

 UNIONE EUROPEA		
 REPUBBLICA ITALIANA	REGIONE CALABRIA DIPARTIMENTO 6 Infrastrutture - Lavori Pubblici - Mobilità SETTORE 5 Lavori Pubblici	<b>COMUNE CROPALATI</b> Via Roma n.86 87060 Cropolati (CS) Tel. 0983.61064 - Fax 0983.61877 <a href="http://www.comune.cropolati.cs.it">www.comune.cropolati.cs.it</a>

**MANIFESTAZIONE DI INTERESSE PER LA CONCESSIONE DI CONTRIBUTI FINALIZZATI ALLA ESECUZIONE DI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO SISMICO O, EVENTUALMENTE, DI DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DEGLI EDIFICI DI INTERESSE SCOLASTICI**

(D.G.R.N 427 DEL 10 NOVEMBRE 2016)

**PROGETTO ESECUTIVO**

**"ADEGUAMENTO SISMICO EDIFICIO SCUOLA ELEMENTARE/MATERNA"**

<b>TAVOLA R.03</b>	<b>RELAZIONE TECNICA ART.8 C.1 D.LGS 192/2005 E SMI (EX LEGGE 10)</b>
------------------------	---

	Timbro e Firma
COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Cropolati  RESP. DEL PROCEDIMENTO: Ing. Andrea CALIO'	
PROGETTISTA E C.S.P.: Ing. Alberto BOCCUTI  DIRETTORE DEI LAVORI E C.S.E.: Ing. Vincenzo FORCINITI  ESPERTO DEL PROTOCOLLO ITACA: Ing. Immacolata FONTANA	

## ALLEGATO 2

### RELAZIONE TECNICA DI CUI AL COMMA 1 DELL'ARTICOLO 8 DEL DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005, N. 192, ATTESTANTE LA RISPONDENZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI

#### *Riqualficazione energetica e ristrutturazioni importanti di secondo livello. Costruzioni esistenti con riqualficazione dell'involucro edilizio e di impianti termici.*

Un edificio esistente è sottoposto a riqualficazione energetica quando i lavori, in qualunque modo denominati, a titolo indicativo e non esaustivo: manutenzione ordinaria o straordinaria, ristrutturazione e risanamento conservativo, ricadono nelle tipologie indicate al paragrafo 1.4.2 dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, ed insistono su elementi edilizi facenti parte dell'involucro edilizio che racchiude il volume condizionato e/o impianti aventi proprio consumo energetico.

*La seguente relazione tecnica contiene le informazioni minime necessarie per accertare l'osservanza delle norme vigenti da parte degli organismi pubblici competenti. Lo schema di relazione tecnica si riferisce ad un'applicazione parziale del decreto legislativo 192/2005.*

#### 1. INFORMAZIONI GENERALI

Comune di Cropalati

Provincia Cosenza

Progetto per la realizzazione di (specificare il tipo di opere)

Edificio pubblico <X> sì <> no

Edificio a uso pubblico <X> sì <> no

Sito in Piazza Amantea SNC, Cropalati (CS)

Mappale:-

Sezione: -

Foglio: 16

Particella: 600

Subalterni: 1

Richiesta Permesso di Costruire n del

Permesso di Costruire / DIA/ SCIA / CIL o CIA n del

Variante Permesso di Costruire/ DIA/ SCIA / CIL o CIA n del

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria di cui al punto 1.2 dell'allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie)

E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche e assimilabili

Numero delle unità immobiliari 1

Committente: Comune di Cropalati

Progettista(i) degli impianti di climatizzazione (invernale ed estiva - specificare se differenti), dell'isolamento termico e del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio: Ing. Alberto BOCCUTI

Direttore(i) dei lavori degli impianti di climatizzazione (invernale ed estiva - specificare se differenti), dell'isolamento termico e del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio: Ing. Vincenzo FORCINITI

Progettista(i) dei sistemi di illuminazione dell'edificio -  
Direttore(i) dei lavori dei sistemi di illuminazione dell'edificio -

Tecnico incaricato per la redazione dell'Attestato di Prestazione Energetica (APE) -

## 2. FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO (O DEL COMPLESSO DI EDIFICI)

Gli elementi tipologici da fornire, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono costituiti dai primi tre allegati obbligatori di cui al punto 8 della presente relazione.

## 3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITA'

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93) GG: 1.602

Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna secondo norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti) °C: -3,99

Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma °C : 32,61

## 4. DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO (O DEL COMPLESSO DI EDIFICI) E DELLE RELATIVE STRUTTURE

### Climatizzazione invernale

Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano (V)	m <sup>3</sup>	5.324,00
Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato (S)	m <sup>2</sup>	2.039,99
Rapporto S/V	l/m	0,3832
Superficie utile climatizzata dell'edificio	m <sup>2</sup>	1.080,00
Valore di progetto della temperatura interna invernale	°C	
Valore di progetto dell'umidità relativa interna invernale	%	
Presenza sistema di contabilizzazione del calore specificare se con metodo diretto o indiretto	<> sì	< X > no

### Climatizzazione estiva

Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano (V)	m <sup>3</sup>	
Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato (S)	m <sup>2</sup>	2.039,99
Superficie utile climatizzata dell'edificio	m <sup>2</sup>	1.080,00
Valore di progetto della temperatura interna estiva	°C	
Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva	%	
Presenza sistema di contabilizzazione del freddo specificare se con metodo diretto o indiretto	<> sì	< > no

## Informazioni generali e prescrizioni

Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture <> sì <X> no

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali:

Valore di riflettanza solare = > 0.65 per coperture piane  
Valore di riflettanza solare = > 0.30 per coperture a falda

-Non sono stati effettuati interventi sulla copertura in quanto il tempo di ritorno dell'investimento di tali interventi con materiali ad alta riflettanza è superiore ai 20 anni. Ciò è dovuto al fatto che il sottotetto di copertura non presenta locali riscaldati ma è solo un volume tecnico intermedio tra l'esterno ed il piano primo (riscaldato) pertanto il risparmio energetico sarebbe minimo in relazione ai costi dell'intervento.

Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture <> sì <X> no

-Non sono stati effettuati interventi sulla copertura in quanto il tempo di ritorno dell'investimento di tali interventi con materiali ad alta riflettanza è superiore ai 20 anni. Ciò è dovuto al fatto che il sottotetto di copertura non presenta locali riscaldati ma è solo un volume tecnico intermedio tra l'esterno ed il piano primo (riscaldato) pertanto il risparmio energetico sarebbe minimo in relazione ai costi dell'intervento.

Adozione di valvole termostatiche o altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare <> sì <X> no

-Non sono stati effettuati interventi sugli impianti. Adozione

Adozione sistemi di termoregolazione con compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti centralizzati di climatizzazione invernale <> sì <X> no

-Non sono stati effettuati interventi sugli impianti.

## 5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

### 5.1 Impianti termici

Impianto tecnologico destinato ai servizi di climatizzazione invernale e/o estiva e/o produzione di acqua calda sanitaria, indipendentemente dal vettore energetico utilizzato.

#### a) Descrizione impianto

La struttura sarà riscaldata da 3 caldaie murali a condensazione ad alto rendimento (classe A secondo direttiva ErP) della potenza di 28 kW, una per ogni piano, con scambiatore termico in acciaio inox, bruciatore in acciaio inox, con superficie in fibra metallica per la combustione del metano a bassa emissione di sostanze nocive, ventilatore alimentato a corrente continua con velocità variabile, regolazione gas/aria per ottimizzare la combustione, valvola del gas combinata, modulazione della potenza, funzionamento del bruciatore completamente automatico, con accensione ad alta tensione e controllo della fiamma di ionizzazione, pannello di comando della caldaia integrato, dispositivo di sicurezza a microprocessore

Il servizio di A.C.S. è invece garantito da altre 3 caldaie murali a condensazione ad alto rendimento (classe A secondo direttiva ErP) della potenza di 28 kW, una per ogni piano, con scambiatore termico in acciaio inox, bruciatore in acciaio inox, con superficie in fibra metallica per la combustione del metano a bassa emissione di sostanze nocive, ventilatore alimentato a corrente continua con velocità variabile, regolazione gas/aria per ottimizzare la combustione, valvola del gas combinata, modulazione della potenza, funzionamento del bruciatore completamente automatico, con accensione ad alta tensione e controllo della fiamma di ionizzazione, pannello di comando della caldaia integrato, dispositivo di sicurezza a microprocessore con termostati di piano e con Boiler Elettrico di supporto per l'acqua calda. Non sono presenti sistemi di contabilizzazione dell'energia termica, sistemi di ventilazione forzata, sistemi di accumulo termico.

Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua (norma UNI 8065) <> sì <X> no

Durezza totale dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore per potenza installata maggiore o uguale a 100 kW  
gradi francesi

Filtro di sicurezza <> sì <>X no

## b) Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria <> sì <X> no

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro dell'impianto <> sì <X> no

### Caldia/Generatore di aria calda

Generatore di calore a biomassa <> sì <X> no

Se "sì" verificare il rispetto del valore del rendimento termico utile nominale in relazione alle classi minime di cui alle pertinenti norme UNI-EN di prodotto.

Combustibile utilizzato: Gas naturale

Fluido termovettore: Acqua

Sistema di emissione (specificare bocchette/pannelli radianti/ radiatori/ strisce radianti/ termoconvettori/ travi fredde/ ventilconvettori/ altro): - Radiatori in ghisa

Valore nominale della potenza termica utile kW 28

Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 100% Pn

Valore di progetto %

Rendimento termico utile al 30% Pn

Valore di progetto %

Nel caso di generatori che utilizzino più di un combustibile indicare i tipi e le percentuali di utilizzo dei singoli combustibili

**Pompa di calore :** <> elettrica <> a gas

Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno)

Lato esterno (specificare aria/acqua/suolo - sonde orizzontali/ suolo - sonde verticali/altro):

Fluido lato utenze (specificare aria/acqua/altro):

Potenza termica utile riscaldamento

Potenza elettrica assorbita

Coefficiente di prestazione (COP)

Indice di efficienza energetica (EER)

### Impianti di micro-cogenerazione

Rendimento energetico delle unità di produzione PES =  $\geq 0$  (0,15 per impianti di cogenerazione)

Procedura di calcolo del PES:

### Teleriscaldamento/teleraffrescamento

Certificazione atta a comprovare i fattori di conversione in energia primaria in energia termica fornita al punto di consegna dell'edificio: <> sì <> no

Se sì indicare il protocollo e i fattori di conversione

Valore nominale della potenza termica utile dello scambiatore di calore kW

Per gli impianti termici con o senza produzione di acqua calda sanitaria, che utilizzano, in tutto o in parte, macchine diverse da quelle sopra descritte, le prestazioni di dette macchine sono fornite utilizzando le caratteristiche fisiche della specifica apparecchiatura, e applicando, ove esistenti, le vigenti norme tecniche.

Per gli impianti termici con o senza produzione di acqua calda sanitaria, che utilizzano, in tutto o in parte, macchine diverse da quelle sopra descritte, le prestazioni di dette macchine sono fornite utilizzando le caratteristiche fisiche della specifica apparecchiatura, e applicando, ove esistenti, le vigenti norme tecniche.

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

Tipo di conduzione invernale prevista:

Tipo di conduzione estiva prevista:

Sistema di gestione dell'impianto termico:

Sistema di regolazione climatica in centrale termica (solo per impianti centralizzati)

Centralina climatica, Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore

Regolatori climatici e dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone o unità immobiliari

Numero di apparecchi, Descrizione sintetica delle funzioni, Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore

### **d) Dispositivi per la contabilizzazione del calore/freddo nelle singole unità immobiliari (solo per impianti centralizzati)**

Numero di apparecchi, Descrizione sintetica del dispositivo

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

Numero di apparecchi (quando applicabile), Tipo, Potenza termica nominale (quando applicabile)

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

Descrizione e caratteristiche principali (indicare con quale norma è stato eseguito il dimensionamento)

### **g) Sistemi di trattamento dell'acqua (tipo di trattamento)**

Descrizione e caratteristiche principali

### **h) Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione**

(Tipologia, conduttività termica, spessore)

### **i) Schemi funzionali degli impianti termici**

In allegato inserire schema unifilare degli impianti termici con specificato:

- il posizionamento e la potenze dei terminali di erogazione;
- il posizionamento e tipo dei generatori;
- il posizionamento e tipo degli elementi di distribuzione,
- il posizionamento e tipo degli elementi di controllo;
- il posizionamento e tipo degli elementi di sicurezza.

### **5.2 Impianti fotovoltaici**

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato

### **5.3 Impianti solari termici**

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato

### **5.4 Impianti di illuminazione**

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato

### **5.5 Altri impianti**

Descrizione e caratteristiche tecniche di apparecchiature, sistemi e impianti di rilevante importanza funzionali e schemi funzionali in allegato.

Livello minimo di efficienza dei motori elettrici per ascensori e scale mobili

## 6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

### a) Involucro edilizio e ricambi d'aria

Specificare per ogni elemento edilizio:

- Tipo involucro (solaio/copertura/parete perimetrale esterna/parete verticale disperdente su sottotetto non riscaldato/ambiente non riscaldato/terreno) Caratteristiche del materiale isolante	PARETE PERIMETRALE Piano Seminterrato
- inserimento <input checked="" type="checkbox"/> cappotto esterno <input type="checkbox"/> cappotto interno <input type="checkbox"/> intercapedine	
- spessore (cm) 8	
- tipo POLISTIRENE	
- Trasmittanza ante operam	0.990 (W/m <sup>2</sup> K)
- Trasmittanza post operam	0.289 (W/m <sup>2</sup> K)
- Trasmittanza periodica Yie (p.o.)	0.001 (W/m <sup>2</sup> K)
- Tipo involucro (solaio/copertura/parete perimetrale esterna/parete verticale disperdente su sottotetto non riscaldato/ambiente non riscaldato/terreno) Caratteristiche del materiale isolante	PARETE PERIMETRALE Piano Terra
- inserimento <input checked="" type="checkbox"/> cappotto esterno <input type="checkbox"/> cappotto interno <input type="checkbox"/> intercapedine	
- spessore (cm) 8	
- tipo POLISTIRENE	
- Trasmittanza ante operam	1.186 (W/m <sup>2</sup> K)
- Trasmittanza post operam	0.303 (W/m <sup>2</sup> K)
- Trasmittanza periodica Yie (p.o.)	0.002 (W/m <sup>2</sup> K)
- Tipo involucro (solaio/copertura/parete perimetrale esterna/parete verticale disperdente su sottotetto non riscaldato/ambiente non riscaldato/terreno) Caratteristiche del materiale isolante	PARETE PERIMETRALE Piano Primo
- inserimento <input checked="" type="checkbox"/> cappotto esterno <input type="checkbox"/> cappotto interno <input type="checkbox"/> intercapedine	
- spessore (cm) 8	
- tipo POLISTIRENE	
- Trasmittanza ante operam	1.479 (W/m <sup>2</sup> K)
- Trasmittanza post operam	0.319 (W/m <sup>2</sup> K)
- Trasmittanza periodica Yie (p.o.)	0.005 (W/m <sup>2</sup> K)

Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei componenti verticali opachi dell'involucro edilizio interessati all'intervento: ALLEGATI

Confronto con i valori limite riportati nella tabella 1 dell'appendice B all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005: VERIFICA SODDISFATTA

Vedi allegati alla presente relazione

Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei componenti orizzontali o inclinati opachi dell'involucro edilizio interessati all'intervento: NON INTERESSATI DALL'INTERVENTO

Confronto con i valori limite riportati nella tabella 2 e 3 dell'appendice B all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005

Vedi allegati alla presente relazione

Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche trasparenti, apribili ed assimilabili dell'involucro edilizio interessati all'intervento: NON INTERESSATI DALL'INTERVENTO

Confronto con i valori limite riportati nella tabella 4 dell'appendice B all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005

Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni

Vedi allegati alla presente relazione

Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche opache, apribili ed assimilabili dell'involucro edilizio  
NON INTERESSATI DALL'INTERVENTO

Confronto con i valori limite riportati nella tabella 4 dell'appendice B all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005

Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni

Vedi allegati alla presente relazione

Valore del Fattore di trasmissione solare totale ( $g_{gl+sh}$ ) della componente vetrata esposte nel settore Ovest-Sud-Est  
Confronto con il Valore Limite del Fattore di trasmissione solare totale della componente vetrata esposte nel settore Ovest-Sud-Est presente nella tabella 5 dell'appendice B all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005

Trasmittanza termica (U) degli elementi divisori tra alloggi o unità immobiliari confinanti (distinguendo pareti verticali e solai):

Confronto con il valore limite pari a:  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

Verifica termoigrometrica

(Vedi allegati alla presente relazione)

Numeri di ricambi d'aria (media nelle 24 ore) - specificare per le diverse zone

Portata d'aria di ricambio (G) solo nei casi di ventilazione meccanica controllata:  $\text{m}^3/\text{h}$

Portata dell'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso (solo se previste dal progetto):  
 $\text{m}^3/\text{h}$

Efficienza delle apparecchiature di recupero del calore disperso (solo se previste dal progetto):

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

Determinazione dei seguenti indici di prestazione energetica, espressi in  $\text{kWh/m}^2$  anno, così come definite al comma 3.3 dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, rendimenti e parametri che ne caratterizzano l'efficienza energetica:

- $H'_T$ : coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (UNI EN ISO 13789);  
Valore: 0,587  
Limite: 0,680  
Verifica  $H'_T < H'_{T,L}$ : Positiva
- $\eta_H$ : efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento;  
Valore: 0,8316  
Limite: 0,7329  
Verifica  $\eta_H > \eta_{H,limite}$  Positiva
- $\eta_w$ : efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria;  
Valore: 0,8754  
Limite: 0,5667  
Verifica  $\eta_w > \eta_{w,limite}$ : Positiva
- $\eta_C$ : efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità);  
Valore: 0,0000  
Limite: 0,0000  
Verifica  $\eta_C > \eta_{C,limite}$ :

### c) Impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria

- tipo collettore (specificare non vetrato/ vetrato/ sottovuoto/ altro):
- tipo installazione (specificare integrati/ parzialmente integrati/ altro):
- tipo supporto (specificare su supporto metallico/su pensilina/parete esterna verticale/ altro):
- inclinazione (°) e orientamento:
- capacità accumulo/scambiatore:

Impianto integrazione (specificare tipo e alimentazione):

Potenza installata e percentuale di copertura del fabbisogno annuo:

### d) Impianti fotovoltaici

- connessione impianto (specificare grid connected/ stand alone): GRID CONNECTED
- tipo moduli (specificare silicio monocristallino/ silicio policristallino/ film sottile/ altro): Si Poli
- tipo installazione (specificare integrati/ parzialmente integrati/ altro): Parzialmente Integrati
- tipo supporto (specificare supporto metallico/su pensilina/parete esterna verticale/ altro): Metallico
- inclinazione (°) e orientamento:

Potenza installata e percentuale di copertura del fabbisogno annuo:

### e) Consuntivo energia

- energia consegnata o fornita ( $E_{del}$ ):	kWh	99.417,820
- energia rinnovabile ( $EP_{gl,ren}$ ):	kWh/m <sup>2</sup> anno	9,942
- energia esportata ( $E_{exp}$ ):	kWh	8.271,283
- energia rinnovabile in situ:	hWh	35,577
	hWhe	10.389,761
- fabbisogno annuale globale di energia primaria ( $EP_{gl,tot}$ ):	kWh/m <sup>2</sup> anno	101,996

### f) Valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi ad alta efficienza

Schede in allegato

## 7. ELEMENTI SPECIFICI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEROGHE A NORME FISSATE DALLA NORMATIVA VIGENTE

Nei casi in cui la normativa vigente consente di derogare ad obblighi generalmente validi, in questa sezione vanno adeguatamente illustrati i motivi che giustificano la deroga nel caso specifico.

