Infisso per finestre e porte finestra in alluminio a taglio termico e giunto aperto	m <sup>2</sup>	278	321	89.238
9.5.60.2	Vetro camera mm 3-9-3	m <sup>2</sup>	278	27,7	7.700,60
					96.938,60
ISOLAMENTO PARETI					
7.2.100	Polistirolo espanso in lastre 5 cm	m <sup>2</sup>	426	8,38	3569,88
7.2.120	Rivestimento isolante termico eseguito all'esterno del tipo a cappotto	m <sup>2</sup>	426	34,30	14.611,80
					18.181,68
ISOLAMENTO SOFFITTO					
7.2.100	Polistirolo espanso in lastre 3cm	m <sup>2</sup>	1030	5,80	5974
7.2.260	Pannello in sughero autoespanso 4 cm	m <sup>2</sup>	1030	23,20	23.896
6.1.60	Sbruffatura di superfici interne con calce idraulica e sabbia	m <sup>2</sup>	1030	6,20	6386
12.1.20.1	Tinteggiatura a tempera	m <sup>2</sup>	1030	3,25	3347,50
					39.603,5
IMPIANTO TERMICO A PAVIMENTO					
13.3.121.5	Rifacimento pavimento con Pannelli isolanti di cui 252 m <sup>2</sup> con pannelli radianti per edilizia civile, con tubo in rame, isolante 7 cm	m <sup>2</sup>	710	68,00	48.280
6.4.120	Pavimento in gres porcellanato 20x20, compreso 3 cm di massetto di sottofondo	m <sup>2</sup>	710	34,20	24282
					72562
SOSTITUZIONE CALDAIA A GAS					
13.2.10.0	Smantellamento e smaltimento di apparecchiature tecnologiche	N°	1	276	276
13.6.63.4	Gruppo termico murale a gas, per solo riscaldamento, tipo a condensazione, tiraggio forzato (2 moduli da 50 KW)	N°	2	5357	10714
	Linee elettriche e adduzione del gas metano				2000
					12990
INSTALLAZIONE PANNELLI SOLARI					
	Installazione pannelli solari per l'integrazione della caldaia a condensazione e produzione di acqua calda sanitaria	m <sup>2</sup>	12,5	1250	15625
					15625
				Totale	255.900,78

## CONSIDERAZIONI SULL'ECONOMICITA' DELL'INTERVENTO

<b>DESCRIZIONE</b>	<p>Cappotto interno in poliuretano espanso , sostituzione di vetri singoli con doppi vetri, impianto termico a pavimento, sostituzione della caldaia a gasolio con una a metano a condensazione.</p> <p>L'intervento presenta un VAN fortemente negativo con tempo di ammortamento di trenta anni; l'intervento è possibile solo nell'ambito di una radicale ristrutturazione e messa a norma rispetto alla 192/05 e presenta indiscutibili guadagni da un punto di vista ambientale.</p>
--------------------	---

## PARAMETRI ECONOMICI

INVESTIMENTO (€)	255.900,78
FLUSSO DI CASSA (€)	10.740
VITA TECNOLOGICA (anni)	20
COSTO DEL DENARO (%)	4
FATTORE DI ATTUALIZZAZIONE	13,59
VAN (€)	-94.618
TEMPO DI RITORNO DELL'INVESTIMENTO (anni)	23,82

## CONSIDERAZIONI AMBIENTALI

ENERGIA PRIMARIA RISPARMIATA (TEP)	6,17
CO <sup>2</sup> NON IMMESSA IN ATMOSFERA (T/anno)	22,52

Gli interventi proposti sono necessari per raggiungere gli obiettivi di isolamento dell'edificio indicate dal D.Lgs. 192/05, ma, tranne che per gli indubbi benefici ambientali, risultano essere economicamente neanche proponibili (TR superiore al tempo di vita tecnica dell'investimento e VAN molto negativo); possono essere presi in considerazione in caso di necessità di radicale ristrutturazione dell'edificio. In tal caso si avrebbe un risparmio energetico (termico) di circa il 70 %.

## Scuola media “Leonardo” – Terni

PORTE E FINESTRE		Unità misura	Quantità	Costo unitario (€)	Totale (€)
9.3.130	Infisso per finestre e porte finestra in alluminio a taglio termico e giunto aperto relative al piano terra	m <sup>2</sup>	76	321	24396
9.5.60.2	Vetro camera mm 3-9-3per finestre di cui alla voce sopra	m <sup>2</sup>	76	27,7	2105
					26501
ISOLAMENTO PARETI					
7.2.190.0	Rivestimento delle pareti esterne e sottofinestre esterne in Poliuretano espanso in lastre 7cm	m <sup>2</sup>	1502	24,88	37369
					37369
ISOLAMENTO SOFFITTO					
7.2.200.0	Isolante termico in poliuretano espanso applicato a spruzzo su superfici interne.	m <sup>2</sup>	600	15,40	9240
					9240
ISOLAMENTO PAVIMENTO					
7.2.140.0	Isolamento termico polistirene espanso	m <sup>2</sup>	600	19,35	11610
					11610
SOSTITUZIONE CALDAIA A GAS					
13.2.10.0	Smantellamento e smaltimento di apparecchiature tecnologiche	N°	1	276	276
13.7.31.0	Centrale termica tipo modulare completo di accessori, (225 KW)	N°	1	13.710	13.710
	Linee elettriche e adduzione del gas metano				
					13986
Totale					98.706

### PARAMETRI ECONOMICI

INVESTIMENTO (€)	98.706
FLUSSO D CASSA (€)	18.715
VITA TECNOLOGICA (anni)	20
COSTO DEL DENARO (%)	4
FATTORE DI ATTUALIZZAZIONE	13,59
VAN (€)	155.630
TEMPO DI RITORNO DELL'INVESTIMENTO (anni)	5,2

### CONSIDERAZIONI AMBIENTALI

ENERGIA PRIMARIA RISPARMIATA (TEP)	16,87
CO <sub>2</sub> NON IMMESA IN ATMOSFERA (T/anno)	54,99

## Museo e mostre "Carsulae" - Terni

PORTE E FINESTRE		Unità misura	Quantità	Costo unitario (€)	Totale (€)
<b>ISOLAMENTO PARETI</b>					
7.2.190.0	Rivestimento delle pareti interne e sottofinestre esterne in Poliuretano espanso in lastre 6 cm	m <sup>2</sup>	223	27,47	6215
<b>ISOLAMENTO SOFFITTO</b>					
7.2.200.0	Isolante termico in poliuretano espanso applicato a spruzzo su superfici interne 7 cm.	m <sup>2</sup>	230	20,56	4728
<b>ISOLAMENTO PAVIMENTO</b>					
7.2.140.0	Isolamento termico polistirene espanso 10 cm di spessore	m <sup>2</sup>	601	19,35	11630
<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO</b>					
	Impianto fotovoltaico di 19,2 kW connesso alla rete elettrica				114.500
				Totale	137.073

DESCRIZIONE	Gli interventi sono cappotto esterno alle pareti ed un impianto fotovoltaico. Gli interventi passivi comportano un investimento di 22.573 € ed un flusso di cassa di 3660€. A questi si sommano i valori dell'impianto fotovoltaico che presenta un flusso di cassa di 11493€ ed un investimento di 114.500 €.
-------------	--

### PARAMETRI ECONOMICI

INVESTIMENTO (€)	137.073
FLUSSO D CASSA (€)	15.153
VITA TECNOLOGICA (anni)	20
COSTO DEL DENARO (%)	4
FATTORE DI ATTUALIZZAZIONE	13,59
VAN (€)	91429
TEMPO DI RITORNO DELL'INVESTIMENTO (anni)	9

### CONSIDERAZIONI AMBIENTALI

ENERGIA PRIMARIA RISPARMIATA (TEP)	7,09
CO <sub>2</sub> NON IMMESSA IN ATMOSFERA (Ton/anno)	35,84

## Edifici per lo sport “Piscina + Stadio” – Orvieto

### INTERVENTI PROPOSTI

	TIPO	N°
COGENERATORE	Installazione di gassificatore comprensivo di motore a combustione interna e sottostazione termica per lo scambio con lo stadio e con la piscina	1

### Computo metrico

		Unità misura	Quantità	Costo unitario (€)	Totale (€)
<b>LAVORI</b>					
7.2.100	Lavori edili e scavo comprensivi di progettazione	ml	50	Corpo	89.371 €
7.2.120	Lavori impiantistici comprensivi di tubazioni e 2 sottostazioni termiche	N°	2	47.159	94.318 €
					183.689 €
<b>COMPONENTI</b>					
7.2.40	Acquisto ed installazione di gassificatore e motore da 320 kW tutto compreso	N°	1	608.000	608.000
				Totale	791.689 €
	IVA 10%				79168,9 €
	TOTALE				870.857,9 €

### CONSIDERAZIONI SULL'ECONOMICITA' DELL'INTERVENTO

DESCRIZIONE	L'intervento indicato per la struttura in questione è un impianto di cogenerazione, alimentato a biomassa dove il calore va ad alimentare l'acqua calda per la piscina e per gli spogliatoi dello stadio mentre l'energia elettrica viene ceduta elettrica locale.
-------------	--

### PARAMETRI ECONOMICI

INVESTIMENTO (€)	870.857 €
FLUSSO DI CASSA (€)	374.638 €
VITA TECNOLOGICA (anni)	10
COSTO DEL DENARO (%)	5
FATTORE DI ATTUALIZZAZIONE	8,1103
VAN (€)	1.623.100 €
TEMPO DI RITORNO DELL'INVESTIMENTO (anni)	2,3

### CONSIDERAZIONI AMBIENTALI

ENERGIA PRIMARIA RISPARMIATA (TEP)	100
CO <sub>2</sub> NON IMMESA IN ATMOSFERA (Ton/anno)	600

**Esempio di Relazione tecnica preliminare**



**RELAZIONE TECNICA PRELIMINARE**



**SCUOLA MEDIA "LEONARDO DA VINCI" TERNI**

Via/Piazza Via Lanzi, 15, 05100 TERNI, Tel. 0744402156



<u>DATI GEOGRAFICI</u>		<u>DATI STRUTTURALI</u>	
GRADI GIORNO	1650	CATEGORIA EDIFICIO	E.7
ZONA CLIMATICA	D	ANNO COSTRUZIONE	1960
ALTEZZA s.l.m	130	SUP. DISPERDENTE (m <sup>2</sup> )	3640
LATITUDINE	42 34'5"16N	VOLUME RISCALDATO (m <sup>3</sup> )	9156
LONGITUDINE	12 34'5"88E	SUPERFICIE UTILE (m <sup>2</sup> )	2402
		TEMP. DI PROGETTO (°C)	- 2

TIPOLOGIA DELLA STRUTTURA	Cemento armato
---------------------------	----------------

IMPIANTI TECNOLOGICI

IMPIANTO TERMICO	Impianto termico tradizionale a gasolio - Potenza nominale installata kW 432
POTENZA INSTALLATA (KW)	432
COMBUSTIBILE	GASOLIO
TIPO DI CONDIZIONAMENTO	Assente
POTENZA CONDIZ. (KWfr)	0

#### CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI

GENERATORE ALTA EFFICIENZA	/
RADIATORI	Radiatori tradizionali in ghisa
REGOLAZIONE	Telecontrollo gestito dalla società SIRAM con termostati ambiente (1) e termostato in caldaia
VENTILAZIONE	Naturale
COGENERAZIONE	/
POMPE DI CALORE	/
CONTROLLO ILLUMINAZIONE	/
ILLUMINAZIONE A BASSO CONSUMO	lampade al neon
AUTOMAZIONE IMPIANTI	Timer in caldaia gestito in telecontrollo
FOTOVOLTAICO	/
FOTOVOLTAICO INTEGRATO	
SOLARE PER RISCALDAMENTO	/
SOLARE PER A.C. SANITARIA	/
SOLARE PASSIVO	/
RAFFRESCAMENTO PASSIVO	/
BIOMASSA	/

#### VERIFICHE DPR 412/93:

	(W/m <sup>2</sup> K)			(W/m <sup>2</sup> K)
Cd =	0,52	<	Cd <sub>lim</sub> =	0,53

#### All. C D.Lgs. 192/03

	(KWh/m <sup>2</sup> utili)			(KWh/m <sup>2</sup> utili)
FES =	166,5	>	FEP =	60
μ <sub>med,stag</sub> =	77,3	>	μ <sub>i</sub> =	72,9

VERIFICA TRASMITTANZE D.Lgs. 192-03 (UNI 1034; UNI 7357)

	U (W/m <sup>2</sup> K)		D	E
STRUTTURE VERTICALI OPACHE	1,983	>	0,56	0,46
STRUTTURE PIANE OPACHE	1,23	>	0,46	0,43
SPO SU TERRENO O APERTO	0,822	>	0,42	0,43
SERRAMENTI	2,765	<	3,1	2,8

FABBISOGNI E CONSUMI ENERGETICI SPECIFICI

	(KWh/m <sup>2</sup> utile)
FAB. ENERGIA TERMICA (FES)	166,5
FAB. ENERGIA TERMICA PER ACQUA CALDA (FES <sub>h20</sub> )	8,6
FAB. ENERGIA PER USI ELETTRICI (FES <sub>EE</sub> )	31,5
CONS. ENERGIA PER USI ELETTRICI (CES <sub>EE</sub> )	81
CONS. ENERGIA PRIMARIA (CES <sub>Epr</sub> )	256,1

	(KWh/m <sup>2</sup> utile)
FAB. ENERGIA TERMICA PER RAFFRESCAMENTO AMBIENTI	61,8
CONS. ENERGIA TERMICA PER RAFFRESCAMENTO AMBIENTI	0

CLASSE DI FABBISOGNO ENERGETICO (FES)

(KWh/m <sup>2</sup> utile)	TIPO	CLASSE
< 25	MOLTO BASSO	A
≤ 26	BASSO	B
≤ 39	MEDIO BASSO	C
≤ 53	MEDIO	D
≤ 110	MEDIO ALTO	E
≤ 132	ALTO	F
> 132	MOLTO ALTO	G

CLASSE DI CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA (CES<sub>Epr</sub>)

(KWh/m <sup>2</sup> utile)	TIPO	CLASSE
< 43	MOLTO BASSO	A
≤ 85	BASSO	B
≤ 127	MEDIO BASSO	C
≤ 169	MEDIO	D
≤ 211	MEDIO ALTO	E
≤ 253	ALTO	F
> 253	MOLTO ALTO	G

	KWh/m <sup>2</sup>	CLASSE	CLASSE
CLASSE FABBISOGNI TERMICI	166,5	CLASSE	G
CLASSE CONSUMI ENERGIA PRIMARIA	256,1	CLASSE	G

### POTENZA DI PUNTA DEL GENERATORE DI CALORE (UNI 10379)

$\Phi_r = 264 \text{ KW}$  ;  $\Phi_{\text{max}} = 472$

LA POTENZA DELL'IMPIANTO TERMICO DOVRA' ESSERE :  $264 < P < 472 \text{ KW}$

### POTENZA FRIGORIFERA NECESSARIA PER IL RAFFRESCAMENTO

$P_{\text{fr}} > 194 \text{ KW}_{\text{fr}}$

### CONSUMI ENERGETICI

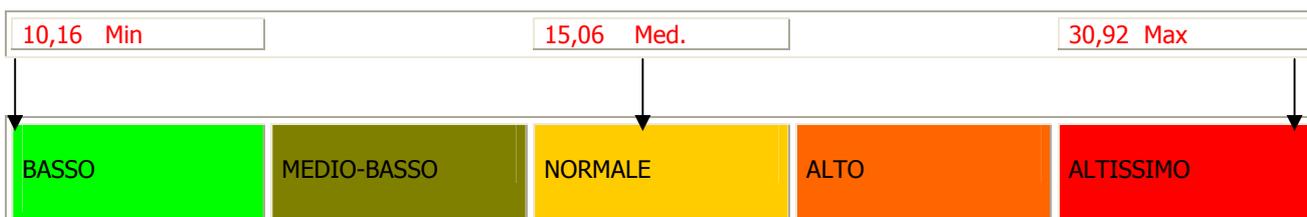
COMBUSTIBILE <b>GASOLIO</b> :	25.480 l
ENERGIA ELETTRICA (KWh)	75.894
TEP ( $10^7$ kcal)	38,57
CO <sub>2</sub> emessa ogni anno (T)	125,74

### INDICI DI CONSUMI ENERGETICI NORMALIZZATI (IEN)

IEN termico medio per " SCUOLE MEDIE "(Wh/m <sup>2</sup> *GG*anno	15,06
IEN elettrico medio per " SCUOLE MEDIE "(KWh/m <sup>3</sup> *anno)	19,19

#### ENERGIA TERMICA

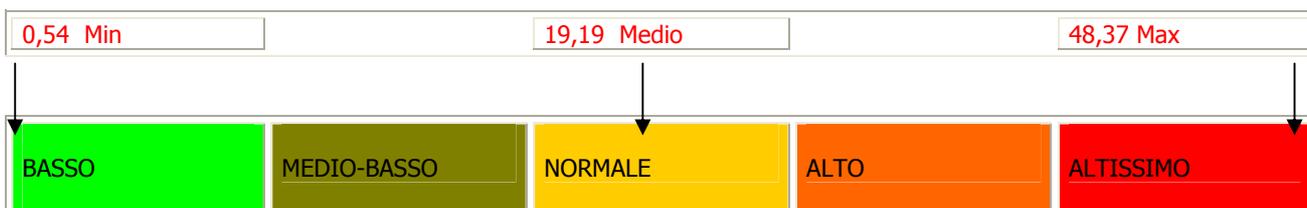
IEN termico = **13,44** (Wh/m<sup>2</sup>\*GG\*anno)



CONSUMO DI ENERGIA TERMICA	MEDIO/BASSO
----------------------------	-------------

#### ENERGIA ELETTRICA

IEN elettrico = **31,59** (KWh/m<sup>3</sup>\*anno)



CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA.	ALTO
-------------------------------	------

## DIAGNOSI ENERGETICA

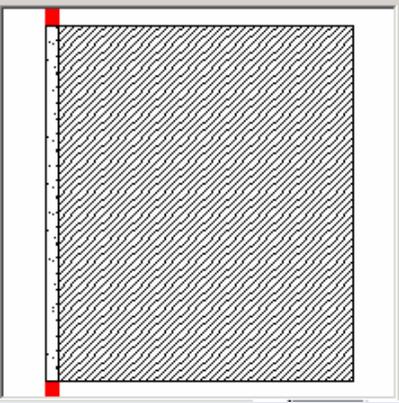
### TRASMITTANZE CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA

#### PARETI VERTICALI OPACHE

Elenco Strati che compongono la struttura (dall'interno verso l'esterno)

	Cod.	Descrizione	Sp	M.V.	Cond	R.V.
▶	e1006	Intonaco di cemento e sabbia	20,00	1800	1,000	10
	e2208	Calcare leggero	410,00	1800	1,100	40

Sezione struttura



Trasmittanza U Potenza:  W/m²K

Trasmittanza U - UNI 10344:  W/m²K

Trasmittanza U - UNI EN 832:  W/m²K

Spessore Totale:  mm

Massa superficiale:  kg/m²

Permeanza:  10<sup>-9</sup> kg/sm²Pa

Verifica criticità di condensa superficiale: **NEGATIVA** ●

Mese Critico:   $f_{Rsi}^{max}$   ≤  $f_{Rsi}$

Verifica del rischio di condensa interstiziale: **POSITIVA** ●

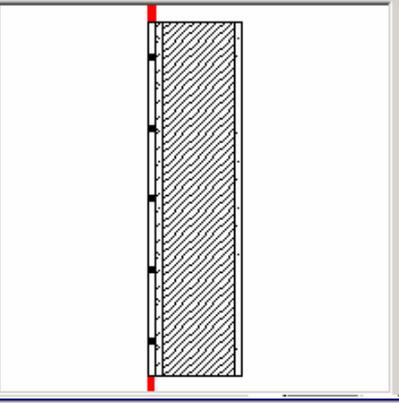
**Non si verifica alcuna condensa nella struttura durante tutto l'arco dell'anno.**

#### SOTTOFINESTRE

Elenco Strati che compongono la struttura (dall'interno verso l'esterno)

	Cod.	Descrizione	Sp	M.V.	Cond	R.V.
▶	e1704	Piastrelle in ceramica	10,00	2300	1,000	200
	e1006	Intonaco di cemento e sabbia	10,00	1800	1,000	10
	e2208	Calcare leggero	100,00	1800	1,100	40
	e1006	Intonaco di cemento e sabbia	10,00	1800	1,000	10

Sezione struttura



Trasmittanza U Potenza:  W/m²K

Trasmittanza U - UNI 10344:  W/m²K

Trasmittanza U - UNI EN 832:  W/m²K

Spessore Totale:  mm

Massa superficiale:  kg/m²

Permeanza:  10<sup>-9</sup> kg/sm²Pa

Verifica criticità di condensa superficiale: **NEGATIVA** ●

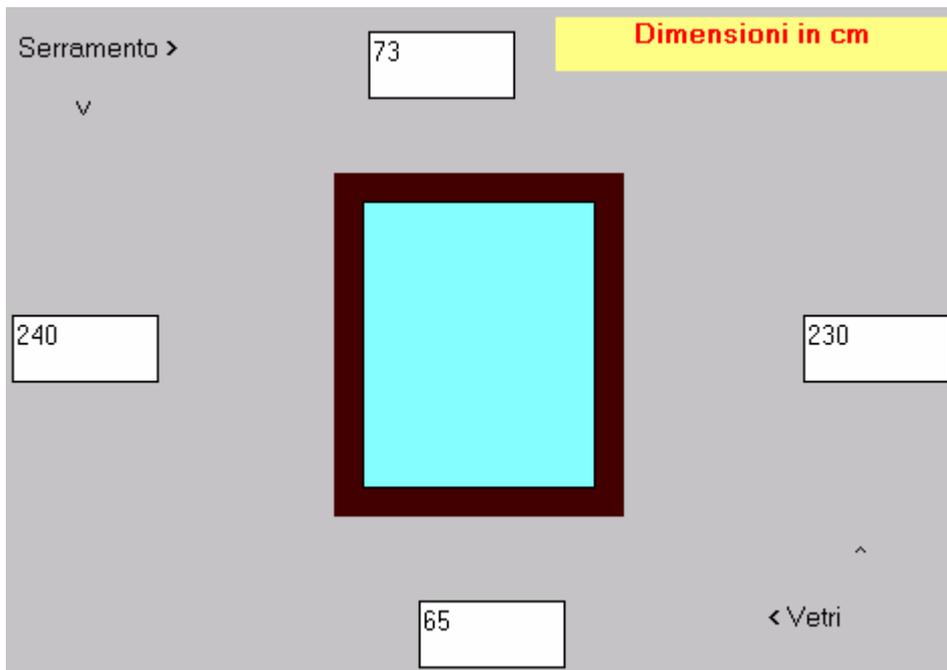
Mese Critico:   $f_{Rsi}^{max}$   ≤  $f_{Rsi}$

Verifica del rischio di condensa interstiziale: **POSITIVA** ●

**Non si verifica alcuna condensa nella struttura durante tutto l'arco dell'anno.**

#### PARETI TRASPARENTI

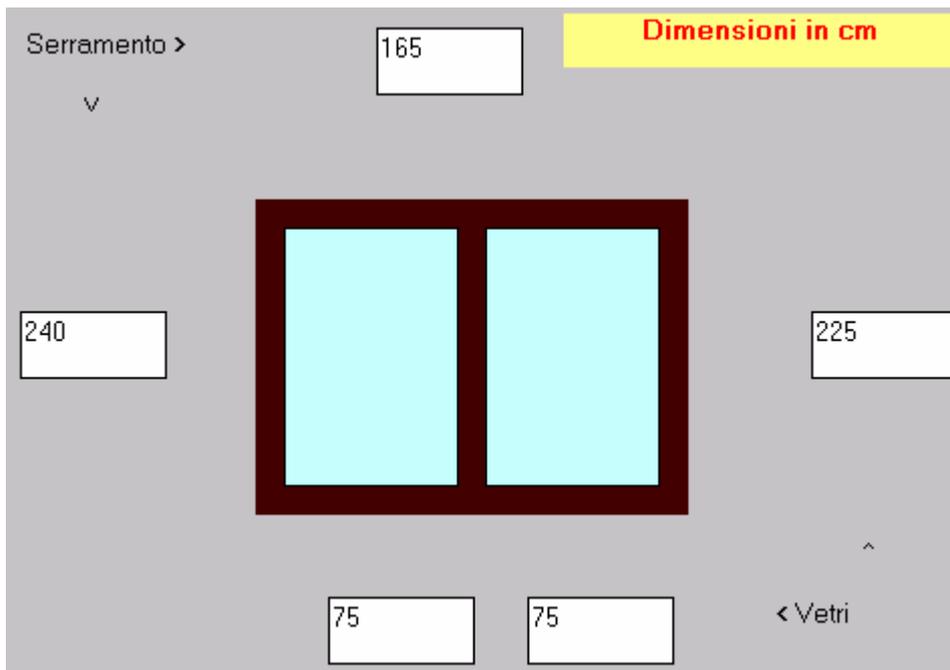
## FINESTRE PIANO TERRA



	Potenza	UNI 10344	UNI EN 832	
Trasmittanza U	5,63	4,25	3,79	W/m <sup>2</sup> K
Adduttanza interna	8,14	8	7,27	W/m <sup>2</sup> K
Adduttanza esterna	26,65	25	18,58	W/m <sup>2</sup> K
Vento	5,4	2,7	2,7	m/s

Le finestre dei piani superiori al piano terra risultano di trasmittanza superiore alla trasmittanza limite per cui si ritiene necessario prevedere un intervento.

## FINESTRE 1°-2°-3° PIANO



	Potenza	UNI 10344	UNI EN 832	
Trasmittanza U	2,78	2,35	2,24	W/m <sup>2</sup> K
Adduttanza interna	8,14	8	7,27	W/m <sup>2</sup> K
Adduttanza esterna	26,65	25	18,58	W/m <sup>2</sup> K
Vento	5,4	2,7	2,7	m/s

le finestre dei piani superiori al piano terra risultano di trasmittanza inferiore alla trasmittanza limite per cui non si ritiene necessario prevedere un intervento.

PAVIMENTI

Elenco Strati che compongono la struttura (dall'interno verso l'esterno)

Cod.	Descrizione	Sp	M.V.	Cond	R.V.
e1720	Linoleum	10,00	1200	0,170	1000
e2401	Sottofondo di cemento magro	50,00	1600	0,700	20
e8109	Blocco forato	250,00	796	0,312	7
e1005	Intonaco di calce e sabbia	20,00	1600	0,800	10

Sezione struttura

Trasmittanza U Potenza:  W/m²K

Trasmittanza U - UNI 10344:  W/m²K

Trasmittanza U - UNI EN 832:  W/m²K

Spessore Totale:  mm

Massa superficiale:  kg/m²

Permeanza:  10<sup>-9</sup> kg/sm²Pa

## COPERTURA

Elenco Strati che compongono la struttura (dall'alto verso il basso)

Cod.	Descrizione	Sp	M.V.	Cond	R.V.
e1340	Tegole in terracotta	20,00	2000	1,000	40
e803	Impermeabilizzazione con bitume	10,00	1200	0,170	50000
e901	Aria non ventilata (fl.ascend.)	50,00	0	0,313	0,200
e2401	Sottofondo di cemento magro	30,00	1600	0,700	20
e2402	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00	2200	1,490	70
e2305	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	200,00	1100	0,660	7
e1005	Intonaco di calce e sabbia	20,00	1600	0,800	10

Sezione struttura

Trasmittanza U Potenza:  W/m²K

Trasmittanza U - UNI 10344:  W/m²K

Trasmittanza U - UNI EN 832:  W/m²K

Spessore Totale:  mm

Massa superficiale:  kg/m²

Permeanza:  10<sup>-9</sup> kg/sm²Pa

Verifica criticità di condensa superficiale: **NEGATIVA** ●

Mese Critico:   $f_{Rsi}^{max}$   ≤  $f_{Rsi}$

Verifica del rischio di condensa interstiziale: **NEGATIVA** ●

Quantità di condensa ammissibile:  g/m²

Q.tà massima di condensa durante l'anno:  g/m²

L'evaporazione alla fine della stagione è: **Completa** ●

FOTO E PLANIMETRIE

FACCIATA LATO NORD



FACCIATA LATO SUD - INGRESSO



REQUISITI DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI ALL. C D. LGS 192/03

TRASMITTANZE TERMICHE DELLA STRUTTURA VALIDI FINO A 01-01-09

U(W/mqK) UNI 10344 ; UNI 7357

Verifica  
Trasmittanze

Strutture verticali opache  
Strutture piane opache  
Chiusure trasparenti  
S00 verso terra o esterno

		LIMITI	
		D	E
1,383	>	0,50	0,46
1,531	>	0,46	0,43
2,766	<	3,1	2,8
1,531	>	0,46	0,43

Cd 0,54 > Cdlim 0,53 W/mcK

RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE

$\mu$  77,4 >  $\mu_{lim}$  72,96

FABBISOGNI (kWh/mqutili\* anno)

Q 159,8 > Qlim 60

CATEGORIE DI CONSUMO ENERGIA

KWh/mq\*anno

CERTIFICAZIONE

				CLASSE	
CLASSE A Fabbisogno energetico	<	25	42	MOLTO BASSO	A
CLASSE B Fabbisogno energetico	≤	26	84	BASSO	B
CLASSE C Fabbisogno energetico	≤	39	126	MEDIO/BASSO	C
CLASSE D Fabbisogno energetico	≤	53	168	MEDIO	D
CLASSE E Fabbisogno energetico	≤	110	210	MEDIO/ALTO	E
CLASSE F Fabbisogno energetico	≤	132	252	ALTO	F
CLASSE G Fabbisogno energetico	>	132	252	MOLTO ALTO	G

FABBISOGNO SPECIFICO  
E. TERMICA (kWh/mq anno)

159,8 Classe G

CONSUMO SPECIFICO  
E. PRIMARIA (kWh/mq anno)

186,7 Classe E

STAMPA  
CERTIFICAZIONE  
ENERGETICA

INDICATORE ENERGETICO DELL'EDIFICIO



## CONSIDERAZIONI

I risultati individuano un edificio fortemente energivoro che non rispetta, tranne che per le superfici vetrate, nessuna condizione individuata sia dal DPR 412/93 che dal D. Lgs. 192/05.

Una certificazione energetica, eseguita come descritta nel progetto, vede l'edificio in classe "G" (Molto Alto) per i fabbisogni di energia termica (FES) ed in classe "E" (Medio alto) per il consumo di energia primaria ( $CES_{Epr}$ ). L'utilizzo di pietra calcarea leggera fa sì che la trasmittanza sia molto alta, quindi l'intervento di isolamento deve prevedere spessori molto alti tant'è che si sceglie cappotti sia interni che esterni proprio per cercare di suddividere tale spessore.

I consumi effettivi di gasolio e di energia elettrica individuano una "conduzione" dell'immobile medio bassa per i consumi termici ed alto per l'energia elettrica rispetto alle altre scuole medie prese in considerazione; l'impianto termico installato di 432 KW di potenza termica, esso è quasi al limite del suo dimensionamento massimo, funziona in regime di non continuità (circa 8 ore/giorno di accensione) ed è sufficiente a garantire l'erogazione di energia necessaria a mantenere gli ambienti a 20 °C.

Per poter raffrescare gli ambienti nel periodo estivo (giugno, luglio) occorre una centrale frigorifera di potenza  $P_{fr} > 194 \text{ KW}_{fr}$

Occorre far notare la presenza di umidità a livello del soffitto dovuta alla condensa (massimo livello di criticità a dicembre).

I limiti di trasmittanza indicati dal D.Lgs. 192/05, per la zona climatica D (0,46 W/m<sup>2</sup>k dal 2008) possono essere verificati, per quanto riguarda le pareti verticali opache, con un cappotto esterno di poliuretano in lastre di 7 cm di spessore con un intonaco a finire di 1 cm in calce e sabbia.

### Pareti verticali

Elenco Strati che compongono la struttura (dall'interno verso l'esterno)						Sezione struttura	
Cod.	Descrizione	Sp	M.V.	Cond	R.V.		
e1006	Intonaco di cemento e sabbia	10,00	1800	1,000	10		
e2208	Calcare leggero	410,00	1800	1,100	40		
e1903	Poliuretano espanso in continuo in lastre	70,00	30	0,032	140		
e1012	Intonaco plastico per cappotto	30,00	1300	0,300	30		

Trasmittanza U Potenza	0,352	W/m <sup>2</sup> K	Verifica criticità di condensa superficiale:	<b>POSITIVA</b>	●
Trasmittanza U - UNI 10344	0,352	W/m <sup>2</sup> K	Mese Critico:	Dicembre	$f_{Rsi}^{max} 0,753 \leq f_{Rsi} 0,916$
Trasmittanza U - UNI EN 832	0,351	W/m <sup>2</sup> K	Verifica del rischio di condensa interstiziale:	<b>POSITIVA</b>	●
Spessore Totale:	520	mm	<b>Non si verifica alcuna condensa nella struttura durante tutto l'arco dell'anno.</b>		
Massa superficiale:	797	kg/m <sup>2</sup>			
Permeanza:	7,353	10 <sup>-9</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa			

## Copertura

Elenco Strati che compongono la struttura (dall'alto verso il basso)						
Cod.	Descrizione	Sp	M.V.	Cond	R.V.	
e1340	Tegole in terracotta	20,00	2000	1,000	40	
e803	Impermeabilizzazione con bitume	10,00	1200	0,170	50000	
e901	Aria non ventilata (fl.ascend.)	50,00	0	0,313	0,200	
e1012	Intonaco plastico per cappotto	10,00	1300	0,300	30	
e1903	Poliuretano espanso in continuo in lastre	70,00	30	0,032	140	
e2401	Sottofondo di cemento magro	30,00	1600	0,700	20	
e2402	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00	2200	1,490	70	
e2305	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	200,00	1100	0,660	7	
e1005	Intonaco di calce e sabbia	20,00	1600	0,800	10	

Trasmittanza U Potenza	0,326	W/m²K
Trasmittanza U - UNI 10344	0,320	W/m²K
Trasmittanza U - UNI EN 832	0,326	W/m²K
Spessore Totale:	460	mm
Massa superficiale:	477	kg/m²
Permeanza:	0,387	10 <sup>-9</sup> kg/sm²Pa

Sezione struttura

per la copertura si preferisce stendere un materasso di poliuretano nel solaio del sottotetto e rifinito con uno strato di intonaco.