## 8. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA (obbligatoria)

- [ X ] Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi
  - [ X ] Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche, termoigrometriche e massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio con verifica dell'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali
  - [ X ] Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e loro permeabilità all'aria
  - [ X ] Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analoga voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti punto 5.1 lettera i' e dei punti 5.2, 5.3, 5.4, 5.5
- Altri eventuali allegati non obbligatori .....

## 9. DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto, iscritto all'Albo A degli Ingegneri di Cosenza al n°5760, essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15, commi 1 e 2, del decreto legislativo 192/2005

Dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute dal decreto legislativo 192/2005 nonché dal decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005 ;
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

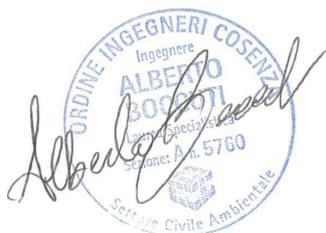
## DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DI ATTO NOTORIO

Ai sensi dell'art.15 comma 1 del D.Lgs. 192/2005 come modificato dall'art. 12 del D.L. 63/2013 (convertito in legge con L. 90/2013), la presente RELAZIONE TECNICA è resa dal sottoscritto in forma di dichiarazione di atto notorio ai sensi dell'art.47 del D.P.R. 445/2000.

Si allega copia fotostatica del documento di identità.

Dicembre 2020

Firma



Indicatori di prestazione energetica di fabbricato

		Edificio di progetto	Edificio di riferimento
<b>Dati generali</b>			
—	Ambito di intervento	Ristrutturazione importante di s...	
—	Procedura	Nazionale - D.Lgs. 19 agosto 20...	
—	Zona climatica	D	
—	Gradi giorno	1602	
—	Volume lordo	m3 5324,00	
<b>Riscaldamento</b>			
—	Durata stagione (UNI/TS 11300-1:2014 )	01/11 - 15/04	01/11 - 15/04
—	Durata stagione (D.P.R. 412/1993)	01/11 - 15/04	01/11 - 15/04
—	Superficie disperdente	m2 2039,99	
—	Superficie utile	m2 1080,00	
—	Rapporto S/V	1/m 0,383	
—	Rapporto Superficie trasparente / Superficie ...	0,080	
—	Fabbisogno di energia termica per il riscalda...	kWh 76594,262	65183,978
—	EPH,nd	kWh/(m2-anno) 70,921	60,356
—	EPH,nd,limite(2019/21)	kWh/(m2-anno)	60,356
—	Qualità involucro	Media	☹️
—	Fabbisogno di energia primaria non rinnova...	kWh 91651,397	88945,000
—	Fabbisogno di energia primaria rinnovabile ...	kWh 452,780	0,000
—	Superficie calpestabile del volume riscaldato	m2 1080,00	
—	EPH,nren	kWh/(m2-anno) 84,862	82,357
—	EPH,ren	kWh/(m2-anno) 0,419	0,000
—	EPH,tot	kWh/(m2-anno) 85,282	82,357
—	Rendimento del sottosistema di emissione	0,9659	
—	Rendimento del sottosistema di regolazio	0,9586	
—	Rendimento del sottosistema di distribuzio	0,9455	
—	Efficienza dei sottosistemi di utilizzazione,		0,810
—	Efficienza media stagionale dell'impianto c	0,8316	0,7329
—	Verifica efficienza media stagionale	Positiva	😊
—	Copertura FER	% 0,4916	
<b>Raffrescamento</b>			
—	Durata stagione (UNI/TS 11300-1:2014 )	20/05 - 31/10	24/05 - 20/09
—	Fabbisogno di energia termica per il raffresca...	kWh 10242,884	7702,650
—	Superficie utile	m2 1080,00	
—	EPC,nd	kWh/(m2-anno) 9,484	7,132
—	Verifica	Negativa	☹️
—	Asol,est/Asup,utile	0,0499	
—	YIE	W/m²K 0,01	
—	Qualità involucro	Media	☹️
<b>Acqua calda sanitaria</b>			
—	Superficie calpestabile	m2 1080,00	
—	Fabbisogno di energia termica per acqua cal...	kWh 5694,806	5694,806
—	Fabbisogno di energia primaria non rinnova...	kWh 6469,679	10049,669
—	Fabbisogno di energia primaria rinnovabile p...	kWh 35,871	0,000
—	EPW,nren	kWh/(m2-anno) 5,990	9,305
—	EPW,ren	kWh/(m2-anno) 0,033	0,000
—	EPW,tot	kWh/(m2-anno) 6,024	9,305
—	Efficienza media stagionale dell'impianto c	0,8754	0,5667
—	Verifica efficienza media stagionale	Positiva	😊
—	Copertura FER	% 0,5514	
<b>Illuminazione</b>			

Indicatori di prestazione energetica di fabbricato

		Edificio di progetto		Edificio di riferimento
└─	Fabbisogno di energia primaria non rinnova...	kWh	1218,546	5218,766
└─	Superficie calpestabile	m <sup>2</sup>	1080,00	
└─	EPL,nren	kWh/(m <sup>2</sup> -anno)	1,128	4,832
└─	EPL,ren	kWh/(m <sup>2</sup> -anno)	8,900	6,278
└─	EPL,tot	kWh/(m <sup>2</sup> -anno)	10,029	11,110
▣	<b>Trasporto</b>			
└─	Fabbisogno di energia primaria non rinnova...	kWh	78,200	418,961
└─	Superficie calpestabile	m <sup>2</sup>	1080,00	
└─	EPT,nren	kWh/(m <sup>2</sup> -anno)	0,072	0,388
└─	EPT,ren	kWh/(m <sup>2</sup> -anno)	0,590	0,504
└─	EPG,tot	kWh/(m <sup>2</sup> -anno)	0,662	0,892
▣	<b>Globale</b>			
└─	EPgl,nren	kWh/(m <sup>2</sup> -anno)	92,054	96,882
└─	EPgl,nren,rif.standard(2019/2021)	kWh/(m <sup>2</sup> -anno)		107,653
└─	Verifica		Positiva	😊
└─	Classe energetica		A1	
└─	EPgl,ren	kWh/(m <sup>2</sup> -anno)	9,942	6,782
└─	EPgl,tot	kWh/(m <sup>2</sup> -anno)	101,996	103,664
└─	Coefficiente medio globale di scambio termico		0,587	0,68
└─	Verifica H' T	[W/m <sup>2</sup> K]	Positiva	😊
└─	Rapporto tra l'area solare equivalente estiva e l'area calpestabile		0,0499	0,0400
└─	Verifica A sol,est/Asup,utile		Negativa	😞
└─	Emissioni di CO 2	kgCO 2/(m <sup>2</sup> -anno)	18,459	
└─	Copertura FER	%	9,7478	
▣	<b>Copertura da fonti rinnovabili</b>			
└─	Energia primaria rinnovabile totale (riscaldamento), Q <sub>pr,r</sub>	kWh	452,780	
└─	Energia primaria totale (riscaldamento), Q <sub>pr,tot</sub>	kWh	92104,177	
└─	Energia primaria rinnovabile totale (acs), Q <sub>pr,r</sub>	kWh	35,871	
└─	Energia primaria totale (acs), Q <sub>pr,tot</sub>	kWh	6505,550	
└─	Energia primaria rinnovabile totale (raffrescamento), Q <sub>pr,r</sub>	kWh	0,000	
└─	Energia primaria totale (raffrescamento), Q <sub>pr,tot</sub>	kWh	0,000	
▣	<b>Acqua calda sanitaria</b>			
└─	Quota di energia rinnovabile	%	0,55	
└─	Quota limite di legge	%	27,50	
└─	Verifica		Negativa	😞
▣	<b>Globale</b>			
└─	Quota di energia rinnovabile	%	0,50	
└─	Quota limite di legge	%	27,50	
└─	Verifica		Negativa	😞
▣	<b>Consumi</b>			
└─	Fabbisogno di energia elettrica da rete per riscaldamento	kWh e	73,438	
└─	Fabbisogno di energia elettrica da rete per ventilazione meccanica controllata	kWh e	2,258	0,000
└─	Fabbisogno di energia elettrica da rete per illuminazione	kWh e	624,894	2676,290
└─	Fabbisogno di energia elettrica da rete per altri usi	kWh e	40,103	214,852
▣	<b>Riscaldamento (Vettore energetico)</b>			
└─	Gas naturale	Nm <sup>3</sup>	9728,590	9456,088
▣	<b>Acqua calda sanitaria (Vettore energetico)</b>			
└─	Gas naturale	Nm <sup>3</sup>	687,350	1068,419

## ■ Scuola Elementare Cropalati

	Ed. reale	Ed. rif.		Ed. rif. std.
EPH,nd [kWh/m <sup>2</sup> ]	70,921	60,356	☹	60,356
ηH	0,8316	0,7329	☺	-
EPH,nren [kWh/m <sup>2</sup> ]	84,862	82,357	☹	82,357
EPC,nd [kWh/m <sup>2</sup> ]	9,484	7,132	☹	-
ηC				
EPC,nren [kWh/m <sup>2</sup> ]				
ηW	0,8754	0,5667	☺	-
EPW,nren [kWh/m <sup>2</sup> ]	5,990	9,305	☺	9,305
EPV,nren [kWh/m <sup>2</sup> ]				
EPL,nren [kWh/m <sup>2</sup> ]	1,128	4,832	-	14,803
EPT,nren [kWh/m <sup>2</sup> ]	0,072	0,388	-	1,188
EPgl,nren [kWh/m <sup>2</sup> ]	92,054	96,882	☺	107,653
Classe energetica	A1			

## Dati Generali Progetto

Descrizione progetto Ambito di intervento	Scuola Cropalati Ristrutturazione importante di secondo livello
Metodologia di calcolo Procedura di calcolo Edificio pubblico Classificazione edificio	Metodo di calcolo da rilievo sull'edificio Nazionale - D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192, e successive modificazioni. Sì E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche e assimilabili

## Dati Climatici

Provincia Comune	Cosenza Cropalati
Zona climatica	D
Gradi giorno	1,602
Altezza sul livello del mare	[m] 384
Temperatura esterna di progetto invernale	[°C] -3,99
Temperatura esterna media annuale	[°C] 14,57
Fattore di correzione fg1	1,45
Fattore di correzione fg2	0,23
Fattore di correzione Gw	1,00

### Fattori di correzione per esposizione:

Nord	1,20
Nord – Est	1,20
Est	1,15
Sud – Est	1,10
Sud	1,00
Sud – Ovest	1,05
Ovest	1,10
Nord – Ovest	1,15

## Risultati per Ambiente

Impianto  
Zona  
Ambiente

Scuola Elementare Cropalati  
Piano Seminterrato  
Nuovo ambiente

Categoria di destinazione d'uso  
Temperatura interna di progetto  
Superficie utile  
Volume netto

[°C]  
[m<sup>2</sup>]  
[m<sup>3</sup>]

E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche e assimilabili  
20  
340,00  
1.020,00

Amb. Conf.	Esp.	Tipo	Codice	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K] Ψ [W/mK]	Sup. [m <sup>2</sup> ] Lungh. [m]	Te [°C]	ek	Ht [W/K]	Qt [W]
D	N	OP	MUR75+EP S8	Muratura in pietra listata con mattoni (2-71-2) + Cappotto EPS80	0,289	41,05	-3,99	1,20	14,2361	341,52
D	N	TR	FIN170X130	Finestra 170x130 PVC doppio vetro	2,850	8,84	-3,99	1,20	30,2328	725,28
D	E	OP	MUR75+EP S8	Muratura in pietra listata con mattoni (2-71-2) + Cappotto EPS80	0,289	82,43	-3,99	1,15	27,3956	657,22
D	E	TR	FIN210X120	Finestra 210x120 PVC doppio vetro	2,723	2,52	-3,99	1,15	7,8913	189,31
D	E	TR	FIN170X130	Finestra 170x130 PVC doppio vetro	2,850	11,05	-3,99	1,15	36,2164	868,83
D	S	OP	MUR75+EP S8	Muratura in pietra listata con mattoni (2-71-2) + Cappotto EPS80	0,289	52,23	-3,99	1,00	15,0945	362,12
D	S	TR	FIN210X120	Finestra 210x120 PVC doppio vetro	2,723	2,52	-3,99	1,00	6,8620	164,62
D	S	TR	FIN170X130	Finestra 170x130 PVC doppio vetro	2,850	11,05	-3,99	1,00	31,4925	755,51
U		OP	MURCTER	Muratura in pietra listata con mattoni (2-71-2)	0,550	61,50	9,20	1,00	15,2212	365,16
U		OP	MURCTER	Muratura in pietra listata con mattoni (2-71-2)	0,550	20,80	5,61	1,00	6,8640	164,67
G		PV	PAVTER1	Pavimento su terreno	0,227	485,00	14,57	1,00	36,7167	880,83
D	N	PT	PT ANGOLO 75	Ponte termico angolo muratura	-0,106	9,00	-3,99	1,20	-1,1448	-27,46
D	E	PT	PT ANGOLO 75	Ponte termico angolo muratura	-0,106	6,00	-3,99	1,15	-0,7314	-17,55
D	S	PT	PT ANGOLO 75	Ponte termico angolo muratura	-0,106	6,00	-3,99	1,00	-0,6360	-15,26

Dispersioni per trasmissione  
Dispersioni per ventilazione  
Potenza di ripresa  
Carico termico totale

[W]  
[W]  
[W]  
[W]

5.414,80  
22.463,28  
7.480,00  
35.358,08

## Risultati per Ambiente

Impianto  
Zona  
Ambiente

Scuola Elementare Cropalati  
Piano Terra  
Nuovo ambiente

Categoria di destinazione d'uso  
Temperatura interna di progetto  
Superficie utile  
Volume netto

[°C]  
[m<sup>2</sup>]  
[m<sup>3</sup>]

E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche e assimilabili  
20  
365,00  
1.314,00

Amb. Conf.	Esp.	Tipo	Codice	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K] Ψ [W/mK]	Sup. [m <sup>2</sup> ] Lungh. [m]	Te [°C]	ek	Ht [W/K]	Qt [W]
D	N	OP	MUR60+EP S8	Muratura in pietra listata con mattoni (2-56-2) + Cappotto EPS80	0,303	70,39	-3,99	1,20	25,5938	614,00
D	N	TR	FIN190X130	Finestra 190x130 PVC doppio vetro	2,853	7,41	-3,99	1,20	25,3689	608,60
D	E	OP	MUR60+EP S8	Muratura in pietra listata con mattoni (2-56-2) + Cappotto EPS80	0,303	101,38	-3,99	1,15	35,3259	847,47
D	E	TR	FIN190X130	Finestra 190x130 PVC doppio vetro	2,853	14,82	-3,99	1,15	48,6237	1.166,48
D	S	OP	MUR60+EP S8	Muratura in pietra listata con mattoni (2-56-2) + Cappotto EPS80	0,303	62,98	-3,99	1,00	19,0829	457,80
D	S	TR	FIN190X130	Finestra 190x130 PVC doppio vetro	2,853	14,82	-3,99	1,00	42,2815	1.014,33
D	O	OP	MUR60+EP S8	Muratura in pietra listata con mattoni (2-56-2) + Cappotto EPS80	0,303	99,17	-3,99	1,10	33,0534	792,95
D	O	TR	FIN190X130	Finestra 190x130 PVC doppio vetro	2,853	2,47	-3,99	1,10	7,7516	185,96
D	O	TR	FIN190X200	Finestra 190x200 PVC doppio vetro	2,854	7,60	-3,99	1,10	23,8594	572,39
D	O	OP	FIN290X240	Portone 290x240	0,997	6,96	-3,99	1,10	7,6330	183,12
D	N	PT	PT ANGOLO 60	Ponte termico angolo muratura	-0,109	8,70	-3,99	1,20	-1,1380	-27,30
D	E	PT	PT ANGOLO 60	Ponte termico angolo muratura	-0,109	8,70	-3,99	1,15	-1,0905	-26,16
D	S	PT	PT ANGOLO 60	Ponte termico angolo muratura	-0,109	3,90	-3,99	1,00	-0,4251	-10,20
D	O	PT	PT ANGOLO 60	Ponte termico angolo muratura	-0,109	3,90	-3,99	1,10	-0,4676	-11,22
D	N	PT	PT ANG RIENTR 60	PT	0,204	3,90	-3,99	1,20	0,9547	22,90
D	O	PT	PT ANG RIENTR 60	PT	0,204	3,90	-3,99	1,10	0,8752	21,00
D	OR(C)	PT	PT SOLAIO INTERM	Ponte Termico Solaio Interno	0,004	79,00	-3,99	1,00	0,3160	7,58
D	OR(C)	PT	PTVERAND A	Ponte Termico Veranda	0,839	18,00	-3,99	1,00	15,1020	362,30

Dispersioni per trasmissione	[W]	6.781,99
Dispersioni per ventilazione	[W]	24.114,99
Potenza di ripresa	[W]	8.030,00
Carico termico totale	[W]	38.926,98

## Risultati per Ambiente

Impianto  
Zona  
Ambiente

Scuola Elementare Cropalati  
Piano Primo  
Nuovo ambiente

Categoria di destinazione d'uso  
Temperatura interna di progetto  
Superficie utile  
Volume netto

[°C]  
[m<sup>2</sup>]  
[m<sup>3</sup>]

E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche e assimilabili  
20  
375,00  
1.350,00

Amb. Conf.	Esp.	Tipo	Codice	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K] Ψ [W/mK]	Sup. [m <sup>2</sup> ] Lungh. [m]	Te [°C]	ek	Ht [W/K]	Qt [W]
D	N	OP	MUR45+EP S8	Muratura in pietra listata con mattoni (2-41-2) + Cappotto EPS80	0,319	70,39	-3,99	1,20	26,9453	646,42
D	N	TR	FIN190X130	Finestra 190x130 PVC doppio vetro	2,853	7,41	-3,99	1,20	25,3689	608,60
D	E	OP	MUR45+EP S8	Muratura in pietra listata con mattoni (2-41-2) + Cappotto EPS80	0,319	101,38	-3,99	1,15	37,1913	892,22
D	E	TR	FIN190X130	Finestra 190x130 PVC doppio vetro	2,853	14,82	-3,99	1,15	48,6237	1.166,48
D	S	OP	MUR45+EP S8	Muratura in pietra listata con mattoni (2-41-2) + Cappotto EPS80	0,319	62,98	-3,99	1,00	20,0906	481,97
D	S	TR	FIN190X130	Finestra 190x130 PVC doppio vetro	2,853	14,82	-3,99	1,00	42,2815	1.014,33
D	O	OP	MUR45+EP S8	Muratura in pietra listata con mattoni (2-41-2) + Cappotto EPS80	0,319	103,61	-3,99	1,10	36,3567	872,20
D	O	TR	FIN190X130	Finestra 190x130 PVC doppio vetro	2,853	2,47	-3,99	1,10	7,7516	185,96
D	O	TR	FIN190X200	Finestra 190x200 PVC doppio vetro	2,854	7,60	-3,99	1,10	23,8594	572,39
D	O	TR	FIN210X120	Finestra 210x120 PVC doppio vetro	2,723	2,52	-3,99	1,10	7,5482	181,08
U		OP	SOLINTASC	Solaio Interno - Flusso Ascendente	1,108	485,00	3,21	1,00	376,1660	9.024,22
D	N	PT	PT ANGOLO 45	Ponte termico angolo muratura	-0,111	7,80	-3,99	1,20	-1,0390	-24,92
D	E	PT	PT ANGOLO 45	Ponte termico angolo muratura	-0,111	3,90	-3,99	1,15	-0,4978	-11,94
D	S	PT	PT ANGOLO 45	Ponte termico angolo muratura	-0,111	3,90	-3,99	1,00	-0,4329	-10,39
D	O	PT	PT ANGOLO 45	Ponte termico angolo muratura	-0,111	3,90	-3,99	1,10	-0,4762	-11,42
D	N	PT	PT ANG RIENTR 45	PT	0,204	3,90	-3,99	1,20	0,9547	22,90
D	O	PT	PT ANG RIENTR 45	PT	0,204	3,90	-3,99	1,10	0,8752	21,00
D	OR(C)	PT	PT SOLAIO INTERM 2	Ponte Termico Solaio Interno	0,004	79,00	-3,99	1,00	0,3160	7,58
D	OR(C)	PT	PT SOLAIO INTERM 2	Ponte Termico Solaio Interno	0,004	18,00	-3,99	1,00	0,0720	1,73

Dispersioni per trasmissione	[W]	15.640,40
Dispersioni per ventilazione	[W]	24.775,67
Potenza di ripresa	[W]	8.250,00
Carico termico totale	[W]	48.666,08

## Risultati per Zona

Impianto Scuola Elementare Cropalati  
Zona Piano Seminterrato

Categoria di destinazione d'uso E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche e assimilabili  
Temperatura interna di progetto [°C] 20

Ventilazione Naturale  
Ricambio d'aria [1/h] 0,0

Ambiente	Ti [°C]	Qtr [W]	Qve [W]	Qrh [W]	Qtot [W]
Nuovo ambiente	20	5.414,80	22.463,28	7.480,00	35.358,08

Dispersioni totali per trasmissione	[W]	5.414,80
Dispersioni totali per ventilazione	[W]	22.463,28
Potenza di ripresa	[W]	7.480,00
Carico termico totale	[W]	35.358,08

## Risultati per Zona

Impianto Scuola Elementare Cropalati  
Zona Piano Terra

Categoria di destinazione d'uso E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche e assimilabili  
Temperatura interna di progetto [°C] 20

Ventilazione Naturale  
Ricambio d'aria [1/h] 0,0

Ambiente	Ti [°C]	Qtr [W]	Qve [W]	Qrh [W]	Qtot [W]
Nuovo ambiente	20	6.781,99	24.114,99	8.030,00	38.926,98

Dispersioni totali per trasmissione [W] 6.781,99  
Dispersioni totali per ventilazione [W] 24.114,99  
Potenza di ripresa [W] 8.030,00  
Carico termico totale [W] 38.926,98

## Risultati per Zona

Impianto Scuola Elementare Cropalati  
Zona Piano Primo

Categoria di destinazione d'uso E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche e assimilabili  
Temperatura interna di progetto [°C] 20

Ventilazione Naturale  
Ricambio d'aria [1/h] 0,0

Ambiente	Ti [°C]	Qtr [W]	Qve [W]	Qrh [W]	Qtot [W]
Nuovo ambiente	20	15.640,40	24.775,67	8.250,00	48.666,08
Dispersioni totali per trasmissione	[W]	15.640,40			
Dispersioni totali per ventilazione	[W]	24.775,67			
Potenza di ripresa	[W]	8.250,00			
Carico termico totale	[W]	48.666,08			

## Risultati per Impianto

Impianto  
Considera

Scuola Elementare Cropalati  
Vicini assenti

Categoria di destinazione d'uso  
Temperatura interna di progetto

[°C]

E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche e assimilabili  
20

Zona	Qtr [W]	Qve [W]	Qrh [W]	Qtot [W]
Piano Seminterrato	5.414,80	22.463,28	7.480,00	35.358,08
Piano Terra	6.781,99	24.114,99	8.030,00	38.926,98
Piano Primo	15.640,40	24.775,67	8.250,00	48.666,08

Dispersioni totali per trasmissione	[W]	27.837,20
Dispersioni totali per ventilazione	[W]	71.353,94
Potenza di ripresa	[W]	23.760,00
Carico termico totale	[W]	122.951,13

## DATI CLIMATICI

Provincia		Cosenza
Comune		Cropalati
Latitudine nord		39,52
Zona climatica		D
Gradi giorno		1.602
Altezza sul livello del mare	[m]	384
Temperatura esterna di progetto invernale	[°C]	-3,99
Conduttività termica del terreno	[W/(m·K)]	2,00
Velocità del vento	[m/s]	1,40

## RIEPILOGO DATI MENSILI

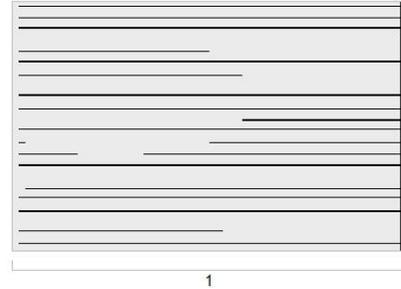
		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura media giornaliera dell'aria esterna	[°C]	8,65	7,25	10,25	12,35	16,75	20,95	23,45	22,95	19,05	14,45	10,95	7,85
Temperatura esterna media annuale	[°C]						14,57						
Irradiazione solare diffusa, H <sub>dh</sub>	[MJ/m <sup>2</sup> ]	5,80	7,20	8,50	8,00	8,30	7,20	7,50	8,40	8,80	8,30	6,40	6,00
Irradiazione solare diretta, H <sub>bh</sub>	[MJ/m <sup>2</sup> ]	1,20	2,90	5,10	10,30	13,00	17,50	18,10	15,00	8,50	4,60	2,00	1,00
Irradiazione solare su superficie orizzontale	[MJ/m <sup>2</sup> ]	7,00	10,10	13,60	18,30	21,30	24,70	25,60	23,40	17,30	12,90	8,40	7,00
Irradiazione solare su superficie verticale, S	[MJ/m <sup>2</sup> ]	6,33	9,16	10,41	10,73	9,46	8,98	9,91	12,01	12,32	11,61	8,18	6,23
Irradiazione solare su superficie verticale, SO-SE	[MJ/m <sup>2</sup> ]	5,63	8,27	10,20	12,27	12,20	12,82	13,84	14,77	12,77	10,63	7,17	5,55
Irradiazione solare su superficie verticale, E-O	[MJ/m <sup>2</sup> ]	4,57	6,73	8,99	12,03	13,57	15,57	16,28	15,30	11,55	8,69	5,61	4,53
Irradiazione solare su superficie verticale, NO-NE	[MJ/m <sup>2</sup> ]	3,71	5,06	6,81	9,09	11,20	13,20	13,46	11,69	8,41	6,27	4,25	3,77
Irradiazione solare su superficie verticale, N	[MJ/m <sup>2</sup> ]	3,61	4,61	5,61	6,23	8,05	9,53	9,37	7,66	6,16	5,45	4,05	3,70
Pressione parziale del vapore d'acqua nell'aria esterna	[Pa]	807	647	760	990	1.062	1.443	1.447	1.407	1.463	1.097	893	935

## COMPONENTE OPACO

Codice FIN290X240  
Descrizione Portone 290x240  
Note Rilievo  
Giacitura VE=Verticale esterno  
Origine dei dati Da stratigrafia

### RIEPILOGO

Spessore	m	0,10000
Massa superficiale	kg/m <sup>2</sup>	45,000
Massa totale	kg/m <sup>2</sup>	45,000
Capacità termica interna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	27,728
Capacità termica esterna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	33,427
Resistenza termica dei materiali	m <sup>2</sup> ·K/W	0,833
Resistenza termica totale	m <sup>2</sup> ·K/W	1,003
Trasmittanza termica totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,997
Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,830



### STRATIGRAFIA

Codice materiale	Descrizione	d m	l W/(m·K)	C W/(m <sup>2</sup> ·K)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> J/(kg·K)	R m <sup>2</sup> ·K/W
1 LEG513	Resistenza superficiale interna Legno da costruzione Resistenza superficiale esterna	0,10000	0,120	0,000	450,000	1.600	0,130 0,833 0,040

## COMPONENTE OPACO

Codice MUR45  
Descrizione Muratura in pietra listata con mattoni (2-41-2) - Stato Attuale  
Note UNI/TR 11552:2014  
Giacitura VE=Verticale esterno  
Origine dei dati Da stratigrafia

### RIEPILOGO

Spessore	m	0,45000
Massa superficiale	kg/m <sup>2</sup>	574,000
Massa totale	kg/m <sup>2</sup>	638,000
Capacità termica interna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	64,756
Capacità termica esterna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	107,381
Resistenza termica dei materiali	m <sup>2</sup> ·K/W	0,506
Resistenza termica totale	m <sup>2</sup> ·K/W	0,676
Trasmittanza termica totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,479
Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,233



### STRATIGRAFIA

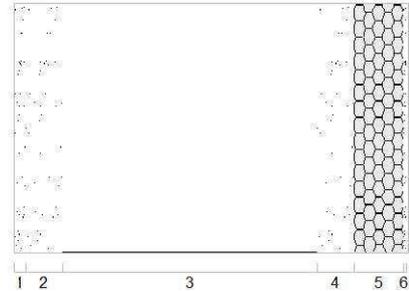
Codice materiale	Descrizione	d m	l W/(m·K)	C W/(m <sup>2</sup> ·K)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> J/(kg·K)	R m <sup>2</sup> ·K/W
1 INT507	Resistenza superficiale interna Intonaco di calce e gesso	0,02000	0,700	0,000	1.400,000	1000	0,130
2 #MAT	Muratura di pietre e mattoni	0,41000	0,900	0,000	1.400,000	1000	0,456
3 INT508	Malta di calce o di calce e cemento Resistenza superficiale esterna	0,02000	0,900	0,000	1.800,000	1000	0,022
							0,040

## COMPONENTE OPACO

Codice MUR45+EPS8  
 Descrizione Muratura in pietra listata con mattoni (2-41-2) + Cappotto EPS80  
 Note UNI/TR 11552:2014  
 Giacitura VE=Verticale esterno  
 Origine dei dati Da stratigrafia

### RIEPILOGO

Spessore	m	0,63500
Massa superficiale	kg/m <sup>2</sup>	794,000
Massa totale	kg/m <sup>2</sup>	831,000
Capacità termica interna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	64,839
Capacità termica esterna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	12,270
Resistenza termica dei materiali	m <sup>2</sup> ·K/W	2,963
Resistenza termica totale	m <sup>2</sup> ·K/W	3,133
Trasmittanza termica totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,319
Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,005



### STRATIGRAFIA

Codice materiale	Descrizione	d m	l W/(m·K)	C W/(m <sup>2</sup> ·K)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> J/(kg·K)	R m <sup>2</sup> ·K/W
	Resistenza superficiale interna						0,130
1 INT507	Intonaco di calce e gesso	0,02000	0,700	0,000	1.400,000	1000	0,029
2 INT515	Intonaco di cemento e sabbia	0,06000	1,000	0,000	1.800,000	1000	0,060
3 #MAT	Muratura di pietre e mattoni	0,41000	0,900	0,000	1.400,000	1000	0,456
4 INT515	Intonaco di cemento e sabbia	0,06000	1,000	0,000	1.800,000	1000	0,060
5 ISO622	Polistirene espanso estruso, senza pelle	0,08000	0,034	0,000	50,000	1.450	2,353
6 INT508	Malta di calce o di calce e cemento	0,00500	0,900	0,000	1.800,000	1000	0,006
	Resistenza superficiale esterna						0,040

### VERIFICA DI TRASMITTANZA TERMICA

Riferimento normativo 2019/2021  
 Verifica limiti come Verticale verso l'esterno  
 Zona climatica D  
 Trasmittanza limite 0,320 W/(m<sup>2</sup>·K)  
 Trasmittanza termica 0,319 W/(m<sup>2</sup>·K)  
**Verifica** Positiva

Codice MUR45+EPS8  
 Descrizione Muratura in pietra listata con mattoni (2-41-2) + Cappotto EPS80

## VERIFICA IGROMETRICA

### Condizioni al contorno

Ambiente confinante Esterno  
 Temperatura esterna UNI 10349 - Media mensile  
 Umidità relativa esterna UNI 10349 - Media mensile  
 Temperatura interna UNI EN ISO 13788 N.A. 1.2  
 Struttura leggera No  
 Classe di umidità 4 - Alloggi con alto indice di affollamento, palestre, cucine, cantine, edifici riscaldati con sistemi a gas senza camino  
 Umidità relativa massima accettabile 80 %

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	8,65	7,25	10,25	12,35	16,75	20,95	23,45	22,95	19,05	14,45	10,95	7,85
$p_e$ [Pa]	807	647	760	990	1.062	1.443	1.447	1.407	1.463	1.097	893	935
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	20,95	23,45	22,95	19,05	18,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1.481	1.404	1.339	1.444	1.254	1.443	1.447	1.407	1.519	1.427	1.431	1.657

### Proprietà dei materiali

Codice Materiale	Descrizione	d m	R m <sup>2</sup> -K/W	$\mu$	$s_d$ m
	Resistenza superficiale esterna		0,040		
INT508	Malta di calce o di calce e cemento	0,00500	0,006	38	0,19000
ISO622	Polistirene espanso estruso, senza pelle	0,08000	2,353	134	10,72000
INT515	Intonaco di cemento e sabbia	0,06000	0,060	10	0,60000
#MAT	Muratura di pietre e mattoni	0,41000	0,456	10	4,10000
INT515	Intonaco di cemento e sabbia	0,06000	0,060	10	0,60000
INT507	Intonaco di calce e gesso	0,02000	0,029	10	0,20000
	Resistenza superficiale interna		0,130		

### Verifica della temperatura superficiale (UNI EN ISO 13788 §5)

Mese critico Dicembre  
 Fattore di temperatura,  $f_{Rsi}$  0,923  
 Fattore di temperatura massimo,  $f_{Rsi,max}$  0,840  
 Il componente non è soggetto a fenomeni di condensa superficiale.