## Pavimento

Elenco Strati che compongono la struttura (dall'interno verso l'esterno)						
Cod.	Descrizione	Sp	M.V.	Cond	R.V.	
e1720	Linoleum	10,00	1200	0,170	1000	
e2401	Sottofondo di cemento magro	50,00	1600	0,700	20	
e8109	Blocco forato	250,00	796	0,312	7	
e1005	Intonaco di calce e sabbia	20,00	1600	0,800	10	
e1801	Polistirene espanso sint. (alleggerim.	70,00	15	0,045	35	
e1005	Intonaco di calce e sabbia	10,00	1600	0,800	10	

Trasmittanza U Potenza	0,349	W/m²K
Trasmittanza U - UNI 10344	0,359	W/m²K
Trasmittanza U - UNI EN 832	0,349	W/m²K
Spessore Totale:	410	mm
Massa superficiale:	340	kg/m²
Permeanza:	12,903	10 <sup>-9</sup> kg/sm²Pa

Sezione struttura

la pavimentazione della scuola è su locali non riscaldati quindi è possibile inserire uno strato di polistirene di 7 cm di spessore nel lato del locale caldaie.

Finestre piano terra

	Potenza	UNI 10344	UNI EN 832	
Trasmittanza U	2,43	2,09	2,02	W/m²K
Adduttanza interna	8,14	8	7,27	W/m²K
Adduttanza esterna	26,65	25	18,58	W/m²K
Vento	5,4	2,7	2,7	m/s

Resist. camera d'aria

Serramento > v

Spessore vetri (mm)

K distanz.

**Dimensioni in cm**

< Vetri

REQUISITI DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI ALL. C D. LGS 192/03

TRASMITTANZE TERMICHE DELLA STRUTTURA VALIDI FINO A 01-01-09

U(W/mqK) UNI 10344 ; UNI 7357

Verifica  
Trasmittanze

Strutture verticali opache  
Strutture piane opache  
Chiusure trasparenti  
S00 verso terra o esterno

		LIMITI	
		D	E
0,355	<	0,50	0,46
0,32	<	0,46	0,43
2,326	<	3,1	2,8
0,359	<	0,46	0,43

Cd 0,24 < Cclim 0,53 W/mcK

RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE

$\mu$  77,1 >  $\mu_{lim}$  72,96

FABBISOGNI (kWh/mqutili\* anno)

Q 89,75 > Qlim 60

CATEGORIE DI CONSUMO ENERGIA

KWh/mq\*anno

CERTIFICAZIONE

				CLASSE	
CLASSE A Fabbisogno energetico	<	20	41	MOLTO BASSO	A
CLASSE B Fabbisogno energetico	≤	26	81	BASSO	B
CLASSE C Fabbisogno energetico	≤	39	121	MEDIO/BASSO	C
CLASSE D Fabbisogno energetico	≤	53	161	MEDIO	D
CLASSE E Fabbisogno energetico	≤	110	201	MEDIO/ALTO	E
CLASSE F Fabbisogno energetico	≤	132	241	ALTO	F
CLASS G Fabbisogno energetico	>	132	241	MOLTO ALTO	G

FABBISOGNO SPECIFICO  
E. TERMICA (kWh/mq anno)

89,75 Classe E

CONSUMO SPECIFICO  
E. PRIMARIA (kWh/mq anno)

179,4 Classe E

STAMPA  
CERTIFICAZIONE  
ENERGETICA

INDICATORE ENERGETICO DELL'EDIFICIO



Con gli interventi sopra menzionati si ha:

Trasmittanze tranne le pareti sottofinestre entro le norme

Cd calcolato entro le norme

Rendimento medio stagionale entro le norme

Abbattimento energetico del 43,8 % (70 kWh/m<sup>2</sup>K del FES), ciò comporta un effettivo risparmio di gasolio pari a circa 11.160 litri/anno.

Ulteriori risparmi si possono avere con la sostituzione della caldaia gasolio oramai vecchia ed obsoleta con una ad alto rendimento modulare di potenza > 178 kW.

Le taglie commerciale indicano che le centrali termiche più vicine sono da 225 kW

Tenendo conto un aumento di rendimento del 7 % occorreranno 13.750 m<sup>3</sup> di metano ; con il costo del gasolio 1,15 €/l e quello del metano 0,77 €/m<sup>3</sup> si ha un risparmio sul costo del combustibile di 5.880 €/anno.

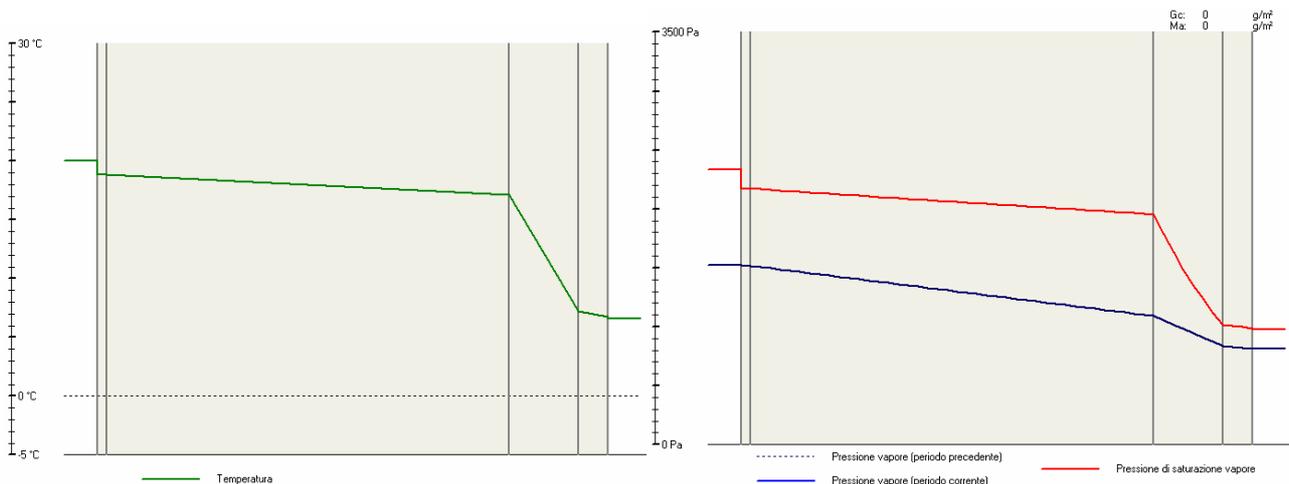
Gli interventi proposti comportano un fabbisogno di raffrescamento che può essere raggiunto nei mesi di giugno e luglio da una centrale frigorifera di P<sub>fr</sub> > 115 KW<sub>fr</sub>.

#### INTERVENTI PROPOSTI

	TIPO	m <sup>2</sup>	U (W/m <sup>2</sup> K) prima	U (W/m <sup>2</sup> K) dopo
COPERTURA	Stesura di un materasso di poliuretano espanso isolante di 7 cm di spessore.	600	1,23	0,32
PAVIMENTO	Stesura di un materasso di polistirene isolante di 7 cm di spessore.	600	0,822	0,359
PARETI ESTERNE	Isolamento delle pareti esterne con pannelli in poliuretano espanso da 7 cm di spessore,	1370	1,777	0,352
PARETE TRASPARENTE	Sostituzione di telaio e vetri singoli con telaio in alluminio con taglio termico e doppi vetri camera basso emissivi relativi al piano terra	76	4,25	2,09
CALDAIA	Sostituzione di caldaia a gasolio di potenza 451 kW con caldaia a metano ad alto rendimento da 225 kW	-	-	-

## ISOLAMENTO PARETI

Il posizionamento dello strato isolante verso l'esterno consente che la parete in questione non sia direttamente soggetta alle escursioni termiche, pertanto la massa della muratura resta più calda in inverno e più fresca in estate, generando un migliore comfort abitativo. Oltretutto nella stagione fredda, in un muro non isolato, o isolato internamente, è più facile il verificarsi del fenomeno della condensa dell'umidità presente nella muratura, che causa il formarsi di muffe. Tale inconveniente si riduce quasi totalmente se l'isolamento si trova nel lato esterno e pertanto se la muratura è protetta dal freddo.



Andamento della temperatura e delle pressioni sulle pareti nel mese di Dicembre.

Altro grande vantaggio del "cappotto esterno" consiste nella eliminazione o nella correzione dei ponti termici costituiti da solai, travi e pilastri che sono tra le principali porte di ingresso del freddo all'interno del fabbricato.

E' uno dei materiali isolanti più noti per via del suo elevato potere coibente. Il materiale viene prodotto mediante iniezione di componenti a rapida espansione fra i vari rivestimenti (carta bitumata, velovetro, ecc.) adatti all'impiego finale dell'isolante, fino a formare delle lastre piane di vario spessore. Il poliuretano può venire altresì messo in opera direttamente sul posto di applicazione con tecnica dello spruzzaggio. Il poliuretano è un ottimo isolante se usato correttamente per gli impieghi consigliati. Da evitare contatto ed esposizione ai raggi ultravioletti (luce) e all'acqua. Sono consigliati quindi tutti gli impieghi in cui l'isolante risulta protetto, come gli isolamenti di murature a doppia foderà, gli isolamenti di pavimenti e di solette, le coibentazioni di solai sotto una impermeabilizzazione a prova di qualsiasi infiltrazione e di formazione di condensa. La conduttività termica delle lastre espanse in continuo è pari a circa 0,029 W/m K, con densità compresa tra 30 e 40 kg/m<sup>3</sup>.

## IMPIANTO TERMICO

La scuola presenta due caldaie a gasolio ed è così gestita:

Una caldaia è di 232 kW e gestisce il 1°, 2°, 3° piano

Una seconda caldaia di 200 kW gestisce il piano terra e la palestra

L'impianto è a zone separate e telegestite separatamente, viene acceso alle 6:30 fino alle ore 13:00 mentre due volte alla settimana resta acceso fino alle ore 17:00.

Per ottenere la potenza richiesta dalla simulazione si può adottare una batteria di tre moduli in cascata da 75 kW ciascuno a condensazione. Questo per poter aumentare il rendimento medio nei mesi primaverili e autunnali. La collocazione della nuova centrale termica rimane nell'apposito locale dove attualmente è collocata la vecchia caldaia.

L'edificio è suddiviso in totale in 5 zone sfruttando la suddivisione già esistente.

I principali vantaggi conseguibili nel collegamento in cascata

Rendimento complessivo più elevato rispetto al caso di utilizzo di un solo generatore di elevata potenza, che si troverebbe a funzionare per buona parte del periodo di riscaldamento (ad esempio nelle mezze stagioni) con carico termico ridotto e di conseguenza con un rendimento generalmente più basso.

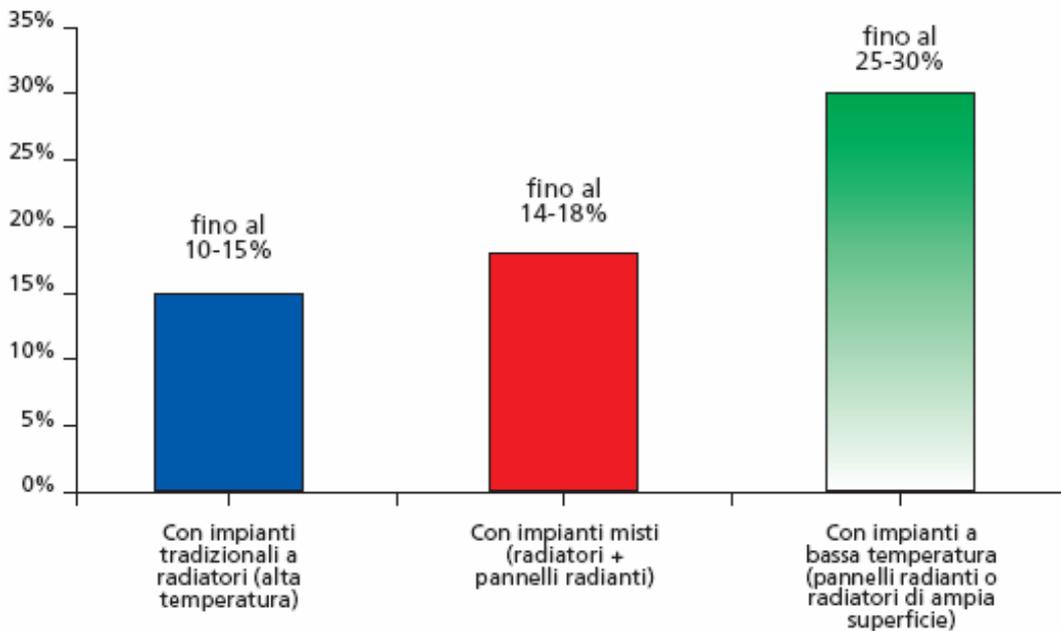
Minore spesa di esercizio conseguente al migliore rendimento

Minore sicurezza di esercizio, in quanto la suddivisione su tre unità permette di mantenere il riscaldamento attivo anche in caso ad esempio di manutenzione su uno degli apparecchi collegati

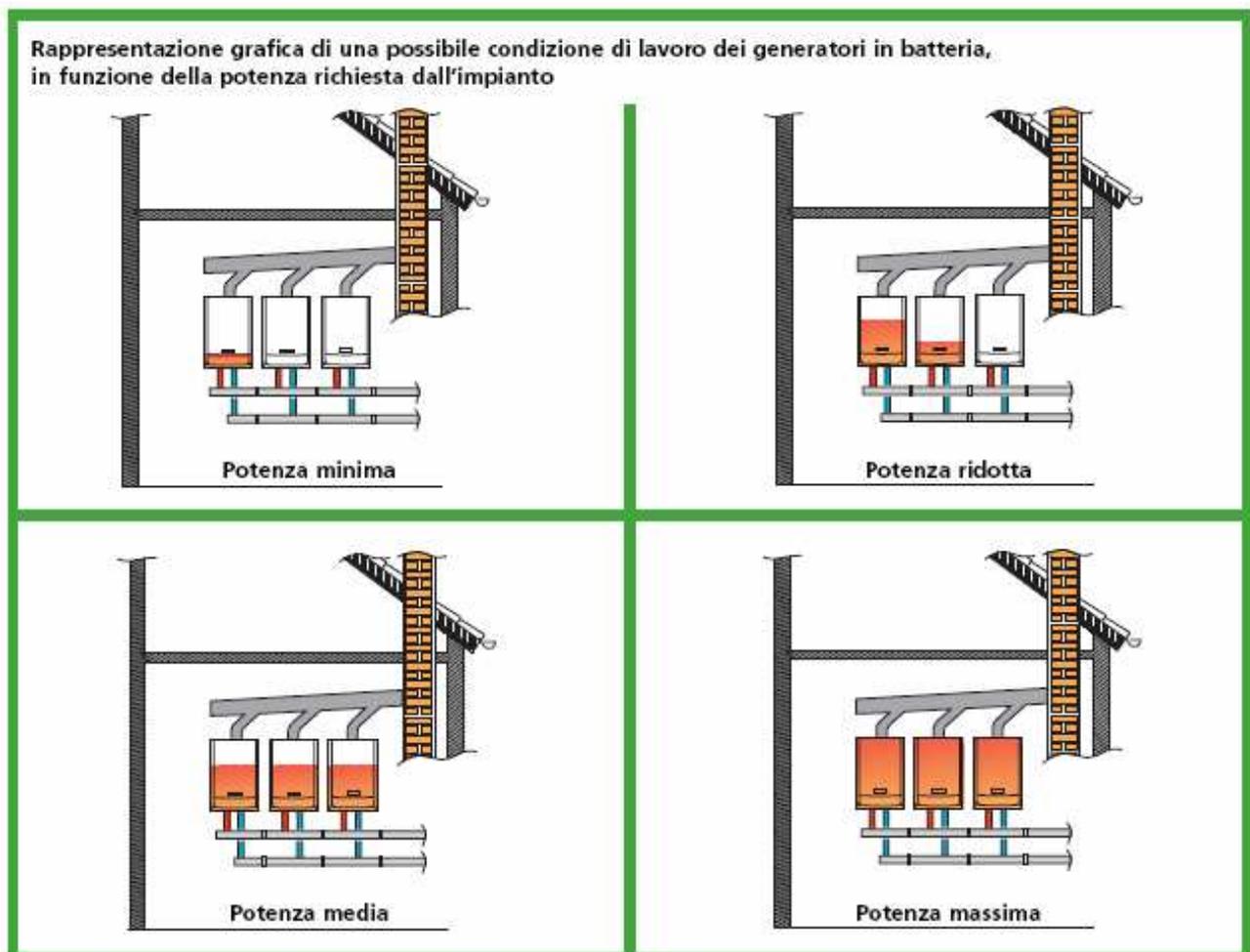
Grande flessibilità di esercizio in quanto la possibilità di distribuire su tutti gli apparecchi la richiesta e la sequenza di funzionamento permette di evitare un degrado accelerato di un apparecchio rispetto a tutti gli altri.

La tecnica della condensazione permette notevoli economie di esercizio sia su impianti di nuova installazione sia di sostituzioni di generatori obsoleti (fino al 25-30% rispetto agli impianti tradizionali), garantendo inoltre una notevole riduzione degli agenti inquinanti.

Grazie alla combustione premiscelata e all'ampio campo di modulazione, questi generatori presentano rendimenti particolarmente elevati e le prestazioni si mantengono elevate su tutto il campo di lavoro della caldaia (dalla potenza massima a quella minima). Pertanto anche nelle mezze stagioni quando l'assorbimento energetico dell'impianto è limitato e la caldaia lavora a potenza ridotta, il rendimento è comunque elevato.



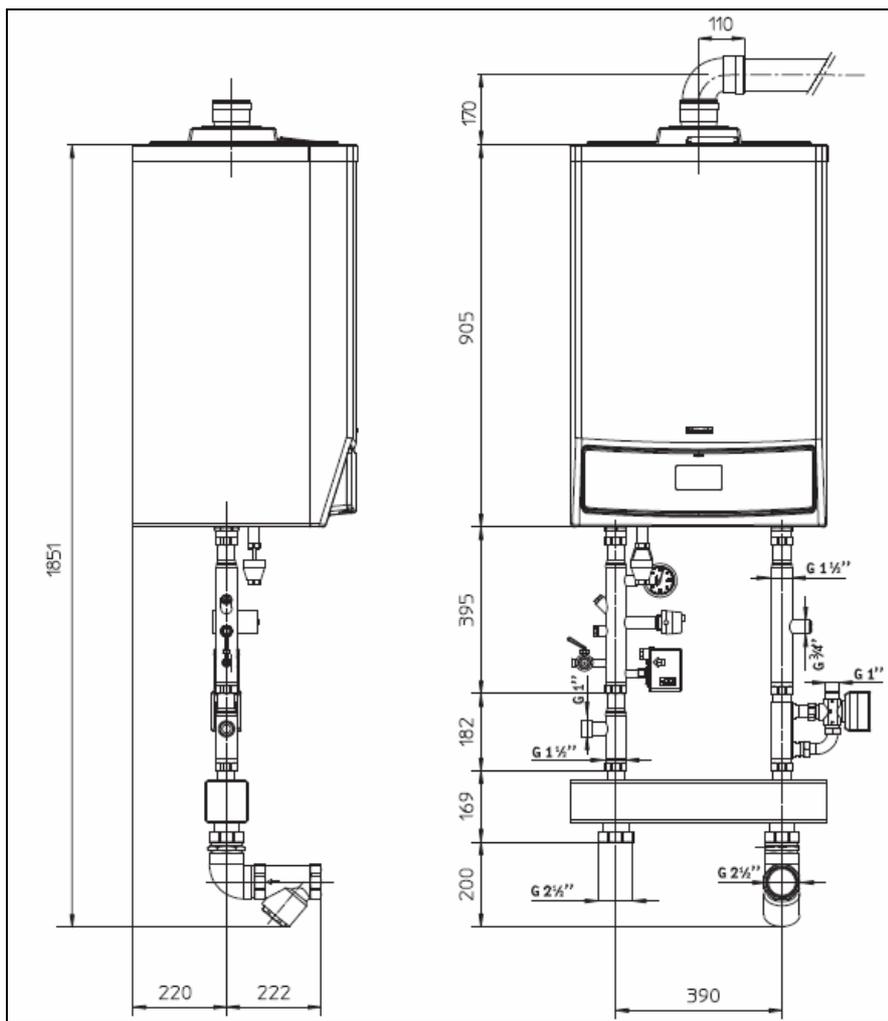
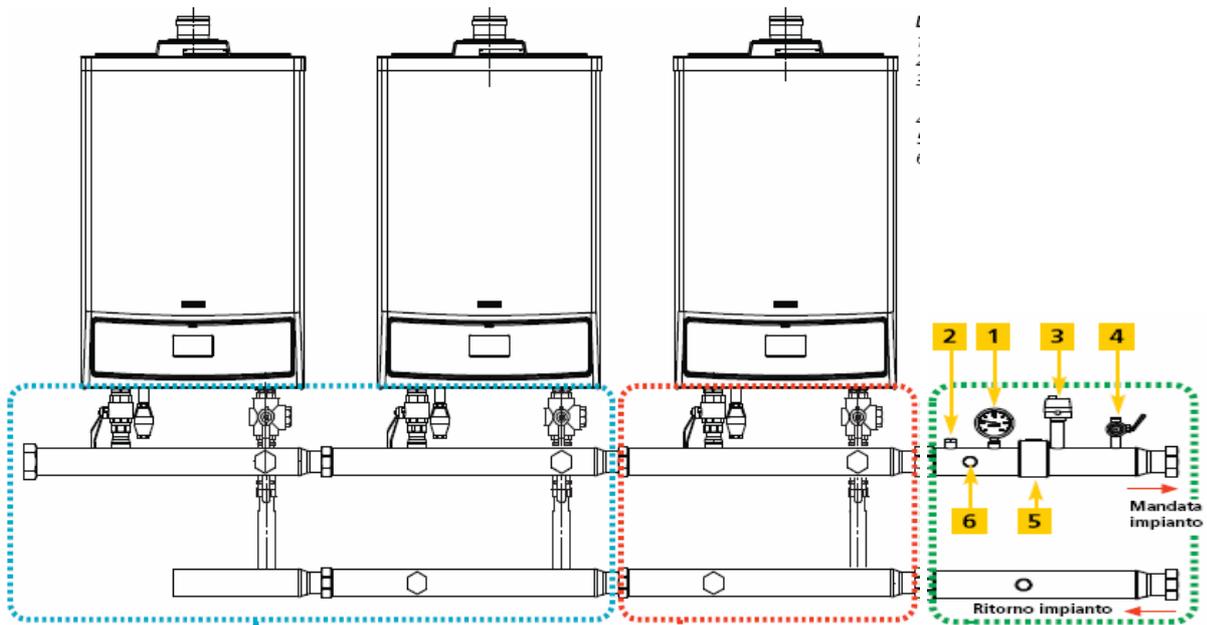
I tre moduli in cascata non alimentano ciascuno una zona ma tutti e tre alimentano tutte le zone come riportato nella figura sottostante.