**Verifica Positiva**

### Risultati di calcolo

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	8,65	7,25	10,25	12,35	16,75	20,95	23,45	22,95	19,05	14,45	10,95	7,85
$p_e$ [Pa]	807	647	760	990	1.062	1.443	1.447	1.407	1.463	1.097	893	935
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	20,95	23,45	22,95	19,05	18,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1.481	1.404	1.339	1.444	1.254	1.443	1.447	1.407	1.519	1.427	1.431	1.657
$p_s$ [Pa]	1.851	1.755	1.674	1.805	1.567	1.804	1.809	1.759	1.899	1.784	1.789	2.071
$\theta_{si,min}$ [°C]	16,29	15,46	14,72	15,89	13,70	15,89	15,93	15,49	16,69	15,71	15,75	18,06
$f_{Rsi}$	0,67	0,64	0,46	0,46	-2,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,53	0,84
$\theta_{si}$ [°C]	19,13	19,02	19,25	19,41	17,90	20,95	23,45	22,95	19,05	17,73	19,30	19,07

**Verifica della condensazione interstiziale (UNI EN ISO 13788 §6)**

Non si verifica condensazione in nessuna interfaccia per nessun mese.  
 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

**Verifica Positiva**

**Risultati di calcolo**

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>Esterno</b>												
θ [°C]	8,65	7,25	10,25	12,35	16,75	20,95	23,45	22,95	19,05	14,45	10,95	7,85
p <sub>v</sub> [Pa]	807	647	760	990	1.062	1.443	1.447	1.407	1.463	1.097	893	935
p <sub>s</sub> [Pa]	1.131	1.030	1.258	1.443	1.908	2.478	2.885	2.799	2.203	1.650	1.317	1.072
<b>Superficie esterna</b>												
θ [°C]	8,79	7,41	10,37	12,44	16,77	20,95	23,45	22,95	19,05	14,49	11,06	8,00
p <sub>v</sub> [Pa]	807	647	760	990	1.062	1.443	1.447	1.407	1.463	1.097	893	935
p <sub>s</sub> [Pa]	1.131	1.030	1.258	1.443	1.908	2.478	2.885	2.799	2.203	1.650	1.317	1.072
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 1(INT508 - ISO622)</b>												
θ [°C]	8,81	7,43	10,39	12,46	16,77	20,95	23,45	22,95	19,05	14,50	11,08	8,02
p <sub>v</sub> [Pa]	815	656	767	995	1.064	1.443	1.447	1.407	1.464	1.101	899	943
p <sub>s</sub> [Pa]	1.133	1.031	1.260	1.445	1.908	2.478	2.885	2.799	2.203	1.650	1.319	1.074
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 2(ISO622 - INT515)</b>												
θ [°C]	17,02	16,65	17,44	17,99	17,67	20,95	23,45	22,95	19,05	17,07	17,62	16,81
p <sub>v</sub> [Pa]	1.255	1.150	1.145	1.292	1.190	1.443	1.447	1.407	1.500	1.316	1.251	1.415
p <sub>s</sub> [Pa]	1.939	1.894	1.991	2.062	2.021	2.478	2.885	2.799	2.203	1.945	2.014	1.913
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 3(INT515 - #MAT)</b>												
θ [°C]	17,23	16,88	17,62	18,13	17,69	20,95	23,45	22,95	19,05	17,13	17,79	17,03
p <sub>v</sub> [Pa]	1.280	1.178	1.166	1.308	1.197	1.443	1.447	1.407	1.502	1.328	1.270	1.441
p <sub>s</sub> [Pa]	1.965	1.923	2.014	2.080	2.024	2.478	2.885	2.799	2.203	1.953	2.036	1.941
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 4(#MAT - INT515)</b>												
θ [°C]	18,82	18,67	18,98	19,20	17,87	20,95	23,45	22,95	19,05	17,63	19,06	18,73
p <sub>v</sub> [Pa]	1.448	1.367	1.311	1.422	1.245	1.443	1.447	1.407	1.516	1.411	1.405	1.622
p <sub>s</sub> [Pa]	2.171	2.152	2.194	2.224	2.046	2.478	2.885	2.799	2.203	2.015	2.204	2.160
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 5(INT515 - INT507)</b>												
θ [°C]	19,03	18,91	19,16	19,34	17,89	20,95	23,45	22,95	19,05	17,70	19,22	18,96
p <sub>v</sub> [Pa]	1.473	1.395	1.332	1.438	1.252	1.443	1.447	1.407	1.518	1.423	1.424	1.648
p <sub>s</sub> [Pa]	2.200	2.183	2.219	2.244	2.049	2.478	2.885	2.799	2.203	2.024	2.227	2.190
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

Codice MUR45+EPS8  
 Descrizione Muratura in pietra listata con mattoni (2-41-2) + Cappotto EPS80

**VERIFICA MASSA SUPERFICIALE E TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA**

Riferimento normativo 2019/2021  
 Verifica limiti come Verticale verso l'esterno  
 Zona climatica D  
 Località Cropalati  
 Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione estiva Im,s:  
 valore di progetto 296,000 W/m<sup>2</sup>  
 valore di confronto 290,00 W/m<sup>2</sup>  
**Verifica richiesta Si**

**Verifica massa superficiale**

Valore di progetto 794,000 kg/m<sup>2</sup>  
 Valore di confronto 230 kg/m<sup>2</sup>  
**Verifica Positiva**

**Verifica trasmittanza termica periodica**

**Risultati di calcolo**

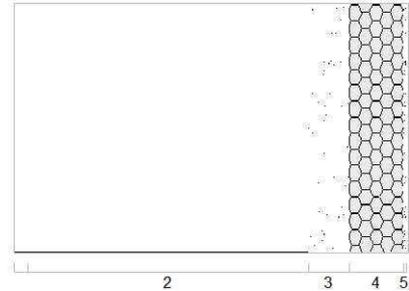
	Modulo	$\Delta t$ h
Matrice di trasferimento		
Z11	917,954	-4,100
Z12	194,579 W/(m <sup>2</sup> ·K)	6,670
Z21	823,507 W/(m <sup>2</sup> ·K)	11,910
Z22	917,954	-4,100
Ammetтенze termiche		
Lato interno	4,718 W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,235
Lato esterno	0,897 W/(m <sup>2</sup> ·K)	4,010
Caratteristiche termiche dinamiche		
Trasmittanza termica periodica	0,005 W/(m <sup>2</sup> ·K)	-18,670
Fattore di decremento	0,016	
Trasmittanza termica periodica		
valore di progetto	0,005 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
valore di confronto	0,100 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
<b>Verifica</b>	<b>Positiva</b>	

## COMPONENTE OPACO

Codice MUR45COP+EPS8  
 Descrizione Muratura in laterizio semipieno (2-41-2) + Cappotto EPS80  
 Note UNI/TR 11552:2014  
 Giacitura VE=Verticale esterno  
 Origine dei dati Da stratigrafia

### RIEPILOGO

Spessore	m	0,57500
Massa superficiale	kg/m <sup>2</sup>	522,000
Massa totale	kg/m <sup>2</sup>	559,000
Capacità termica interna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	49,679
Capacità termica esterna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	12,352
Resistenza termica dei materiali	m <sup>2</sup> ·K/W	3,675
Resistenza termica totale	m <sup>2</sup> ·K/W	3,845
Trasmittanza termica totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,260
Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,003



### STRATIGRAFIA

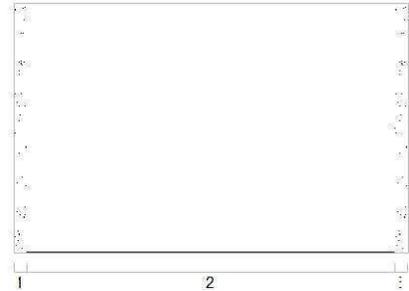
Codice materiale	Descrizione	d m	l W/(m·K)	C W/(m <sup>2</sup> ·K)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> J/(kg·K)	R m <sup>2</sup> ·K/W
	Resistenza superficiale interna						0,130
1 #INT	Intonaco interno	0,02000	0,500	0,000	1.400,000	1000	0,040
2 #LAT	Blocchi in laterizio	0,41000	0,337	0,000	1000,000	1000	1,217
3 INT515	Intonaco di cemento e sabbia	0,06000	1,000	0,000	1.800,000	1000	0,060
4 ISO622	Polistirene espanso estruso, senza pelle	0,08000	0,034	0,000	50,000	1.450	2,353
5 INT508	Malta di calce o di calce e cemento	0,00500	0,900	0,000	1.800,000	1000	0,006
	Resistenza superficiale esterna						0,040

## COMPONENTE OPACO

Codice MUR60  
 Descrizione Muratura in pietra listata con mattoni (2-56-2) - Stato Attuale  
 Note UNI/TR 11552:2014  
 Giacitura VE=Verticale esterno  
 Origine dei dati Da stratigrafia

### RIEPILOGO

Spessore	m	0,60000
Massa superficiale	kg/m <sup>2</sup>	784,000
Massa totale	kg/m <sup>2</sup>	848,000
Capacità termica interna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	61,856
Capacità termica esterna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	104,748
Resistenza termica dei materiali	m <sup>2</sup> ·K/W	0,673
Resistenza termica totale	m <sup>2</sup> ·K/W	0,843
Trasmittanza termica totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,186
Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,076



### STRATIGRAFIA

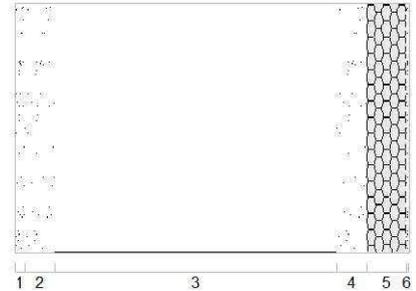
Codice materiale	Descrizione	d m	l W/(m·K)	C W/(m <sup>2</sup> ·K)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> J/(kg·K)	R m <sup>2</sup> ·K/W
	Resistenza superficiale interna						0,130
1 INT507	Intonaco di calce e gesso	0,02000	0,700	0,000	1.400,000	1000	0,029
2 #MAT	Mattoni e sassi	0,56000	0,900	0,000	1.400,000	1000	0,622
3 INT508	Malta di calce o di calce e cemento	0,02000	0,900	0,000	1.800,000	1000	0,022
	Resistenza superficiale esterna						0,040

## COMPONENTE OPACO

Codice MUR60+EPS8  
 Descrizione Muratura in pietra listata con mattoni (2-56-2) + Cappotto EPS80  
 Note UNI/TR 11552:2014  
 Giacitura VE=Verticale esterno  
 Origine dei dati Da stratigrafia

### RIEPILOGO

Spessore	m	0,78500
Massa superficiale	kg/m <sup>2</sup>	1.004,000
Massa totale	kg/m <sup>2</sup>	1.041,000
Capacità termica interna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	64,839
Capacità termica esterna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	12,320
Resistenza termica dei materiali	m <sup>2</sup> ·K/W	3,129
Resistenza termica totale	m <sup>2</sup> ·K/W	3,299
Trasmittanza termica totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,303
Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,002



### STRATIGRAFIA

Codice materiale	Descrizione	d m	l W/(m·K)	C W/(m <sup>2</sup> ·K)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> J/(kg·K)	R m <sup>2</sup> ·K/W
	Resistenza superficiale interna						0,130
1 INT507	Intonaco di calce e gesso	0,02000	0,700	0,000	1.400,000	1000	0,029
2 INT515	Intonaco di cemento e sabbia	0,06000	1,000	0,000	1.800,000	1000	0,060
3 #MAT	Mattoni e sassi	0,56000	0,900	0,000	1.400,000	1000	0,622
4 INT515	Intonaco di cemento e sabbia	0,06000	1,000	0,000	1.800,000	1000	0,060
5 ISO622	Polistirene espanso estruso, senza pelle	0,08000	0,034	0,000	50,000	1.450	2,353
6 INT508	Malta di calce o di calce e cemento	0,00500	0,900	0,000	1.800,000	1000	0,006
	Resistenza superficiale esterna						0,040

### VERIFICA DI TRASMITTANZA TERMICA

Riferimento normativo 2019/2021  
 Verifica limiti come Verticale verso l'esterno  
 Zona climatica D  
 Trasmittanza limite 0,320 W/(m<sup>2</sup>·K)  
 Trasmittanza termica 0,303 W/(m<sup>2</sup>·K)  
**Verifica** Positiva

Codice MUR60+EPS8  
 Descrizione Muratura in pietra listata con mattoni (2-56-2) + Cappotto EPS80

**VERIFICA IGROMETRICA**

**Condizioni al contorno**

Ambiente confinante Esterno  
 Temperatura esterna UNI 10349 - Media mensile  
 Umidità relativa esterna UNI 10349 - Media mensile  
 Temperatura interna UNI EN ISO 13788 N.A. 1.2  
 Struttura leggera No  
 Classe di umidità 4 - Alloggi con alto indice di affollamento, palestre, cucine, cantine, edifici riscaldati con sistemi a gas senza camino  
 Umidità relativa massima accettabile 80 %

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	8,65	7,25	10,25	12,35	16,75	20,95	23,45	22,95	19,05	14,45	10,95	7,85
$p_e$ [Pa]	807	647	760	990	1.062	1.443	1.447	1.407	1.463	1.097	893	935
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	20,95	23,45	22,95	19,05	18,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1.481	1.404	1.339	1.444	1.254	1.443	1.447	1.407	1.519	1.427	1.431	1.657

**Proprietà dei materiali**

Codice Materiale	Descrizione	d m	R m <sup>2</sup> -K/W	$\mu$	$s_d$ m
	Resistenza superficiale esterna		0,040		
INT508	Malta di calce o di calce e cemento	0,00500	0,006	38	0,19000
ISO622	Polistirene espanso estruso, senza pelle	0,08000	2,353	134	10,72000
INT515	Intonaco di cemento e sabbia	0,06000	0,060	10	0,60000
#MAT	Mattoni e sassi	0,56000	0,622	38	21,28000
INT515	Intonaco di cemento e sabbia	0,06000	0,060	10	0,60000
INT507	Intonaco di calce e gesso	0,02000	0,029	10	0,20000
	Resistenza superficiale interna		0,130		

**Verifica della temperatura superficiale (UNI EN ISO 13788 §5)**

Mese critico Dicembre  
 Fattore di temperatura,  $f_{Rsi}$  0,927  
 Fattore di temperatura massimo,  $f_{Rsi,max}$  0,840  
 Il componente non è soggetto a fenomeni di condensa superficiale.

**Verifica Positiva**

**Risultati di calcolo**

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	8,65	7,25	10,25	12,35	16,75	20,95	23,45	22,95	19,05	14,45	10,95	7,85
$p_e$ [Pa]	807	647	760	990	1.062	1.443	1.447	1.407	1.463	1.097	893	935
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	20,95	23,45	22,95	19,05	18,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1.481	1.404	1.339	1.444	1.254	1.443	1.447	1.407	1.519	1.427	1.431	1.657
$p_s$ [Pa]	1.851	1.755	1.674	1.805	1.567	1.804	1.809	1.759	1.899	1.784	1.789	2.071
$\theta_{si,min}$ [°C]	16,29	15,46	14,72	15,89	13,70	15,89	15,93	15,49	16,69	15,71	15,75	18,06
$f_{Rsi}$	0,67	0,64	0,46	0,46	-2,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,53	0,84
$\theta_{si}$ [°C]	19,17	19,07	19,29	19,44	17,91	20,95	23,45	22,95	19,05	17,74	19,34	19,11

**Verifica della condensazione interstiziale (UNI EN ISO 13788 §6)**

Non si verifica condensazione in nessuna interfaccia per nessun mese.  
 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

**Verifica Positiva**

**Risultati di calcolo**

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>Esterno</b>												
θ [°C]	8,65	7,25	10,25	12,35	16,75	20,95	23,45	22,95	19,05	14,45	10,95	7,85
p <sub>v</sub> [Pa]	807	647	760	990	1.062	1.443	1.447	1.407	1.463	1.097	893	935
p <sub>s</sub> [Pa]	1.131	1.029	1.258	1.443	1.908	2.478	2.885	2.799	2.203	1.649	1.317	1.072
<b>Superficie esterna</b>												
θ [°C]	8,78	7,40	10,36	12,44	16,76	20,95	23,45	22,95	19,05	14,49	11,06	7,99
p <sub>v</sub> [Pa]	807	647	760	990	1.062	1.443	1.447	1.407	1.463	1.097	893	935
p <sub>s</sub> [Pa]	1.131	1.029	1.258	1.443	1.908	2.478	2.885	2.799	2.203	1.649	1.317	1.072
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 1(INT508 - ISO622)</b>												
θ [°C]	8,80	7,42	10,38	12,45	16,77	20,95	23,45	22,95	19,05	14,50	11,07	8,01
p <sub>v</sub> [Pa]	811	651	763	993	1.063	1.443	1.447	1.407	1.463	1.099	896	939
p <sub>s</sub> [Pa]	1.132	1.031	1.259	1.444	1.908	2.478	2.885	2.799	2.203	1.650	1.318	1.073
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 2(ISO622 - INT515)</b>												
θ [°C]	16,61	16,19	17,09	17,72	17,63	20,95	23,45	22,95	19,05	16,94	17,30	16,37
p <sub>v</sub> [Pa]	1.026	893	948	1.137	1.124	1.443	1.447	1.407	1.481	1.204	1.068	1.170
p <sub>s</sub> [Pa]	1.889	1.840	1.948	2.026	2.015	2.478	2.885	2.799	2.203	1.929	1.974	1.861
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 3(INT515 - #MAT)</b>												
θ [°C]	16,81	16,42	17,26	17,85	17,65	20,95	23,45	22,95	19,05	17,00	17,46	16,59
p <sub>v</sub> [Pa]	1.038	906	958	1.146	1.128	1.443	1.447	1.407	1.482	1.210	1.077	1.182
p <sub>s</sub> [Pa]	1.914	1.866	1.969	2.044	2.018	2.478	2.885	2.799	2.203	1.937	1.993	1.886
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 4(#MAT - INT515)</b>												
θ [°C]	18,87	18,74	19,03	19,24	17,88	20,95	23,45	22,95	19,05	17,65	19,10	18,80
p <sub>v</sub> [Pa]	1.465	1.386	1.325	1.433	1.249	1.443	1.447	1.407	1.518	1.419	1.418	1.640
p <sub>s</sub> [Pa]	2.179	2.160	2.201	2.229	2.047	2.478	2.885	2.799	2.203	2.018	2.210	2.168
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 5(INT515 - INT507)</b>												
θ [°C]	19,07	18,96	19,20	19,38	17,90	20,95	23,45	22,95	19,05	17,71	19,26	19,01
p <sub>v</sub> [Pa]	1.477	1.399	1.336	1.441	1.253	1.443	1.447	1.407	1.519	1.425	1.428	1.653
p <sub>s</sub> [Pa]	2.206	2.191	2.224	2.248	2.050	2.478	2.885	2.799	2.203	2.026	2.232	2.197
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

Codice MUR60+EPS8  
 Descrizione Muratura in pietra listata con mattoni (2-56-2) + Cappotto EPS80

**VERIFICA MASSA SUPERFICIALE E TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA**

Riferimento normativo 2019/2021  
 Verifica limiti come Verticale verso l'esterno  
 Zona climatica D  
 Località Cropalati  
 Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione estiva Im,s:  
 valore di progetto 296,000 W/m<sup>2</sup>  
 valore di confronto 290,00 W/m<sup>2</sup>  
**Verifica richiesta Si**

**Verifica massa superficiale**

Valore di progetto 1.004,000 kg/m<sup>2</sup>  
 Valore di confronto 230 kg/m<sup>2</sup>  
**Verifica Positiva**

**Verifica trasmittanza termica periodica**

**Risultati di calcolo**

	Modulo	$\Delta t$ h
Matrice di trasferimento		
Z11	2.835,844	0,210
Z12	601,210 W/(m <sup>2</sup> ·K)	10,980
Z21	2.544,067 W/(m <sup>2</sup> ·K)	-7,780
Z22	2.835,844	0,210
AmmetENZE termiche		
Lato interno	4,717 W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,235
Lato esterno	0,897 W/(m <sup>2</sup> ·K)	4,010
Caratteristiche termiche dinamiche		
Trasmittanza termica periodica	0,002 W/(m <sup>2</sup> ·K)	-22,980
Fattore di decremento	0,005	
Trasmittanza termica periodica		
valore di progetto	0,002 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
valore di confronto	0,100 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
<b>Verifica</b>	<b>Positiva</b>	

## COMPONENTE OPACO

Codice MUR75  
 Descrizione Muratura in pietra listata con mattoni (2-71-2) - Stato Attuale  
 Note UNI/TR 11552:2014  
 Giacitura VE=Verticale esterno  
 Origine dei dati Da stratigrafia

### RIEPILOGO

Spessore	m	0,75000
Massa superficiale	kg/m <sup>2</sup>	1.420,000
Massa totale	kg/m <sup>2</sup>	1.484,000
Capacità termica interna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	64,525
Capacità termica esterna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	113,715
Resistenza termica dei materiali	m <sup>2</sup> ·K/W	0,840
Resistenza termica totale	m <sup>2</sup> ·K/W	1,010
Trasmittanza termica totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,990
Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,009



### STRATIGRAFIA

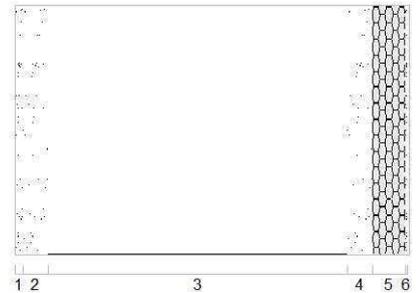
Codice materiale	Descrizione	d m	l W/(m·K)	C W/(m <sup>2</sup> ·K)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> J/(kg·K)	R m <sup>2</sup> ·K/W
1 INT507	Resistenza superficiale interna Intonaco di calce e gesso	0,02000	0,700	0,000	1.400,000	1000	0,130
2 #MAT	Mattoni e sassi	0,71000	0,900	0,000	2.000,000	1000	0,789
3 INT508	Malta di calce o di calce e cemento Resistenza superficiale esterna	0,02000	0,900	0,000	1.800,000	1000	0,022
							0,040

## COMPONENTE OPACO

Codice MUR75+EPS8  
 Descrizione Muratura in pietra listata con mattoni (2-71-2) + Cappotto EPS80  
 Note UNI/TR 11552:2014  
 Giacitura VE=Verticale esterno  
 Origine dei dati Da stratigrafia

### RIEPILOGO

Spessore	m	0,93500
Massa superficiale	kg/m <sup>2</sup>	1.640,000
Massa totale	kg/m <sup>2</sup>	1.677,000
Capacità termica interna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	64,621
Capacità termica esterna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	12,326
Resistenza termica dei materiali	m <sup>2</sup> ·K/W	3,296
Resistenza termica totale	m <sup>2</sup> ·K/W	3,466
Trasmittanza termica totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,289
Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,000



### STRATIGRAFIA

Codice materiale	Descrizione	d m	l W/(m·K)	C W/(m <sup>2</sup> ·K)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> J/(kg·K)	R m <sup>2</sup> ·K/W
	Resistenza superficiale interna						0,130
1 INT507	Intonaco di calce e gesso	0,02000	0,700	0,000	1.400,000	1000	0,029
2 INT515	Intonaco di cemento e sabbia	0,06000	1,000	0,000	1.800,000	1000	0,060
3 #MAT	Mattoni e sassi	0,71000	0,900	0,000	2.000,000	1000	0,789
4 INT515	Intonaco di cemento e sabbia	0,06000	1,000	0,000	1.800,000	1000	0,060
5 ISO622	Polistirene espanso estruso, senza pelle	0,08000	0,034	0,000	50,000	1.450	2,353
6 INT508	Malta di calce o di calce e cemento	0,00500	0,900	0,000	1.800,000	1000	0,006
	Resistenza superficiale esterna						0,040

### VERIFICA DI TRASMITTANZA TERMICA

Riferimento normativo 2019/2021  
 Verifica limiti come Verticale verso l'esterno  
 Zona climatica D  
 Trasmittanza limite 0,320 W/(m<sup>2</sup>·K)  
 Trasmittanza termica 0,289 W/(m<sup>2</sup>·K)  
**Verifica** Positiva

Codice MUR75+EPS8  
 Descrizione Muratura in pietra listata con mattoni (2-71-2) + Cappotto EPS80

**VERIFICA IGROMETRICA**

**Condizioni al contorno**

Ambiente confinante Esterno  
 Temperatura esterna UNI 10349 - Media mensile  
 Umidità relativa esterna UNI 10349 - Media mensile  
 Temperatura interna UNI EN ISO 13788 N.A. 1.2  
 Struttura leggera No  
 Classe di umidità 4 - Alloggi con alto indice di affollamento, palestre, cucine, cantine, edifici riscaldati con sistemi a gas senza camino  
 Umidità relativa massima accettabile 80 %

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	8,65	7,25	10,25	12,35	16,75	20,95	23,45	22,95	19,05	14,45	10,95	7,85
$p_e$ [Pa]	807	647	760	990	1.062	1.443	1.447	1.407	1.463	1.097	893	935
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	20,95	23,45	22,95	19,05	18,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1.481	1.404	1.339	1.444	1.254	1.443	1.447	1.407	1.519	1.427	1.431	1.657

**Proprietà dei materiali**

Codice Materiale	Descrizione	d m	R m <sup>2</sup> -K/W	$\mu$	$s_d$ m
	Resistenza superficiale esterna		0,040		
INT508	Malta di calce o di calce e cemento	0,00500	0,006	38	0,19000
ISO622	Polistirene espanso estruso, senza pelle	0,08000	2,353	134	10,72000
INT515	Intonaco di cemento e sabbia	0,06000	0,060	10	0,60000
#MAT	Mattoni e sassi	0,71000	0,789	38	26,98000
INT515	Intonaco di cemento e sabbia	0,06000	0,060	10	0,60000
INT507	Intonaco di calce e gesso	0,02000	0,029	10	0,20000
	Resistenza superficiale interna		0,130		

**Verifica della temperatura superficiale (UNI EN ISO 13788 §5)**

Mese critico Dicembre  
 Fattore di temperatura,  $f_{Rsi}$  0,930  
 Fattore di temperatura massimo,  $f_{Rsi,max}$  0,840  
 Il componente non è soggetto a fenomeni di condensa superficiale.  
**Verifica Positiva**

**Risultati di calcolo**

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	8,65	7,25	10,25	12,35	16,75	20,95	23,45	22,95	19,05	14,45	10,95	7,85
$p_e$ [Pa]	807	647	760	990	1.062	1.443	1.447	1.407	1.463	1.097	893	935
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	20,95	23,45	22,95	19,05	18,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1.481	1.404	1.339	1.444	1.254	1.443	1.447	1.407	1.519	1.427	1.431	1.657
$p_s$ [Pa]	1.851	1.755	1.674	1.805	1.567	1.804	1.809	1.759	1.899	1.784	1.789	2.071
$\theta_{si,min}$ [°C]	16,29	15,46	14,72	15,89	13,70	15,89	15,93	15,49	16,69	15,71	15,75	18,06
$f_{Rsi}$	0,67	0,64	0,46	0,46	-2,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,53	0,84
$\theta_{si}$ [°C]	19,21	19,11	19,32	19,47	17,91	20,95	23,45	22,95	19,05	17,75	19,37	19,15

**Verifica della condensazione interstiziale (UNI EN ISO 13788 §6)**

Non si verifica condensazione in nessuna interfaccia per nessun mese.  
 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

**Verifica Positiva**

**Risultati di calcolo**

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>Esterno</b>												
θ [°C]	8,65	7,25	10,25	12,35	16,75	20,95	23,45	22,95	19,05	14,45	10,95	7,85
p <sub>v</sub> [Pa]	807	647	760	990	1.062	1.443	1.447	1.407	1.463	1.097	893	935
p <sub>s</sub> [Pa]	1.130	1.029	1.257	1.443	1.908	2.478	2.885	2.799	2.203	1.649	1.316	1.071
<b>Superficie esterna</b>												
θ [°C]	8,78	7,39	10,36	12,44	16,76	20,95	23,45	22,95	19,05	14,49	11,05	7,99
p <sub>v</sub> [Pa]	807	647	760	990	1.062	1.443	1.447	1.407	1.463	1.097	893	935
p <sub>s</sub> [Pa]	1.130	1.029	1.257	1.443	1.908	2.478	2.885	2.799	2.203	1.649	1.316	1.071
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>evl</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 1(INT508 - ISO622)</b>												
θ [°C]	8,80	7,41	10,38	12,45	16,77	20,95	23,45	22,95	19,05	14,50	11,07	8,01
p <sub>v</sub> [Pa]	810	651	763	992	1.063	1.443	1.447	1.407	1.463	1.099	896	938
p <sub>s</sub> [Pa]	1.132	1.030	1.258	1.444	1.908	2.478	2.885	2.799	2.203	1.650	1.318	1.073
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>evl</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 2(ISO622 - INT515)</b>												
θ [°C]	16,24	15,78	16,77	17,47	17,59	20,95	23,45	22,95	19,05	16,82	17,00	15,98
p <sub>v</sub> [Pa]	994	857	921	1.116	1.115	1.443	1.447	1.407	1.479	1.189	1.042	1.135
p <sub>s</sub> [Pa]	1.845	1.792	1.909	1.995	2.010	2.478	2.885	2.799	2.203	1.915	1.937	1.814
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>evl</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 3(INT515 - #MAT)</b>												
θ [°C]	16,43	15,99	16,93	17,59	17,61	20,95	23,45	22,95	19,05	16,88	17,15	16,18
p <sub>v</sub> [Pa]	1.004	869	930	1.123	1.118	1.443	1.447	1.407	1.479	1.194	1.051	1.147
p <sub>s</sub> [Pa]	1.868	1.816	1.929	2.011	2.012	2.478	2.885	2.799	2.203	1.922	1.956	1.838
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>evl</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 4(#MAT - INT515)</b>												
θ [°C]	18,93	18,80	19,08	19,28	17,88	20,95	23,45	22,95	19,05	17,66	19,14	18,85
p <sub>v</sub> [Pa]	1.467	1.389	1.327	1.435	1.250	1.443	1.447	1.407	1.518	1.420	1.420	1.642
p <sub>s</sub> [Pa]	2.186	2.168	2.207	2.234	2.048	2.478	2.885	2.799	2.203	2.020	2.216	2.176
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>evl</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 5(INT515 - INT507)</b>												
θ [°C]	19,12	19,01	19,24	19,40	17,90	20,95	23,45	22,95	19,05	17,72	19,30	19,05
p <sub>v</sub> [Pa]	1.478	1.400	1.336	1.442	1.253	1.443	1.447	1.407	1.519	1.425	1.428	1.653
p <sub>s</sub> [Pa]	2.212	2.197	2.229	2.252	2.050	2.478	2.885	2.799	2.203	2.027	2.237	2.204
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>evl</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

Codice MUR75+EPS8  
 Descrizione Muratura in pietra listata con mattoni (2-71-2) + Cappotto EPS80

**VERIFICA MASSA SUPERFICIALE E TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA**

Riferimento normativo 2019/2021  
 Verifica limiti come Verticale verso l'esterno  
 Zona climatica D  
 Località Cropalati  
 Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione estiva Im,s:  
 valore di progetto 296,000 W/m<sup>2</sup>  
 valore di confronto 290,00 W/m<sup>2</sup>  
**Verifica richiesta Si**

**Verifica massa superficiale**

Valore di progetto 1.640,000 kg/m<sup>2</sup>  
 Valore di confronto 230 kg/m<sup>2</sup>  
**Verifica Positiva**

**Verifica trasmittanza termica periodica**

**Risultati di calcolo**

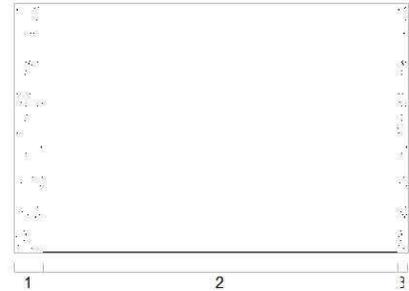
	Modulo	$\Delta t$ h
Matrice di trasferimento		
Z11	25.334,355	8,310
Z12	5.391,112 W/(m <sup>2</sup> ·K)	-4,850
Z21	22.703,447 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,320
Z22	25.334,355	8,310
AmmetENZE termiche		
Lato interno	4,699 W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,153
Lato esterno	0,896 W/(m <sup>2</sup> ·K)	4,010
Caratteristiche termiche dinamiche		
Trasmittanza termica periodica	0,000 W/(m <sup>2</sup> ·K)	-7,150
Fattore di decremento	0,001	
Trasmittanza termica periodica		
valore di progetto	0,000 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
valore di confronto	0,100 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
<b>Verifica</b>	<b>Positiva</b>	

## COMPONENTE OPACO

Codice MURCTER  
 Descrizione Muratura in pietra listata con mattoni (2-71-2)  
 Note UNI/TR 11552:2014  
 Giacitura VI=Verticale interno  
 Origine dei dati Da stratigrafia

### RIEPILOGO

Spessore	m	0,79000
Massa superficiale	kg/m <sup>2</sup>	1.349,000
Massa totale	kg/m <sup>2</sup>	1.493,000
Capacità termica interna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	67,855
Capacità termica esterna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	63,001
Resistenza termica dei materiali	m <sup>2</sup> ·K/W	1,559
Resistenza termica totale	m <sup>2</sup> ·K/W	1,819
Trasmittanza termica totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,550
Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,001



### STRATIGRAFIA

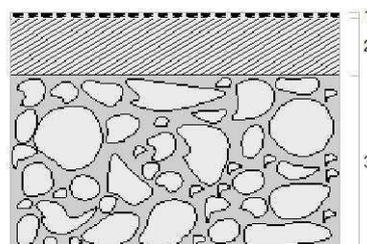
Codice materiale	Descrizione	d m	l W/(m·K)	C W/(m <sup>2</sup> ·K)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> J/(kg·K)	R m <sup>2</sup> ·K/W
	Resistenza superficiale interna						0,130
1 INT515	Intonaco di cemento e sabbia	0,06000	1,000	0,000	1.800,000	1000	0,060
2 #MAT	Muratura di pietra e mattoni	0,71000	0,480	0,000	1.900,000	1000	1,479
3 INT515	Intonaco di cemento e sabbia	0,02000	1,000	0,000	1.800,000	1000	0,020
	Resistenza superficiale esterna						0,130

## COMPONENTE OPACO

Codice PAVTER  
 Descrizione Pavimento su terreno  
 Note Rilievo  
 Giacitura PE=Pavimento esterno(flusso discendente)  
 Origine dei dati Da stratigrafia

### RIEPILOGO

Spessore	m	0,82000
Massa superficiale	kg/m <sup>2</sup>	1.266,000
Massa totale	kg/m <sup>2</sup>	1.266,000
Capacità termica interna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	50,333
Capacità termica esterna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	117,957
Resistenza termica dei materiali	m <sup>2</sup> ·K/W	1,550
Resistenza termica totale	m <sup>2</sup> ·K/W	1,720
Trasmittanza termica totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,581
Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,002



### STRATIGRAFIA

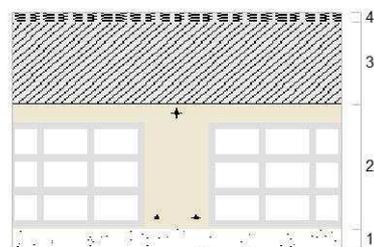
Codice materiale	Descrizione	d m	l W/(m·K)	C W/(m <sup>2</sup> ·K)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> J/(kg·K)	R m <sup>2</sup> ·K/W
	Resistenza superficiale interna						0,170
1 PAV501	Piastrelle di ceramica/porcellana	0,02000	1,300	0,000	2.300,000	840	0,015
2 CLS584	CLS in genere (interno o esterno protetto)	0,20000	0,380	0,000	1000,000	1000	0,526
3 MSR518	Sabbia secca	0,60000	0,595	0,000	1.700,000	1000	1,008
	Resistenza superficiale esterna						0,000