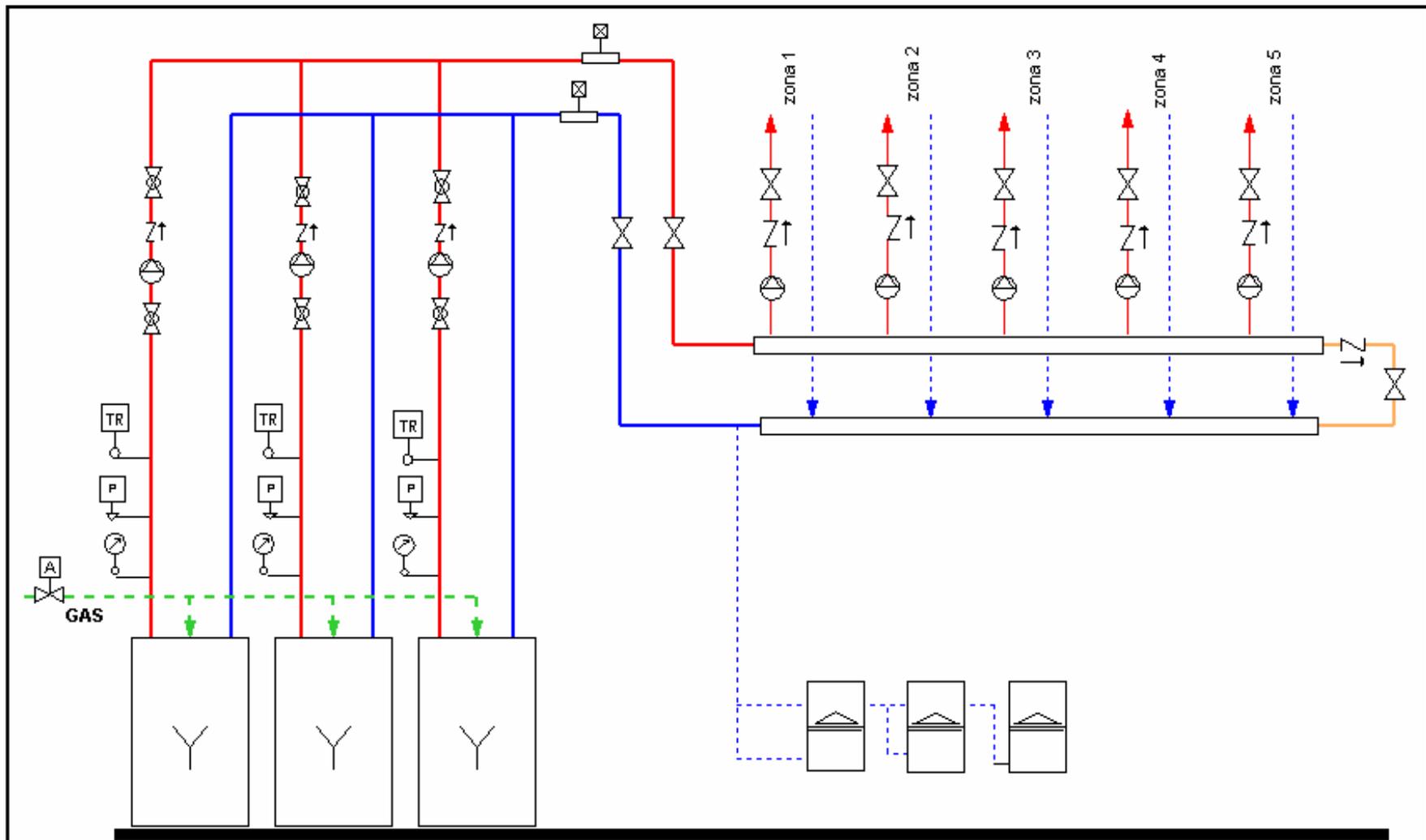


CARATTERISTICHE TECNICHE SINGOLO MODULO CALDAIA

Portata termica nominale massima	kW (kcal/h)	74,6 (64176)		
Portata termica nominale minima	kW (kcal/h)	18,5 (15900)		
Potenza termica massima utile	kW (kcal/h)	72,6 (62443)		
Potenza termica minima utile	kW (kcal/h)	18,1 (15566)		
<b>Dati di combustione</b>				
Rendimento termico utile al 100% Pn (80 / 60 °C)	%	97,3		
Rendimento termico utile al 30% del carico nom. (80 / 60 °C)	%	101		
Rendimento termico utile al 100% Pn (50 / 30 °C)	%	104,5		
Rendimento termico utile al 30% del carico nom. (50 / 30 °C)	%	107,6		
Rendimento termico utile al 100% Pn (40 / 30 °C)	%	107		
Rendimento termico utile al 30% del carico nom. (40 / 30 °C)	%	107,6		
Perdite al camino bruciatore ON 100% Pn (80 / 60 °C)	%	2,3		
Perdite al camino bruciatore OFF	%	0,01		
Perdite al mantello bruciatore ON 100% Pn (80 / 60 °C)	%	0,4		
Perdite al mantello bruciatore OFF	%	0,32		
Rendimento termico utile al 100% della potenza nominale (ai sensi del D. Lgs. 192/05 e successive modificazioni)		> 93+2·log Pn (Pn = 72,6 kW)		
Classe di NOx		5		
NOx ponderato	mg/kWh	50		
CO ponderato	mg/kWh	43		
Prevalenza disponibile ventilatore (max - min) Aspirazione/Scarico	Pa	339 - 80		
		<b>G20</b>	<b>G30</b>	<b>G31</b>
Portata in massa dei fumi a potenza nominale (50/30 °C)	Kg/h	120	107	120
Portata in massa dei fumi a potenza minima (50/30 °C)	Kg/h	31	28	32
CO2 a Potenza nominale/minima (50/30 °C)	%	9,2/8,9	12,1/11,3	10,5/9,7
CO a 0% di O2 a potenza nominale/minima (50/30 °C)	ppm	170 / 7	616 / 7	196 / 7
Temperatura fumi a potenza nominale (50/30 °C)	°C	60	66	61
Temperatura fumi a potenza minima (50/30 °C)	°C	47	51	47
<b>Circolo riscaldamento</b>				
Temperatura max di esercizio	°C	90		
Temperatura regolabile riscaldamento	°C	20 - 85		
Prevalenza disponibile all'impianto (con portata 1000 l/h)	kPa (m H2O)	65,5 (6,68)		
Pressione max di esercizio circuito riscaldamento	bar	4,4		
Pressione di taratura valvola di sicurezza ISPESL	bar	4		
Diametro di orifizio valvola di sicurezza ISPESL	mm	20		
<b>Circolo elettrico</b>				
Alimentazione elettrica	V - Hz	230 - 50		
Assorbimento nominale	A	1,6		
Potenza elettrica installata	W	270		
Potenza assorbita dal circolatore	W	168		
Potenza assorbita dal ventilatore	W	72		
Grado di protezione elettrica dell'apparecchio	IP	X5D		
Peso caldaia vuota	Kg	68		
Peso caldaia piena d'acqua	Kg	72		
Contenuto d'acqua del generatore	l	4		

SCHEMA E DIMENSIONI DELLA CALDAIA





<p><b>REALIZZATO:</b> ARPA UMBRIA VIA F. CESI 24 TERNI ALESSANDRO CANALICCHIO</p>	<p><b>EDIFICIO:</b> SCUOLA MEDIA LEONARDO DA VINCI VIA LANZI 15, TERNI</p>	<p><b>OGGETTO:</b> SCHEMA CENTRALE TERMICA</p>	<p><b>CLIENTE:</b> AGESA S.R.L VIA XI FEBBRAIO, TERNI</p>
---	--	--	---

PORTE E FINESTRE		Unità misura	Quantità	Costo unitario (€)	Totale (€)
9.3.130	Infisso per finestre e porte finestra in alluminio a taglio termico e giunto aperto relative al piano terra	m <sup>2</sup>	76	321	24396
9.5.60.2	Vetro camera mm 3-9-3per finestre di cui alla voce sopra	m <sup>2</sup>	76	27,7	2105
					26501
ISOLAMENTO PARETI					
7.2.190.0	Rivestimento delle pareti esterne e sottofinestre esterne in Poliuretano espanso in lastre 7cm	m <sup>2</sup>	1502	24,88	37369
					37369
ISOLAMENTO SOFFITTO					
7.2.200.0	Isolante termico in poliuretano espanso applicato a spruzzo su superfici interne.	m <sup>2</sup>	600	15,40	9240
					9240
ISOLAMENTO PAVIMENTO					
7.2.140.0	Isolamento termico polistirene espanso	m <sup>2</sup>	600	19,35	11610
					11610
SOSTITUZIONE CALDAIA A GAS					
13.2.10.0	Smantellamento e smaltimento di apparecchiature tecnologiche	N°	1	276	276
13.7.31.0	Centrale termica tipo modulare completo di accessori, (225 KW)	N°	1	13.710	13.710
	Linee elettriche e adduzione del gas metano				
					13986
				Totale	98.706

## CONSIDERAZIONI SULL'ECONOMICITA' DELL'INTERVENTO

Gli interventi per poter essere a norma della 192/05 sono molto pesanti ma nel nostro caso può essere considerato economicamente positivo e sono da considerare estremamente positivi i risultati ambientali con una notevole diminuzione della CO<sub>2</sub> emessa conseguenza della diminuzione e del cambio del combustibile utilizzato.

DESCRIZIONE	
-------------	--

### PARAMETRI ECONOMICI

INVESTIMENTO (€)	98.706
FLUSSO D CASSA (€)	18.715
VITA TECNOLOGICA (anni)	20
COSTO DEL DENARO (%)	4
FATTORE DI ATTUALIZZAZIONE	13,59
VAN (€)	155.630
TEMPO DI RITORNO DELL'INVESTIMENTO (anni)	5,2

### CONSIDERAZIONI AMBIENTALI

ENERGIA PRIMARIA RISPARMIATA (TEP)	16,87
CO <sub>2</sub> NON IMMESA IN ATMOSFERA (T/anno)	54,99

## Appendice A

### Esempio di calcolo di trasmittanza U di superfici opache

#### *Parete esterna verticale opaca*

Elemento	Spessore	$\lambda$ (Conduktività)	Resistenza
	m	W/mK	R(mqK/W)
Intonaco interno	0,015	0,7	0,0214
Forato	0,08	0,4	0,2000
Isolante	0,04	0,04	1,0000
Laterizio alveolare	0,25	0,242	1,0331
Intonaco esterno	0,015	0,9	0,0167
R struttura		$\Sigma R_i$	2,2712
Res. Term. Liminare ( $1/\alpha_j+1/\alpha_e$ )			0,1660
Resistenza termica tot.		Rt	2,4372
<b>Trasmittanza term. Tot (W/mqK)</b>		<b>Uvo</b>	<b>0,4103</b>

#### *Parete esterna verticale opaca sottofinestra*

Elemento	Spessore	$\lambda$ (Conduktività)	Resistenza
	m	W/mK	R(mqK/W)
Int. Int.	0,015	0,7	0,0214
tavelletta	0,04	0,36	0,1111
isolante	0,02	0,04	0,5000
Later. alveolare	0,25	0,242	1,0331
Int. Est.	0,015	0,9	0,0167
R struttura		$\Sigma R_i$	1,6823
Res. Term. Liminare ( $1/\alpha_j+1/\alpha_e$ )			0,1660
Resistenza termica tot.		Rt	1,8483
<b>Trasmittanza term. Tot (W/mqK)</b>		<b>Uso</b>	<b>0,5410</b>

#### *Pilastrini*

Elemento	Spessore	$\lambda$ (Conduktività)	Resistenza
	m	W/mK	R(mqK/W)
malta gesso e inerti	0,02	0,29	0,0690
fibra di vetro o pannello semirigido	0,03	0,04	0,7500
setti o pilastrini in c.l.s	0,25	1,29	0,1938
Malta di calce o calce e cemento	0,02	0,9	0,0222
R struttura		$\Sigma R_i$	1,0350
Res. Term. Liminare ( $1/\alpha_j+1/\alpha_e$ )			0,1660
Resistenza termica tot.		Rt	1,2010
<b>Trasmittanza term. Tot (W/mqK)</b>		<b>Uvo</b>	<b>0,8326</b>

## Tamponatura

Elemento	Spessore	$\lambda$ (Conduktivität)	Resistenza
	m	W/mK	R(mqK/W)
malta di gesso con inerti	0,02	0,29	0,0690
laterizio forato	0,06	0,46	0,1304
Fibra di vetro pannello srmirigido	0,03	0,04	0,7500
Laterizio alveolare	0,12	0,39	0,3077
malta calce / calce e cemento	0,02	0,9	0,0222
R struttura		$\Sigma R_i$	1,2793
Res. Term. Liminare $(1/\alpha_j+1/\alpha_e)$			0,1660
Resistenza termica tot.		Rt	1,4453
<b>Trasmittanza term. Tot (W/mqK)</b>		<b>Uvo</b>	<b>0,6919</b>

Elemento	Spessore	$\lambda$ (Conduktivität)	Conduktivanza	Resistenza
	m	W/mK	C (W/mK)	R(mqK/W)
malta di gesso con inerti	0,02	0,29		0,0690
laterizio forato	0,08	0,4		0,2000
Intercapedine aria	0,04		5,5	0,1818
Laterizio alveolare	0,08	0,4		0,2000
malta gesso con inerti	0,02	0,29		0,0690
R struttura		$\Sigma R_i$		0,7197
Res. Term. Liminare $(1/\alpha_j+1/\alpha_e)$				0,1660
Resistenza termica tot.		Rt		0,8857
<b>Trasmittanza term. Tot (W/mqK)</b>		<b>Uvo</b>		<b>1,1290</b>

## Cassonetto

Elemento	Spessore	$\lambda$ (Conduktivität)	Conduktivanza	Resistenza
	m	W/mK	C (W/mK)	R(mqK/W)
Pannelli di spaccato di legno	0,005	0,12		0,0417
Poliuretano espanso in continuo o in lastre	0,03	0,032		0,9375
Intercapedine aria	0,2		5,5	0,1818
Laterizio alveolare	0,06	0,46		0,1304
malta calce 7 calce e cemento	0,02	0,9		0,0222
R struttura		$\Sigma R_i$		1,3136
Res. Term. Liminare $(1/\alpha_j+1/\alpha_e)$				0,1660
Resistenza termica tot.		Rt		1,4796
<b>Trasmittanza term. Tot (W/mqK)</b>		<b>Uvo</b>		<b>0,6758</b>

### Porte Esterne

Elemento	Spessore	$\lambda$ (Conduktivität)	Conduktivanz	Resistenza
	m	W/mK	C (W/mK)	R(mqK/W)
Legno di abete	0,01	0,12		0,0833
Intercapedine aria	0,04		5,5	0,1818
Legno di abete	0,01	0,12		0,0833
R struttura		$\Sigma R_i$		0,3485
Res. Term. Liminare ( $1/\alpha_j+1/\alpha_e$ )				0,1660
Resistenza termica tot.		Rt		0,5145
<b>Trasmittanza term. Tot (W/mqK)</b>		<b>Uvo</b>		<b>1,9437</b>

### Telaio portone esterno

Elemento	Spessore	$\lambda$ (Conduktivität)	Conduktivanz	Resistenza
	m	W/mK	C (W/mK)	R(mqK/W)
Legno di abete	0,08	0,12		0,6667
R struttura		$\Sigma R_i$		0,6667
Res. Term. Liminare ( $1/a_j+1/a_e$ )				0,1660
Resistenza termica tot.		Rt		0,8327
<b>Trasmittanza term. Tot (W/mqK)</b>		<b>Uvo</b>		<b>1,2010</b>

### Solaio su vespaio

Elemento	Spessore	$\lambda$ (Conduktivität)	Resistenza
	m	W/mK	R(mqK/W)
pavim. in ceramica	0,012	1	0,0120
Sottofondo in cemento magro	0,04	0,73	0,0548
Cls di perlite e vermiculite	0,1	0,15	0,6667
Solaio in laterocemento	0,25	0,7	0,3571
R struttura		$\Sigma R_i$	1,0906
Res. Term. Liminare ( $1/\alpha_j+1/\alpha_e$ )			0,1299
Resistenza termica tot.		Rt	1,2205
<b>Trasmittanza term. Tot (W/mqK)</b>		<b>Uv</b>	<b>0,8194</b>

### Solaio di Copertura

Elemento	Spessore	$\lambda$ (Conduktività)	Resistenza
	m	W/mK	R(mqK/W)
Assito in legno	0,02	0,2	0,1
isolante	0,08	0,036	2,2222222
R struttura		$\Sigma R_i$	2,3222222
Res. Term. Liminare ( $1/\alpha_j+1/\alpha_e$ )			0,1699
Resistenza termica tot.		Rt	2,4921
<b>Trasmittanza term. Tot (W/mqK)</b>		<b>Uv</b>	<b>0,401</b>

### Solaio Interpiano

Elemento	Spessore	$\lambda$ (Conduktività)	Resistenza
	m	W/mK	R(mqK/W)
Malta di gesso con inerti	0,02	0,29	0,0690
Solaio in laterocemento	0,25	0,694	0,3602
guaina di bitume	0,002	0,17	0,0118
Fibra di vetro o pannello semirigido	0,04	0,04	1,0000
Massello in cls di perlite e vermiculite	0,1	0,15	0,6667
sottofondo di cemento magro	0,04	0,73	0,0548
Piastrelle in ceramica	0,012	1	0,0120
R struttura		$\Sigma R_i$	2,1744
Res. Term. Liminare ( $1/\alpha_j+1/\alpha_e$ )			0,1699
Resistenza termica tot.		Rt	2,3443
<b>Trasmittanza term. Tot (W/mqK)</b>		<b>Uv</b>	<b>0,4266</b>

### Solaio su piloties

Elemento	Spessore	$\lambda$ (Conduktività)	Resistenza
	m	W/mK	R(mqK/W)
Piastrelle in ceramica	0,012	1	0,0120
Sottofondo di cemento magro	0,04	0,73	0,0548
massello ripartitore in cls	0,06	0,54	0,1111
Solaio in laterocemento	0,25	0,7	0,3571
Fibra di vetro pannello semirigido	0,04	0,04	1,0000
Malta di gesso con inerti	0,02	0,29	0,0690
R struttura		$\Sigma R_i$	1,6040
Res. Term. Liminare ( $1/\alpha_j+1/\alpha_e$ )			0,1699
Resistenza termica tot.		Rt	1,7739
<b>Trasmittanza term. Tot (W/mqK)</b>		<b>Uv</b>	<b>0,5637</b>

## Esempi di calcolo di trasmittanza dei Ponti termici

Norma UNI 7357/FA3

	$\lambda$ (W/mK)
Giunto tra muro esterno a isolamento ripartito e solaio di copertura in cls isolato esternamente con isolamento non interrotto	0,18
giunto tra muro esterno a isolamento ripartito e solaio interpiano	0,39
giunto tra muro esterno a isolamento ripartito e solaio di base	0,21
Angolo tra due muri uguali con isolamento ripartito	0,05
pilastro d'angolo con isolamento interrotto	0,015
muro esterno interrotto da un pilastro che ne interrompe l'isolamento	0,47
Giunto tra parete e serramento	0,19

Giunto tra parete e serramento

	$\Psi$ (W/m <sup>2</sup> *K)
Telaio a filo interno o in mezzo	0,103
Telaio a filo esterno	0,198

giunto superiore con muratura perimetrale

Serramento-Architrave

Descriz. Elem.	s(m)	$\lambda$ (W/mK)	R(m <sup>2</sup> K/W)
Intonaco int.	0,015	0,7	0,021
Architrave Cls.	0,37	1,48	0,25
Inton Est.	0,015	0,9	0,016
s tot.	0,4	Rm	0,287

$$\Psi = (0,90 * s \text{ tot.}) / (1,25 + Rm) = 0,234$$

Giunto inferiore

Serramento davanzale

Descriz. Elem.	s(m)	$\lambda$ (W/mK)	R(m <sup>2</sup> K/W)
Davanzale Cls	0,5	0,65	0,76
s tot.	0,5	Rm	0,76

$$\Psi = 0,224$$

Giunto muratura perimetrale

Solaio su vespaio

Descriz. Elem.	s(m)	$\lambda$ (W/mK)	R(m <sup>2</sup> K/W)
Cls	0,4	1,91	0,209
s tot.	0,4	Rm	0,209

$$\Psi = 0,334$$

Giunto muratura perimetrale

copertura

Descriz. Elem.	s(m)	$\lambda$ (W/mK)	R(m <sup>2</sup> K/W)
Assito in legno	0,4	1,91	0,209
s tot.	0,5	Rm	0,209

$$\Psi = 0,014$$

## Esempio di calcolo di trasmittanza di pareti verticali trasparenti

UNI 10345

Uf				Telai in legno	
Materiale telaio	Tipo	Uf	d (mm)	Uf	
<b>Poliuretano</b>	anima di metallo	2,6	20	2,6	
	con camera	2,4	30	2,2	
<b>PVC-profilo vuoto</b>	con 2 camere	2	40	2	
	con tre camere	1,8	50	1,9	
			70	1,65	
			100	1,42	
			130	1,22	
160	1,1				

$\Psi$				
Materiale	2Vs Ug=2,7-3,4	2VS LE Ug=-1,3-2,6	3VS Ug=1,9-2,4	3VS LE Ug=0,8-1,9
Legno Uf=1,1-2,5	0,03	0,05	0,03	0,04
Plastica Uf=1,5-2,6	0,04	0,06	0,04	0,05
metallo con T.T Uf=2,4-3,8	0,05	0,07	0,01	0,03
metallo senza T.T	0,01	0,04	0,01	0,03

$R_s$				
Intercapedine (mm)	Aria			
	$\epsilon$			
mm	0,2	0,4	8	non trattato
6	0,19	0,16	0,13	0,13
9	0,26	0,21	0,16	0,15
12	0,32	0,25	0,18	0,17
15	0,36	0,28	0,2	0,19
50	0,34	0,26	0,19	0,18
100	0,31	0,25	0,18	0,17