## COMPONENTE OPACO

Codice SOLINTASC  
 Descrizione Solaio Interno - Flusso Ascendente  
 Note Rilievo  
 Giacitura SI=Solaio interno(flusso ascendente)  
 Origine dei dati Da stratigrafia

### RIEPILOGO

Spessore	m	0,34500
Massa superficiale	kg/m <sup>2</sup>	325,500
Massa totale	kg/m <sup>2</sup>	355,500
Capacità termica interna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	57,668
Capacità termica esterna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	65,574
Resistenza termica dei materiali	m <sup>2</sup> ·K/W	0,702
Resistenza termica totale	m <sup>2</sup> ·K/W	0,902
Trasmittanza termica totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,108
Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,318



### STRATIGRAFIA

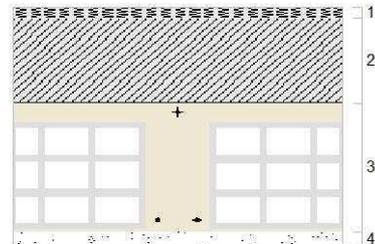
Codice materiale	Descrizione	d m	l W/(m·K)	C W/(m <sup>2</sup> ·K)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> J/(kg·K)	R m <sup>2</sup> ·K/W
	Resistenza superficiale interna						0,100
1 INT511	Intonaco di gesso	0,03000	0,400	0,000	1000,000	1000	0,075
2 MUR803	Blocco da solaio 160 mm (2.1.03i - Pi - 160x495x250 - 72%O)	0,18000	0,000	3,333	950,000	840	0,300
3 CLS584	CLS in genere (interno o esterno protetto)	0,12000	0,380	0,000	1000,000	1000	0,316
4 PAV501	Piastrelle di ceramica/porcellana	0,01500	1,300	0,000	2.300,000	840	0,012
	Resistenza superficiale esterna						0,100

## COMPONENTE OPACO

Codice SOLINTDESC  
 Descrizione Solaio Interno - Flusso Discendente  
 Note Rilievo  
 Giacitura Pl=Pavimento interno(flusso discendente)  
 Origine dei dati Da stratigrafia

### RIEPILOGO

Spessore	m	0,33500
Massa superficiale	kg/m <sup>2</sup>	325,500
Massa totale	kg/m <sup>2</sup>	345,500
Capacità termica interna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	51,133
Capacità termica esterna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	46,161
Resistenza termica dei materiali	m <sup>2</sup> ·K/W	0,677
Resistenza termica totale	m <sup>2</sup> ·K/W	1,017
Trasmittanza termica totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,983
Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,221



### STRATIGRAFIA

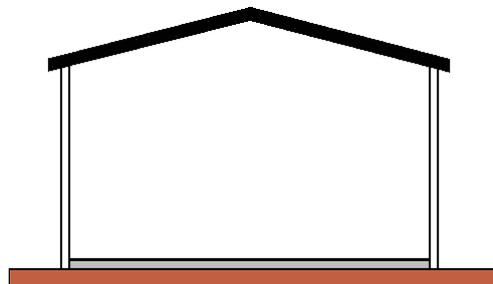
Codice materiale	Descrizione	d m	l W/(m·K)	C W/(m <sup>2</sup> ·K)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> J/(kg·K)	R m <sup>2</sup> ·K/W
	Resistenza superficiale interna						0,170
1 PAV501	Piastrelle di ceramica/porcellana	0,01500	1,300	0,000	2.300,000	840	0,012
2 CLS584	CLS in genere (interno o esterno protetto)	0,12000	0,380	0,000	1000,000	1000	0,316
3 MUR803	Blocco da solaio 160 mm (2.1.03i - Pi - 160x495x250 - 72%O)	0,18000	0,000	3,333	950,000	840	0,300
4 INT511	Intonaco di gesso	0,02000	0,400	0,000	1000,000	1000	0,050
	Resistenza superficiale esterna						0,170

## COMPONENTE SPECIALE PAVIMENTO

Codice PAVTER1  
Descrizione Pavimento su terreno  
Note Rilievo

### RISULTATI E VERIFICHE

Area del pavimento	[m <sup>2</sup> ]	485,00
Perimetro disperdente	[m]	90,00
Dimensione caratteristica del pavimento	[m]	10,778
Superficie disperdente del pavimento	[m <sup>2</sup> ]	485,000
Capacità termica del pavimento	[kJ/K]	24.412
Spessore equivalente totale del pavimento controterra, dt	[m]	4,375
Trasmittanza termica effettiva, U	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	0,227
Trasmittanza termica lineare associata all'isolamento di bordo	[W/(m·K)]	0,000
Trasmittanza termica lineare associata al giunto parete/pavimento	[W/(m·K)]	0,000
Coefficiente di accoppiamento termico in regime stazionario, Hg	[W/K]	110,095



### DATI PER IL CALCOLO DELLA TRASMITTANZA TERMICA STAZIONARIA

Dati del componente orizzontale (pavimento su terreno)

Codice del componente	PAVTER
Resistenza superficiale interna, Rsi	[(m <sup>2</sup> ·K)/W] 0,170
Resistenza superficiale esterna, Rse	[(m <sup>2</sup> ·K)/W] 0,000
Capacità termica	[kJ/(m <sup>2</sup> ·K)] 50,333
Resistenza termica	[(m <sup>2</sup> ·K)/W] 1,550

Dati del componente verticale (parete)

Codice del componente	MUR75+EPS8
Spessore delle pareti perimetrali esterne	[m] 0,935

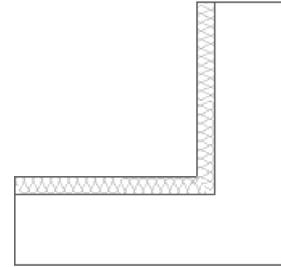
## COMPONENTE PONTE TERMICO

Codice	PT ANG RIENTR 45
Descrizione	PT
Note	PT
Origine dei dati	Da abaco CENED

### DATI PONTE TERMICO

Archetipo	Angolo rientrante con e senza pilastro
Tipologia	Angolo rientrante isolato all'interno senza pilastro
Descrizione	Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo rientrante di due pareti uguali isolate all'esterno, senza pilastro nella giunzione

E



I

Dimensioni	Esterne
Trasmittanza termica lineica	[W/(m·K)] 0,204

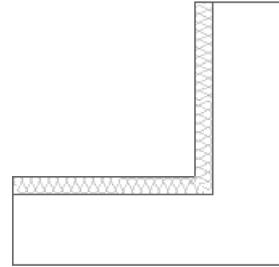
## COMPONENTE PONTE TERMICO

Codice	PT ANG RIENTR 60
Descrizione	PT
Note	PT
Origine dei dati	Da abaco CENED

### DATI PONTE TERMICO

Archetipo	Angolo rientrante con e senza pilastro
Tipologia	Angolo rientrante isolato all'interno senza pilastro
Descrizione	Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo rientrante di due pareti uguali isolate all'esterno, senza pilastro nella giunzione

E



I

Dimensioni	Esterne
Trasmittanza termica lineica	[W/(m·K)] 0,204

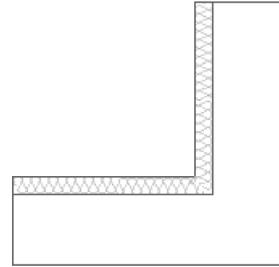
## COMPONENTE PONTE TERMICO

Codice	PT ANG RIENTR 75
Descrizione	PT
Note	PT
Origine dei dati	Da abaco CENED

### DATI PONTE TERMICO

Archetipo	Angolo rientrante con e senza pilastro
Tipologia	Angolo rientrante isolato all'interno senza pilastro
Descrizione	Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo rientrante di due pareti uguali isolate all'esterno, senza pilastro nella giunzione

E



I

Dimensioni	Esterne
Trasmittanza termica lineica	[W/(m·K)] 0,200

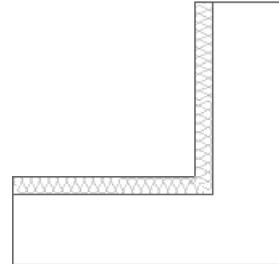
## COMPONENTE PONTE TERMICO

Codice	PT ANG RIENTR COP
Descrizione	PT
Note	PT
Origine dei dati	Da abaco CENED

### DATI PONTE TERMICO

Archetipo	Angolo rientrante con e senza pilastro
Tipologia	Angolo rientrante isolato all'interno senza pilastro
Descrizione	Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo rientrante di due pareti uguali isolate all'esterno, senza pilastro nella giunzione

E



I

Dimensioni	Esterne
Trasmittanza termica lineica	[W/(m·K)] 0,126

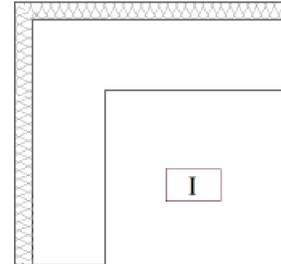
## COMPONENTE PONTE TERMICO

Codice	PT ANGOLO 45
Descrizione	Ponte termico angolo muratura
Note	Rilievo
Origine dei dati	Da abaco CENED

### DATI PONTE TERMICO

Archetipo	Angolo sporgente con e senza pilastro
Tipologia	Angolo sporgente isolato dall'esterno senza pilastro
Descrizione	Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo sporgente di due pareti uguali isolate dall'esterno, senza pilastro nella giunzione

E



Dimensioni	Esterne
Trasmittanza termica lineica	[W/(m·K)] -0,111

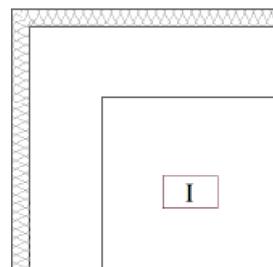
## COMPONENTE PONTE TERMICO

Codice	PT ANGOLO 60
Descrizione	Ponte termico angolo muratura
Note	Rilievo
Origine dei dati	Da abaco CENED

### DATI PONTE TERMICO

Archetipo	Angolo sporgente con e senza pilastro
Tipologia	Angolo sporgente isolato dall'esterno senza pilastro
Descrizione	Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo sporgente di due pareti uguali isolate dall'esterno, senza pilastro nella giunzione

E



Dimensioni	Esterne
Trasmittanza termica lineica	[W/(m·K)] -0,109

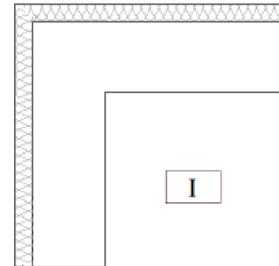
## COMPONENTE PONTE TERMICO

Codice	PT ANGOLO 75
Descrizione	Ponte termico angolo muratura
Note	Rilievo
Origine dei dati	Da abaco CENED

### DATI PONTE TERMICO

Archetipo	Angolo sporgente con e senza pilastro
Tipologia	Angolo sporgente isolato dall'esterno senza pilastro
Descrizione	Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo sporgente di due pareti uguali isolate dall'esterno, senza pilastro nella giunzione

E



Dimensioni	Esterne
Trasmittanza termica lineica	[W/(m·K)] -0,106

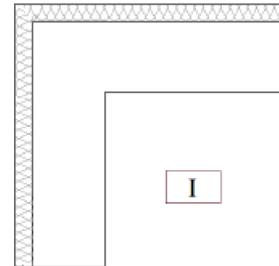
## COMPONENTE PONTE TERMICO

Codice	PT ANGOLO COP
Descrizione	Ponte termico angolo muratura
Note	Rilievo
Origine dei dati	Da abaco CENED

### DATI PONTE TERMICO

Archetipo	Angolo sporgente con e senza pilastro
Tipologia	Angolo sporgente isolato dall'esterno senza pilastro
Descrizione	Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo sporgente di due pareti uguali isolate dall'esterno, senza pilastro nella giunzione

E



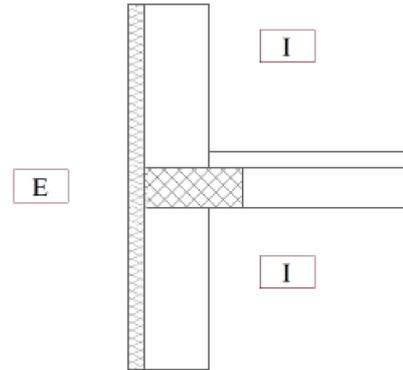
Dimensioni	Esterne
Trasmittanza termica lineica	[W/(m·K)] -0,119

## COMPONENTE PONTE TERMICO

Codice	PT SOLAIO INTERM
Descrizione	Ponte Termico Solaio Interno
Note	Stratigrafia
Origine dei dati	Da abaco CENED

### DATI PONTE TERMICO

Archetipo	Parete verticale con solaio
Tipologia	Parete isolata all'esterno con solaio e trave isolata
Descrizione	Ponte termico formato dalla giunzione di una parete esterna isolata all'esterno con un solaio, la cui trave isolata all'esterno



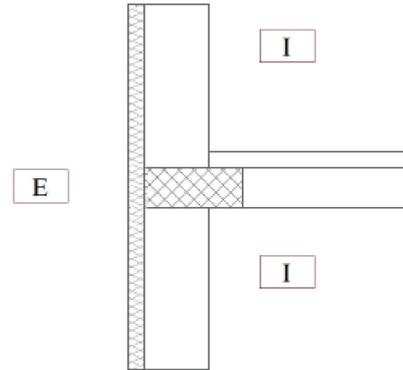
Dimensioni	Esterne
Trasmittanza termica lineica	[W/(m·K)] 0,004

## COMPONENTE PONTE TERMICO

Codice	PT SOLAIO INTERM 2
Descrizione	Ponte Termico Solaio Interno
Note	Stratigrafia
Origine dei dati	Da abaco CENED

### DATI PONTE TERMICO

Archetipo	Parete verticale con solaio
Tipologia	Parete isolata all'esterno con solaio e trave isolata
Descrizione	Ponte termico formato dalla giunzione di una parete esterna isolata all'esterno con un solaio, la cui trave isolata all'esterno



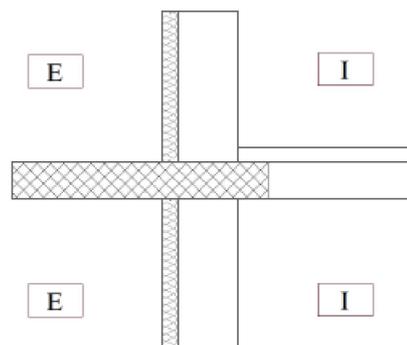
Dimensioni	Esterne
Trasmittanza termica lineica	[W/(m·K)] 0,004

## COMPONENTE PONTE TERMICO

Codice	PTVERANDA
Descrizione	Ponte Termico Veranda
Note	Rilievo
Origine dei dati	Da abaco CENED

### DATI PONTE TERMICO

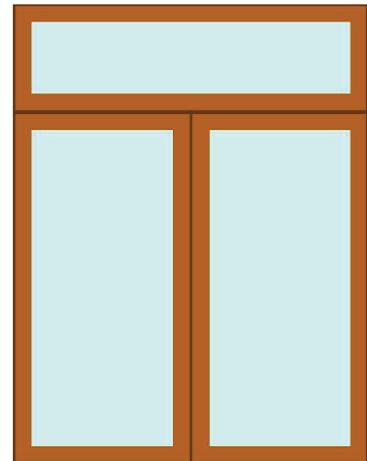
Archetipo	Parete verticale con balcone
Tipologia	Parete esterna isolata all'esterno con balcone non isolato
Descrizione	Ponte termico formato dalla giunzione di due pareti uguali isolate dall'esterno, in presenza di balcone non isolato



Dimensioni	Esterne
Trasmittanza termica lineica	[W/(m·K)] 0,839

## COMPONENTE FINESTRATO

Codice FIN170X130  
 Descrizione Finestra 170x130 PVC doppio vetro  
 Note Rilievo  
 Origine dei dati Procedura analitica (UNI EN ISO 10077-1:2007)



### Caratteristiche del serramento:

Tipo di serramento			Finestra singola
Trasmittanza termica	Uw	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,850
Trasmittanza solo vetro	Ug	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,849

### Dimensioni del serramento:

Larghezza	m	1,30
Altezza	m	1,70

### Caratteristiche chiusure oscuranti:

Resistenza termica addizionale	m <sup>2</sup> ·K/W	0,16
Coefficiente di utilizzo della struttura fshut		0,60

### Dati apporti solari:

Emissività	ε	0,837
Trasmittanza solare	g gl,n	0,75

## TELAIO

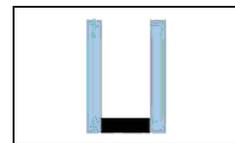
### Serramento interno:

Area vetro	Ag	m <sup>2</sup>	1,480
Area telaio	Af	m <sup>2</sup>	0,730
Area pannelli	Ap	m <sup>2</sup>	0,000
Perimetro vetro	Lg	m	9,520
Trasmittanza termica telaio	Uf	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,200

## VETRO

### Serramento:

Descrizione	Spessore [mm]	Conducibilità termica [W/(m·K)]	Resistenza termica [m <sup>2</sup> ·K/W]	Trasmittanza distanziatore [W/(m·K)]
Resistenza superficiale interna			0,13	
Vetro 1	4,0	1,000		
Intercapedine 1 (Aria)	12,0			0,050
Vetro 2	4,0	1,000		
Resistenza superficiale esterna			0,04	

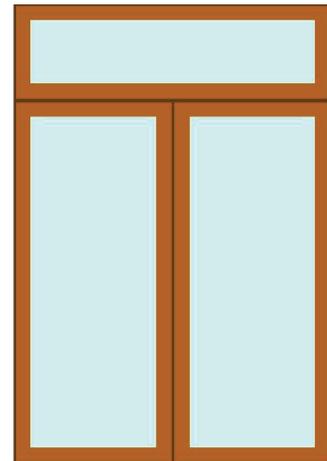


## RISULTATI

Resistenza	m <sup>2</sup> ·K/W	0,351
Trasmittanza termica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,850
Resistenza termica aggiuntiva	m <sup>2</sup> ·K/W	0,160
Trasmittanza totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,314

## COMPONENTE FINESTRATO

Codice FIN190X130  
 Descrizione Finestra 190x130 PVC doppio vetro  
 Note Rilievo  
 Origine dei dati Procedura analitica (UNI EN ISO 10077-1:2007)



### Caratteristiche del serramento:

Tipo di serramento			Finestra singola
Trasmittanza termica	Uw	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,853
Trasmittanza solo vetro	Ug	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,849

### Dimensioni del serramento:

Larghezza	m	1,30
Altezza	m	1,90

### Caratteristiche chiusure oscuranti:

Resistenza termica addizionale	m <sup>2</sup> ·K/W	0,16
Coefficiente di utilizzo della struttura fshut		0,60

### Dati apporti solari:

Emissività	ε	0,837
Trasmittanza solare	g gl,n	0,75

## TELAIO

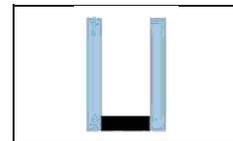
### Serramento interno:

Area vetro	Ag	m <sup>2</sup>	1,690
Area telaio	Af	m <sup>2</sup>	0,780
Area pannelli	Ap	m <sup>2</sup>	0,000
Perimetro vetro	Lg	m	10,320
Trasmittanza termica telaio	Uf	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,200

## VETRO

### Serramento:

Descrizione	Spessore [mm]	Conducibilità termica [W/(m·K)]	Resistenza termica [m <sup>2</sup> ·K/W]	Trasmittanza distanziatore [W/(m·K)]
Resistenza superficiale interna			0,13	
Vetro 1	4,0	1,000		
Intercapedine 1 (Aria)	12,0			0,050
Vetro 2	4,0	1,000		
Resistenza superficiale esterna			0,04	

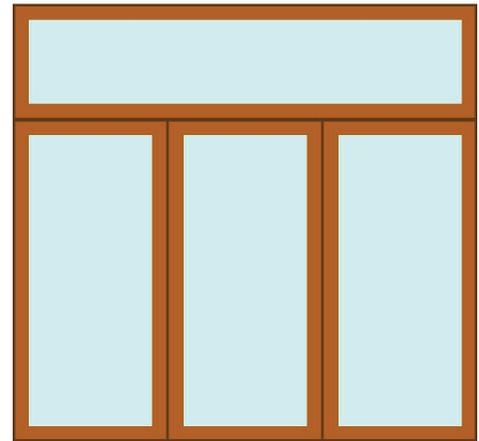


## RISULTATI

Resistenza	m <sup>2</sup> ·K/W	0,351
Trasmittanza termica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,853
Resistenza termica aggiuntiva	m <sup>2</sup> ·K/W	0,160
Trasmittanza totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,316

## COMPONENTE FINISTRATO

Codice FIN190X200  
 Descrizione Finestra 190x200 PVC doppio vetro  
 Note Rilievo  
 Origine dei dati Procedura analitica (UNI EN ISO 10077-1:2007)



### Caratteristiche del serramento:

Tipo di serramento			Finestra singola
Trasmittanza termica	Uw	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,854
Trasmittanza solo vetro	Ug	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,849

### Dimensioni del serramento:

Larghezza		m	2,00
Altezza		m	1,90

### Caratteristiche chiusure oscuranti:

Resistenza termica addizionale		m <sup>2</sup> ·K/W	0,16
Coefficiente di utilizzo della struttura fshut			0,60

### Dati apporti solari:

Emissività		ε	0,837
Trasmittanza solare		g gl,n	0,75

## TELAIO

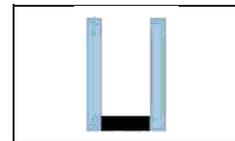
### Serramento interno:

Area vetro	Ag	m <sup>2</sup>	2,660
Area telaio	Af	m <sup>2</sup>	1,140
Area pannelli	Ap	m <sup>2</sup>	0,000
Perimetro vetro	Lg	m	15,160
Trasmittanza termica telaio	Uf	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,200

## VETRO

### Serramento:

Descrizione	Spessore [mm]	Conducibilità termica [W/(m·K)]	Resistenza termica [m <sup>2</sup> ·K/W]	Trasmittanza distanziatore [W/(m·K)]
Resistenza superficiale interna			0,13	
Vetro 1	4,0	1,000		
Intercapedine 1 (Aria)	12,0			0,050
Vetro 2	4,0	1,000		
Resistenza superficiale esterna			0,04	

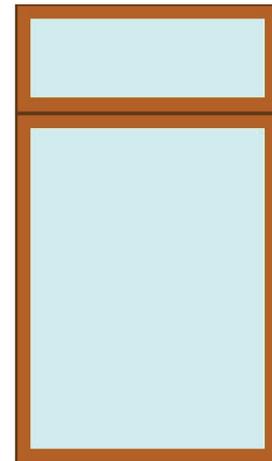


## RISULTATI

Resistenza		m <sup>2</sup> ·K/W	0,350
Trasmittanza termica		W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,854
Resistenza termica aggiuntiva		m <sup>2</sup> ·K/W	0,160
Trasmittanza totale		W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,317

## COMPONENTE FINESTRATO

Codice FIN210X120  
 Descrizione Finestra 210x120 PVC doppio vetro  
 Note Rilievo  
 Origine dei dati Procedura analitica (UNI EN ISO 10077-1:2007)



### Caratteristiche del serramento:

Tipo di serramento			Finestra singola
Trasmittanza termica	Uw	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,723
Trasmittanza solo vetro	Ug	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,849

### Dimensioni del serramento:

Larghezza	m	1,20
Altezza	m	2,10

### Caratteristiche chiusure oscuranti:

Resistenza termica addizionale	m <sup>2</sup> ·K/W	0,16
Coefficiente di utilizzo della struttura fshut		0,60

### Dati apporti solari:

Emissività	ε	0,837
Trasmittanza solare	g gl,n	0,75

## TELAIO

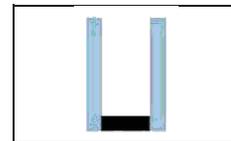
### Serramento interno:

Area vetro	Ag	m <sup>2</sup>	0,380
Area telaio	Af	m <sup>2</sup>	0,590
Area pannelli	Ap	m <sup>2</sup>	1,550
Perimetro vetro	Lg	m	2,840
Trasmittanza termica telaio	Uf	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,200

## VETRO

### Serramento:

Descrizione	Spessore [mm]	Conducibilità termica [W/(m·K)]	Resistenza termica [m <sup>2</sup> ·K/W]	Trasmittanza distanziatore [W/(m·K)]
Resistenza superficiale interna			0,13	
Vetro 1	4,0	1,000		
Intercapedine 1 (Aria)	12,0			0,050
Vetro 2	4,0	1,000		
Resistenza superficiale esterna			0,04	



## RISULTATI

Resistenza	m <sup>2</sup> ·K/W	0,367
Trasmittanza termica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,723
Resistenza termica aggiuntiva	m <sup>2</sup> ·K/W	0,160
Trasmittanza totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,227

## Simboli e unità di misura

Simbolo	Quantità	Unità di misura
$c_p$	capacità termica specifica	J/(kg·K)
$A_g$	area (vetro)	m <sup>2</sup>
$A_f$	area (telaio)	m <sup>2</sup>
$A_p$	area (pannello)	m <sup>2</sup>
$C$	conduttanza unitaria	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$d$	spessore	m
$f_{Rsi}$	fattore di temperatura in corrispondenza alla superficie interna	-
$f_{Rsi,max}$	fattore di temperatura di progetto in corrispondenza alla superficie interna per il mese critico	-
$g_c$	densità di flusso di vapore (condensazione)	Kg/m <sup>2</sup>
$g_{ev}$	densità di flusso di vapore (evaporazione)	Kg/m <sup>2</sup>
$U_f$	trasmissione termica (telaio)	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$U_g$	trasmissione termica (elemento vetrato)	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$\Psi_g$	trasmissione termica (lineare del distanziatore)	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$U_p$	trasmissione termica (pannello)	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$U_w$	trasmissione termica (totale del serramento)	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$L_g$	lunghezza perimetrale della superficie vetrata	m
$M_a$	massa di vapore per unità di superficie accumulata in corrispondenza di un'interfaccia	Kg/m <sup>2</sup>
$p_i$	pressione parziale del vapore (aria interna)	Pa
$p_e$	pressione parziale del vapore (aria esterna)	Pa
$R$	resistenza termica di progetto (da superficie a superficie)	m <sup>2</sup> ·K/W
$R_{si}$	resistenza superficiale (interna)	m <sup>2</sup> ·K/W
$R_{se}$	resistenza superficiale (esterna)	m <sup>2</sup> ·K/W
$s_d$	spessore equivalente di aria per la diffusione del vapore	m
$\lambda$	conduttività utile di calcolo	W/(m·K)
$\mu$	fattore di resistenza igroscopica	-
$\rho$	massa volumica	Kg/m <sup>3</sup>
$\theta_i$	temperatura (aria interna)	°C
$\theta_e$	temperatura (aria esterna)	°C
$\Delta t$	sfasamento	h

# **IMPIANTI**

# COMUNE DI CROPALATI

87060 – PROV. COSENZA

Area Tecnica

C.F. N° 87000090784

P.I. N° 00379080781

Tel. 0983/61064

Fax 0983/61877

Numero verde 800512538

Diretti Sindaco 0983/61261

PROGETTAZIONE ED INSTALLAZIONE DI UN IMPIANTO  
FOTOVOLTAICO NELLA SCUOLA ELEMENTARE E SCUOLA  
MATERNA.

PROGETTO:

BANDO REGIONE CALABRIA, AZIONE 1.11.a) "PRODUZIONE DI  
ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI E RISPARMIO ENERGETICO",  
DELLA MISURA 1.11 DEL POR CALABRIA 2000-2006.  
"IL SOLE IN CENTO SCUOLE"  
SUPPL. N°2 DEL 20/09/2004 AL N°17 DEL 16/09/2004.

PROGETTO:

PRELIMINARE

DEFINITIVO

ESECUTIVO

ELABORATO: RELAZIONE TECNICA

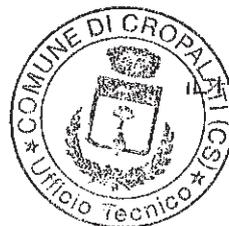
TAVOLA n° 1

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

GEOM. SAVERIO GRISARO

VISTI DI APPROVAZIONE:

IL PROGETTISTA



IL RESPONSABILE AREA TECNICA  
(Geom. Saverio Grisaro)

*[Handwritten signature]*

# RELAZIONE TECNICA

## Premessa

L'accresciuta sensibilità ad un uso razionale delle risorse energetiche e la grande attenzione nei confronti dell'ambiente hanno portato alla nascita di una "cultura energetica" che ha finito per influenzare anche il settore edile. Oggi, infatti, l'edificio non va più concepito come un elemento passivo che fagocita enormi quantità d'energia, ma come strumento di produzione diretta d'energia, utilizzabile in loco e/o a distanza (tramite la rete di distribuzione) al fine di soddisfare le richieste energetiche. La progettazione di questi edifici "energeticamente intelligenti" può essere eseguita seguendo fondamentalmente due vie tra loro compatibili:

- la progettazione secondo criteri bioclimatici,
- l'integrazione dei sistemi fotovoltaici alle strutture edilizie.

I sistemi fotovoltaici presentano oggi enormi potenzialità estetiche e tecnologiche, che un linguaggio progettuale basato sulla componente energetica non può fare altro che esaltare. Ciò porterà ad una flessibilità di inserimento dei sistemi fotovoltaici nell'edilizia, ad una diminuzione dei costi e ad un livello di prestazioni costruttive e tecnologiche molto simile a quello dei componenti impiegati in edilizia. A tutto ciò occorre aggiungere i molteplici vantaggi che l'integrazione dei sistemi fotovoltaici nell'edilizia comporta, che possono essere così riassunti:

- capacità del materiale di trasformare la radiazione solare in energia elettrica;
- utilizzazione di superfici già in uso per altri scopi, con conseguente abbattimento della principale barriera ambientale che ostacola l'adozione e la diffusione del fotovoltaico soprattutto nelle aree ad alta densità di popolazione;
- risparmio dei materiali di rivestimento convenzionali dell'edificio e di energia e materiali relativi alle strutture portanti dell'impianto fotovoltaico, con conseguente riduzione dei costi totali del sistema;

- produzione dell'energia elettrica nel luogo in cui è consumata e nel momento di maggiore richiesta, con conseguenti bassissime perdite di distribuzione e riduzione dei picchi di domanda;

Nell'ambito urbano le tecnologie di produzione di energia alimentate da fonte solare possono oggi essere convenientemente utilizzate per coprire solo una parte dei fabbisogni energetici. Il progetto di cui la presente relazione tecnica presenta un impianto fotovoltaico di 15,12 Kwh di picco ubicato nel comune di Cropalati da realizzarsi nell'ambito del programma di interventi denominato "IL SOLE IN CENTO SCUOLE" per la scuola elementare e scuola materna di proprietà dell'Amministrazione comunale di Cropalati. Tenuto conto del tipo di utilizzo a cui è rivolto, la struttura, infatti, risulta caratterizzata da una struttura in muratura di pietrame, utilizzata come scuola elementare e scuola materna, l'impianto fotovoltaico porterebbe lo stabile verso l'autosufficienza energetica realizzata mediante tecnologie rinnovabili. Questo tra l'altro consentirebbe un risparmio nelle spese di gestione a carico dell'Amministrazione Comunale stessa.

## **Valenza della Iniziativa**

La realizzazione di un impianto Fotovoltaico collegato alla rete elettrica di distribuzione ha lo scopo di fornire il servizio elettrico per soddisfare parzialmente il fabbisogno energetico dell'utenza alla quale è collegato.

Tali sistemi sono permanentemente collegati alla rete elettrica; nelle ore in cui il generatore fotovoltaico non è in grado di produrre energia necessaria a coprire la domanda di elettricità è la rete a fornire l'energia richiesta. Viceversa se il sistema fotovoltaico produce più energia di quanto effettivamente richiesta dal carico, il surplus viene trasferito alla rete e contabilizzato; in un impianto integrato nell'edificio vengono installati due contatori a contabilizzare gli scambi tra l'utenza e la rete.

Più in generale, l'applicazione di un impianto fotovoltaico consente:

- la produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- il risparmio del combustibile fossile;
- nessun inquinamento acustico;

- l'applicazione di soluzioni di progettazione del sistema perfettamente compatibile con le esigenze di tutela del territorio (IMPATTO VISIVO).

I sistemi fotovoltaici, pertanto, non causano nessuna emissione durante il loro utilizzo. I benefici ambientali ottenibili da essi sono proporzionali alle quantità di energia prodotta, supponendo che questa vada a sostituire l'energia altrimenti fornita da fonti convenzionali. Per produrre un KWh, in Italia vengono bruciati mediamente l'equivalenti di 2.56 KWh sotto forma di combustibile fossile e di conseguenza emessi nell'aria circa 0,58 Kg di anidride carbonica per KWh prodotto. Si può dire, quindi, che ogni KWh prodotto dal sistema fotovoltaico evita l'emissione di una pari quantità di anidride carbonica e di altri inquinanti minori.

In media in Italia un impianto Fotovoltaico può produrre 1350 KWh per ogni KWp, pertanto la stima dell'emissione di inquinanti evitata in un anno sarà pari a  $1350 \times 0,58 = 783$  Kg (CO<sub>2</sub>) per KWh.

## **RIFERIMENTI NORMATIVI**

Nella redazione del presente progetto, inerente la realizzazione di un impianto fotovoltaico con una potenza di picco pari a circa 15,12 KWp, sono state e dovranno essere considerate nella progettazione e nell'esecuzione dei lavori di installazione, le disposizioni di legge e le norme tecniche del CEI.

Si richiamano di seguito le principali norme e leggi che seguono le attività di progettazione e costruzione degli impianti fotovoltaici e degli impianti elettrici correlati.

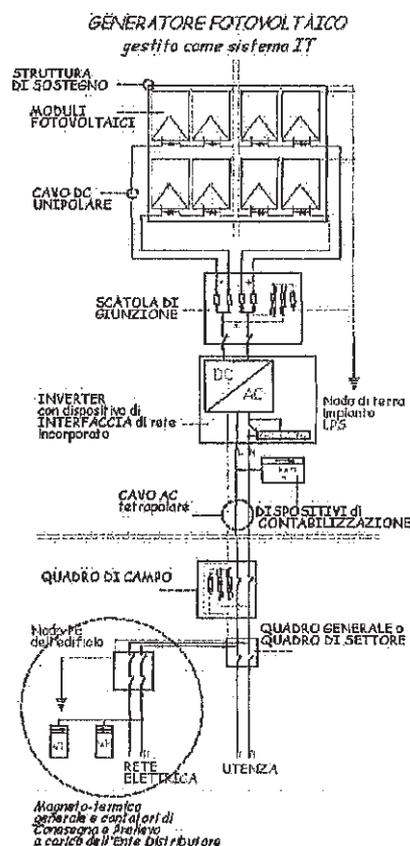
- Norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale
- Norme CEI/IEC e/o JRC/EST e TUV per i moduli Fotovoltaici;
- Conformità al marchio CE per i moduli fotovoltaici e il gruppo di Conversione;
- UNI 10349 per il dimensionamento del generatore fotovoltaico;
- UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici;
- Norma EN 60439-1 e IEC 439 per i quadri elettrici;
- Norma CEI 11031 e la CEI 110-28 per i disturbi indotti sulla rete dal gruppo di conversione;

- Norme CEI 110-1, CEI 110-6 e CEI 100-8 per la compatibilità elettromagnetica e la limitazione delle emissioni in RF;
- Norma CEI 11-20 per il collegamento alla rete pubblica;
- Norma CEI EN 61724 per la misura e acquisizione dei dati
- D.P.R. 547/55 e D. Lgs 626/94 e successive modifiche, per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- Legge 46/1990 e D.P.R. 447/1991 e successive modifiche, per la sicurezza Elettrica

Nel regime di scambio dell'energia elettrica, si applica la Deliberazione N° 224/2000 dell'autorità per l'energia e il gas del 06/12/2000

## Descrizione dell'impianto

L'impianto Fotovoltaico oggetto del presente progetto, con potenza pari a 15,12 Kwp, sarà destinato a produrre energia elettrica in collegamento alla rete di bassa tensione in corrente alternata di tipo monofase e le sue componenti principali può essere schematizzato come in figura:



si evince dalla figura un tipico impianto Fotovoltaico è caratterizzato dai seguenti componenti:

- GENERATORE FOTOVOLTAICO;
- DISPOSITIVI DI GIUNZIONE
- GRUPPO DI CONVERSIONE;
- QUADRO DI PARRALLELO
- QUADRO DI INTERFACCIA

IL GENERATORE FOTOVOLTAICO è costituito da 84 moduli fotovoltaici (1318 mm x 994 mm x 46 mm) disposti su tre file, per un totale di circa 15,12 KWp di potenza di picco installata. L'area coperta sarà di circa 110,05 m<sup>2</sup>, avrà un'inclinazione di ~30° e un orientamento verso est.