$R_s$				
Intercapedine (mm)	Argon			
	$\epsilon$			
mm	0,2	0,4	8	non trattato
6	0,26	0,21	0,16	0,15
9	0,34	0,26	0,19	0,18
12	0,4	0,3	0,21	0,2
15	0,45	0,32	0,22	0,21
50				
100				

VS – Vetro camera

VSLE – Vetro camera con pellicola riflettente

Area superficie vetrata	Ag	1,32	m <sup>2</sup>
Area telaio	Af	0,64	m <sup>2</sup>
Area totale (mq)	At	1,96	m <sup>2</sup>
Perimetro telaio (m)	Lg	7	m

<b>Serramento singolo</b>							
Telaio in legno	d (mm)	50	Uf	1,9	W/mqK	Prosp. V UNI 10345	
Vetrocamera	lastre m	0,01	Intercap.	0,009	mm	n° vetri	2
Trasmittanza lineare		Ψl	0,03	W/mK	Prosp. VII UNI 10345		
resistività del vetro convenz.		r	1	mK/W			
Resistenza termica interc.		Rs	0,15	mqK/W	Prosp. II UNI 10345		
Coeff. Sup. conv-rad- interno		hi	8	W/mqK			
Emissività dell'elemento trasp.		ε	0,84				
Coeff. Sup. conv-rad- esterno		he	25	W/mqK			
Resistenza termica superfic.		Re	0,04	mqK/W			
trasmittanza termica vetro		Ug	2,98	W/mqK			
Resistenza termica superf. Int.		Ri	0,125				
Spessore vetro		m	0,01				
N° vetrii		n°	2				

## Conduktivität der häufigsten strukturellen Elemente

Pannelli da costruzione	$\lambda$	densità
		kg/mc
	W/mk	900
cartongesso	0,21	200
p.lli in fibre di legno porosi	0,06	650
semiduri	0,1	1000
duri	0,15	700
p.lli in legno con collante	0,16	1250
mineralizzati	0,26	600
p.lli in legno compensato	0,44	2000
p.lli in fibrocemento	0,6	400
p.lli in lana di legno mineralizzato	0,093	500
p.lli in terra cruda	0,14	190
p.lli in canna	0,055	340
p.lli in paglia	0,09	140
p.lli in polistirene con cemento	0,07	

Materiali isolanti	lambda	densità
		kg/mc
	W/mk	20-40
cotone	0,04	90
vermiculite espansa	0,07	350
argilla espansa	0,09	30
polietilene espanso in lastre	0,04	20
polistirene espanso in lastre	0,04	35
polistirene estruso in lastre	0,035	30
materassino in lino	0,04	20
lana di vetro	0,04	25
canapa	0,045	100
truciolini di legno	0,05	130
p.lli extraporosi in fibra di legno 130	0,04	190
p.lli porosi in fibra di legno	0,045	270
p.lli porosi in fibra di legno con bitume oppure lattice	0,06	400
p.lli in lana di legno mineralizzati	0,093	250
p.lli di calcio silicato	0,06	70
fibra di cocco	0,045	100
granuli di sughero	0,05	110
p.lli di sughero espanso	0,045	115
p.lli in fibre minerale	0,045	90
perlite espansa	0,05	30
poliuretano	0,03	25
lana di pecora	0,04	120
vetro cellulare 120	0,041	160
vetro cellulare 160	0,05	190
canneto	0,055	30
lana di roccia	0,04	340

paglia	0,09	50
fiocchi di cellulosa	0,04	85
p.lli di cellulosa	0,04	

Materia prima	lambda	densità
		kg/mc
	W/mk	7800
acciaio	60	8900
rame	380	2800
alluminio	200	2500
vetro	0,8	1180
vetro acrilico	0,19	1700
guaine di polietilene, bitume, ecc.	0,26	7700
acciaio Ni-Cr inossidabile	13	fino a 500
legno di conifere-flusso di calore trasversale alla fibra	0,13	fino a 500
legno di conifere-flusso di calore lungo la fibra	0,22	fino a 800
legno di latifoglie	0,18	

Pavimentazione	lambda	densità
		kg/mc
	W/mk	2000
massetto in cemento	1,4	2000
massetto autolivellante a base anidride	1,1	2200
massetto in asfalto	0,8	2000
ceramica	1,2	850
legno duro	0,22	300
quadretti di sughero	0,06	

Intonaci e malte	lambda	densità
		kg/mc
	W/mk	2200
intonaco in cemento	1,4	1800
intonaco in calce-cemento	1	1200
intonaco plastico per cappotto	0,9	1600
intonaco per calce	0,8	1500
intonaco per gesso (calce-gesso)	0,7	fino a 250
intonaco termoisolante con perlite, polistirolo < 250 kg/mc	0,09	fino a 450
intonaco termoisolante con perlite, polistirolo, fino a 450 kg/mc	0,13	2200
malta in cemento	1,4	1800
malta in calce-cemento	1	800
malta termoisolante < 800 kg/mc	0,28	

Materiali isolanti sfusi	lambda	densità
		kg/mc
	W/mk	90
perlite espansa	0,05	90

vermiculite espansa	0,07	350
argilla espansa	0,09	80-100
sughero granulare espanso	0,042	100
sughero granulare naturale	0,05	35
fiocchi di cellulosa	0,04	10
polistirolo espanso sfuso	0,044	15
lana minerale sfusa	0,044	200
segatura di legno	0,1	750
scorie da altoforno	0,35	fino a 350
granulato di polistirene legato + cemento	0,08	fino a 125
granulato di polistirene legato + cemento	0,06	fino a 125
granulato di polistirene legato + cemento	0,05	80-100
granuli di perlite espansa	0,042	

Materiali da muratura	lambda	densità
		kg/mc
	W/mk	800
blocchi con argilla espansa	0,18	650
blocchi cavi con argilla espansa	0,22	1500
blocchi cavi con scorie da altoforno, tufo, ecc.	0,6	fino a 1500
blocchi cavi con lana di legno mineral.	0,45	
blocchi cavi con lana di legno mineral. Con isolante		1800
mattone facciavista klinker	1	fino a 1600
mattone pieno	0,7	1200
mattone forato	0,36	1100
tramezza in laterizio	0,36	800
mattone forato porizzato	0,25	650
mattone forato porizzato leggero murato con malta isolante	0,18	fino a 1700
blocco "cassero" in laterizio	0,55	fino a 2600
muratura in pietra	2,3	fino a 400
blocchi cellulari autoclavati	0,11	fino a 500
blocchi cellulari autoclavati	0,14	fino a 600
blocchi cellulari autoclavati	0,16	fino a 800
blocchi cellulari autoclavati	0,24	fino a 1200
terra cruda tipo pisè	1	fino a 1200
terra cruda alleggerita	0,36	fino a 800
terra cruda alleggerita 600-800 kg	0,24	2400
cemento armato	2,3	1800
calcestruzzo CLS	1,6	1100
CLS alleggerito con argilla esp.	0,45	fino a 1700
CLS alleggerito con argilla esp.>1100 kg	0,7	1200-1600
solai con travetti e blocchi in lat. + caldana	0,8	1200-1600
solai con travetti e blocchi in cem. + caldana	0,8	900-1200
solai con travetti e blocchi in lat. Por.	0,67	1800
solai a pannelli cavi in c.a. 360 kg/mq	1,33	1400
solai a pannelli cavi c.a. 280 kg/mq	1	1670

solai a lastre in c.a. con blocchi in polistirene e caldana 4-12-4	0,6	1670
solai a lastre in c.a. con blocchi in polistirene e caldana 4-8-4	0,64	1670
solai a lastre in c.a. con blocchi in polistirene e caldana 4-16-4	0,58	

## Appendice B

### Calcolo semplificato di trasmittanze tipiche secondo CTI – R 03/3

#### *Pareti verticali esterne opache*

Spessore (m)	Muratura di pietrame intonacata	Muratura mattoni pieni intonacata	Pannello prefabbricato in cls.	Parete a cassa vuota <sup>3</sup> con mattoni forati	Struttura isolata <sup>4</sup>
0,15	-	2,31	4,03		0,59
0,20	-	1,18	3,64		0,57
0,25	3,55	1,54	3,36	1,2	0,54
0,30	3,19	1,33	3,15	1,15	0,52
0,35	2,92	1,18	2,98	1,11	0,5
0,40	2,7	1,06	2,84	1,11	0,48
0,45	2,52	0,97	2,73	1,11	0,46
0,50	2,37	0,89	2,63	1,11	0,44
0,55	2,24	0,82	2,54	1,11	0,42
0,60	2,13	0,87	2,46	1,11	0,4

#### *Cassonetti*

Tipologia	U (w/m <sup>2</sup> K)
Cassonetto non isolato <sup>5</sup>	6
Cassonetto isolato	1

#### *Pareti interne*

Spessore (m)	Muratura mattoni pieni intonacata sulle due facce	Muratura mattoni forati intonacata sulle due facce	Parete in cls. intonacata	Parete a cassa vuota con mattoni forati	Struttura isolata
0,15	1,91	1,38	2,96	1,16	0,56
0,20	1,67	1,11	2,79	1,12	0,54
0,25	1,43	0,93	2,62	1,08	0,52
0,30	1,19	0,8	2,46	1,04	0,5

<sup>3</sup> La trasmittanza si calcola considerando la camera d'aria a tenuta

<sup>4</sup> Nel caso di isolamento esterno (cappotto), la trasmittanza della parete può essere calcolata sommando alla resistenza termica della struttura non isolata, la resistenza termica dell'isolante

<sup>5</sup> Si considerano isolate quelle strutture che hanno un isolamento di almeno 2 cm di spessore.

### Coperture piane a falde

Spessore (m)	Soletta piana non coibentata in laterocemento	Soletta piana coibentata	Tetto a falda in laterizio coibentato	Tetto in legno poco isolato	Tetto in legno mediamente isolato
0,15	2	0,77	2,77	1,31	0,72
0,20	1,76	0,72	2,39		
0,25	1,53	0,67	2,02		
0,30	1,3	0,61	1,65		
0,35	1,06	0,56	1,28		

### Solai sotto ambienti interni

Spessore (m)	Soletta piana non coibentata in laterocemento	Soletta piana coibentata	Tetto a falda in laterizio coibentato	Tetto in legno poco isolato
0,20	1,59	1,68	2,16	0,68
0,25	1,19	1,47	2,01	0,63
0,30	1,19	1,25	1,87	0,58
0,35	1	1,03	1,73	0,53

### Solai su terra, su spazi aperti o su ambienti non riscaldati

Spessore (m)	Soletta in laterocemento su cantina	Soletta in laterocemento su vespaio o pilotis	Basamento in laterocemento su terreno	Basamento in cls su terreno	Soletta generica coibentata su cantina vespaio pilotis
0,20	1,54	1,76	1,37	1,35	0,71
0,25	1,35	1,53	1,24	1,31	0,66
0,30	1,16	1,3	1,11	1,27	0,61
0,35	0,97	1,06	0,98	1,23	0,55

### Ponti termici

Si applicano delle maggiorazioni alle dispersioni delle pareti opache che tengono conto della presenza dei serramenti e dei ponti termici relativi

Descrizione della struttura	Maggiorazione (%)
Parete con isolamento dall'esterno (a cappotto senza aggetti/balcone)	0
Parete con isolamento dall'esterno (a cappotto senza con aggetti/balcone)	5
Parete omogenea in mattoni pieni o in pietra	5
Parete a cassa vuota con mattoni forati	10
Struttura isolata	20
Pannello prefabbricato i cls	30