Le caratteristiche tecniche ed elettriche dei moduli utilizzati per la realizzazione del generatore Fotovoltaico possono essere riassunti nella tabella seguente:

#### MODULO FOTOVOLTAICO

Modello : *Ibc-Solara IBC-180M*

Specifiche elettriche		Specifiche Tecniche	
Potenza di Picco	180	Lunghezza (mm)	1318
Tensione circuito aperto	30	Larghezza (mm)	994
Corrente di corto circuito	8.37	Spessore (mm)	46
Tensione MMP(V)	23.7	Peso (Kg)	16
Corrente MMP(A)	7.60	N° Celle	48
Voltaggio del sistema (V)	12	Tipo di Cele	Si-Poli

Il generatore, pertanto, sarà ottenuto collegando in parallelo le due stringhe formate dal collegamento in serie di 14 pannelli fotovoltaici. A sua volta n°3 inverter vengono collegati per fornire l'energia elettrica dovuta.

La stringa sezionabile, è provvista di diodo di blocco, così come il parallelo tra le varie stringhe sarà provvisto di diodi di by-pass e di protezione contro le sovratensioni e di

Le caratteristiche elettriche e tecniche di una stringa oggetto del progetto sono riassunte nella seguente tabella:

<b>STRINGA</b>		<b>CAMPO</b>	
<b>Specifiche elettriche</b>		<b>Specifiche Tecniche</b>	
Potenza di Picco	2520	Potenza di Picco	5040
Tensione circuito aperto	420	Tensione circuito aperto	420
Corrente di corto circuito	8.37	Corrente di corto circuito	16.74
Tensione MMP(V)	331	Tensione MMP(V)	331
Corrente MMP(A)	7.60	Corrente MMP(A)	15.2
N° Moduli in Serie	14	N° Stringhe in Parallelo	2

Il **DISPOSITIVO DI GIUNZIONE** contiene le protezioni DC e funge da interfaccia tra le stringhe ed il gruppo di conversione (INVERTER)

Le protezioni lato DC sono costituite da diodi di Blocco o fusibili, uno per stringa, che impediscono l'inversione di polarità, da variatori e/o scaricatori per la protezione da sovratensioni atmosferiche, da fusibili e sezionatori per la protezione da sovracorrenti e disconnessione delle stringhe.

Il **GRUPPO DI CONVERSIONE** converte la corrente continua generata dai moduli fotovoltaici in corrente alternata e si collega sincronicamente alla rete elettrica per alimentare i principali utilizzi dell'utente.

Nel momento in cui si consuma poca energia elettrica l'eccesso viene ridistribuito nella rete elettrica.

L'apparato di conversione funziona in modo completamente automatico. Non appena i moduli al mattino generano sufficiente potenza, l'unità di controllo comincia a monitorare le tensioni di rete e la frequenza così come la fornitura di energia.

Con sufficiente insolazione, l'apparato comincia a funzionare in modo automatico, l'inverter funziona in modo da sfruttare la massima potenza del generatore solare. Non appena l'energia fornita, al tramonto, non è sufficiente per fornire corrente alla rete, l'inverter automaticamente interrompe il collegamento e smette di funzionare.

Per le potenze in gioco si scelto di utilizzare quattro inverter modello FRONIUS IG 60. Ciascuno di essi è responsabile di convertire l'energia proveniente da due stringhe

---

collegati in parallelo e a loro volta i tre Inverter vengono collegati, per fornire la potenza richiesta dall'utenza, nel quadro di parallelo posto a valle degli stessi inverter. Gli inverter sono stati scelti per offrire la massima sicurezza durante il funzionamento, in quanto il loro valore di funzionamento non è conforme alle variazioni imposte, l'inverter interrompe immediatamente l'erogazione della corrente nella rete.

IL QUADRO DI PARALLELO e di consegna è costituito da un quadro elettrico dove sono effettuate le connessioni degli inverter al quadro elettrico generale e alla rete, contenente gli interruttori magnetotermici (uno per ciascun inverter), un contatore elettrico dell'energia prodotta e due scaricatori che connettono la fase e il neutro in parallelo alla rete di terra e proteggono il gruppo di conversione da eventuali sovratensioni provenienti dalla rete.

IL QUADRO DI INTERFACCIA è quel quadro nel quale avviene la connessione effettiva tra la rete elettrica di distribuzione interna dell'edificio. Esso, infatti è caratterizzato da una linea elettrica per l'alimentazione elettrica convenzionale e un'altra per l'alimentazione dell'impianto fotovoltaico.

## **Caratteristiche di funzionamento dell'impianto**

Il sistema ha un funzionamento completamente automatico e non richiede ausilio per il suo normale esercizio: il circuito di modifica la propria impedenza in funzione della curva caratteristica del campo fotovoltaico, in modo tale da massimizzare la potenza trasferita al carico. Per quanto riguarda il generatore fotovoltaico, l'unico tipo di intervento richiesto periodicamente riguarda la pulizia dei moduli.

# COMUNE DI CROPALATI

87060 – PROV. COSENZA

Area Tecnica

C.F. N° 87000090784

P.I. N° 00379080781

Tel. 0983/61064

Fax 0983/61877

Numero verde 800512538

Diretti Sindaco 0983/61261

PROGETTAZIONE ED INSTALLAZIONE DI UN IMPIANTO  
FOTOVOLTAICO NELLA SCUOLA ELEMENTARE E SCUOLA  
MATERNA.

PROGETTO:

BANDO REGIONE CALABRIA, AZIONE 1.11.a) "PRODUZIONE DI  
ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI E RISPARMIO ENERGETICO",  
DELLA MISURA 1.11 DEL POR CALABRIA 2000-2006.  
"IL SOLE IN CENTO SCUOLE"  
SUPPL. N°2 DEL 20/09/2004 AL N°17 DEL 16/09/2004.

PROGETTO:

PRELIMINARE

DEFINITIVO

ESECUTIVO

ELABORATO: PLANIMETRIE DI DETTAGLIO

TAVOLA n° 3

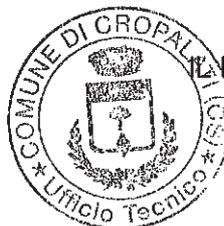
IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

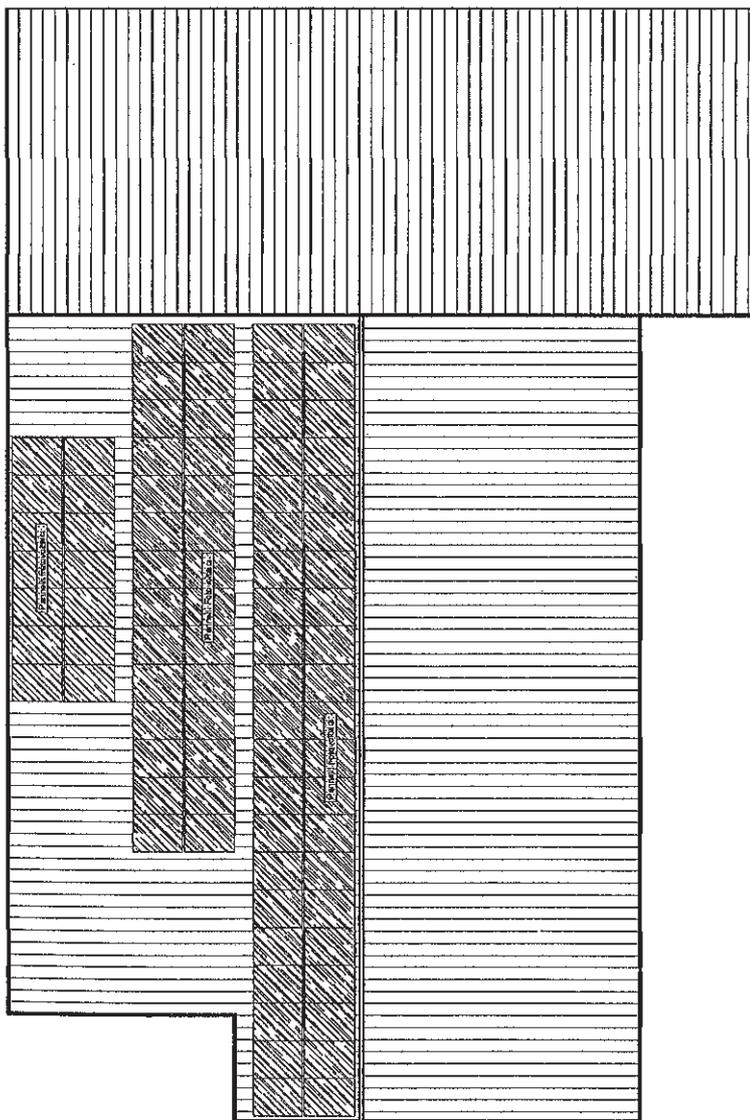
GEOM. SAVERIO GRISARO

VISTI DI APPROVAZIONE:

IL PROGETTISTA

IL RESPONSABILE AREA TECNICA  
(Geom. Saverio Grisaro)





—PIANTA COPERTURA —

# COMUNE DI CROPALATI

87060 – PROV. COSENZA

Area Tecnica

C.F. N° 87000090784

P.I. N° 00379080781

Tel. 0983/61064

Fax 0983/61877

Numero verde 800512538

Diretti Sindaco 0983/61261

PROGETTAZIONE ED INSTALLAZIONE DI UN IMPIANTO  
FOTOVOLTAICO NELLA SCUOLA ELEMENTARE E SCUOLA  
MATERNA.

PROGETTO:

BANDO REGIONE CALABRIA, AZIONE 1.11.a) "PRODUZIONE DI  
ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI E RISPARMIO ENERGETICO",  
DELLA MISURA 1.11 DEL POR CALABRIA 2000-2006.  
"IL SOLE IN CENTO SCUOLE"  
SUPPL. N°2 DEL 20/09/2004 AL N°17 DEL 16/09/2004.

PROGETTO:

PRELIMINARE

DEFINITIVO

ESECUTIVO

ELABORATO: SEZIONE E PARTICOLARI

TAVOLA n° 4

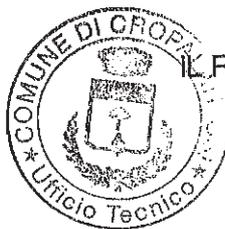
IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

GEOM. SAVERIO GRISARO

VISTI DI APPROVAZIONE:

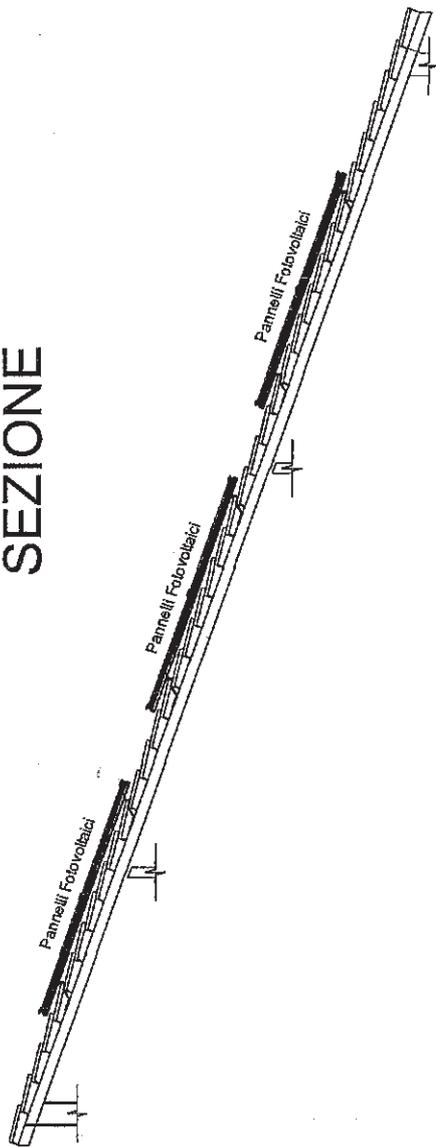
IL PROGETTISTA

IL RESPONSABILE AREA TECNICA  
(Geom. Saverio Grisaro)



*(Handwritten signature of Saverio Grisaro)*

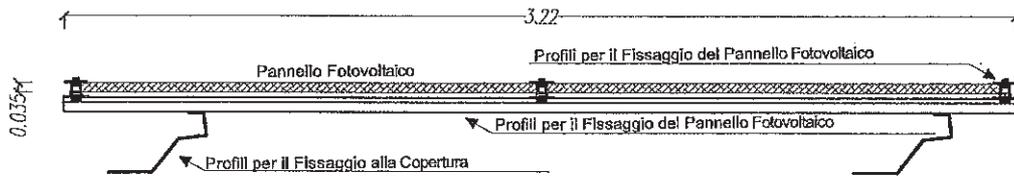
# SEZIONE



# SISTEMA DI FISSAGGIO

Pannelli Fotovoltaici

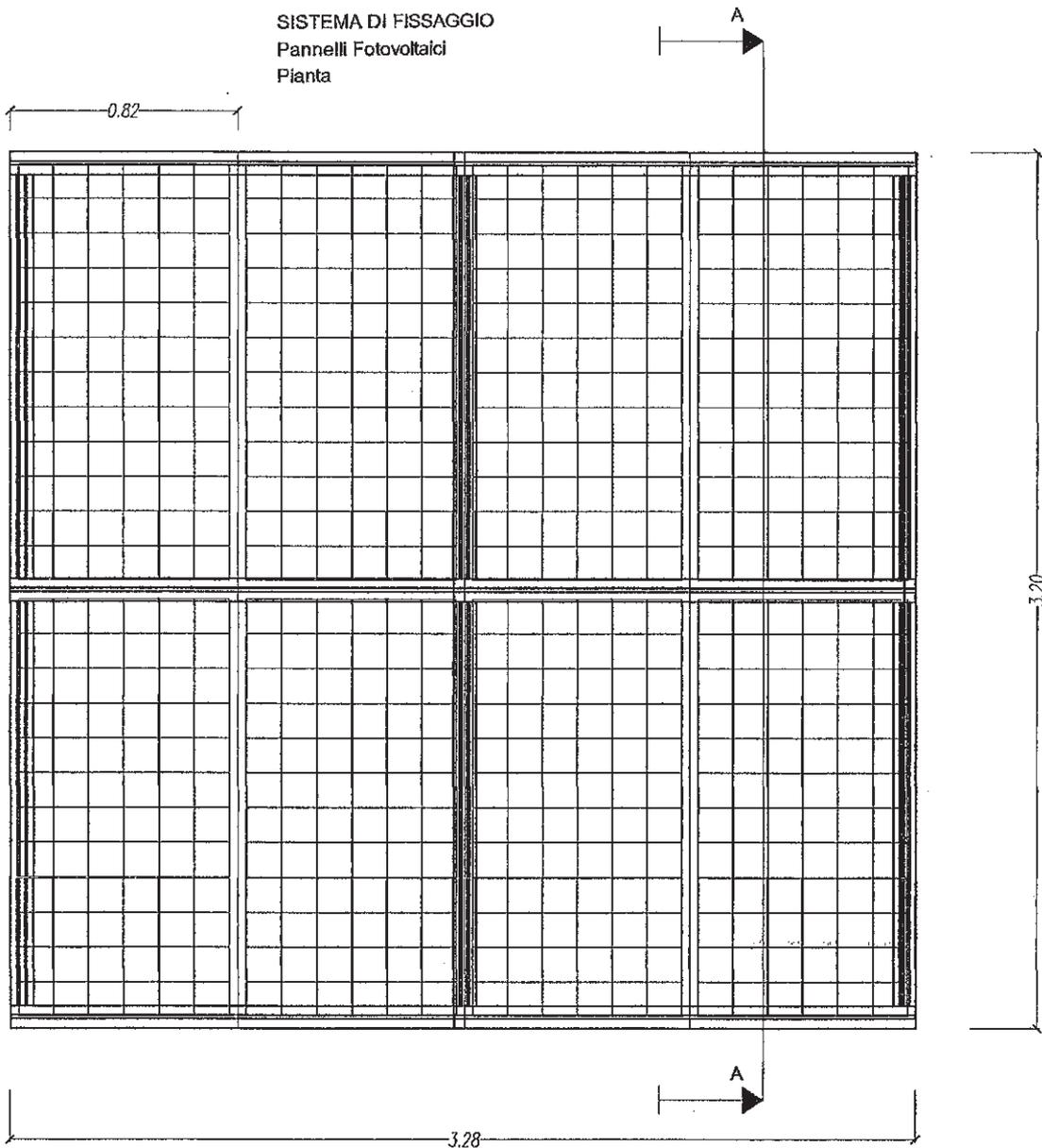
Sez. A-A



# SISTEMA DI FISSAGGIO

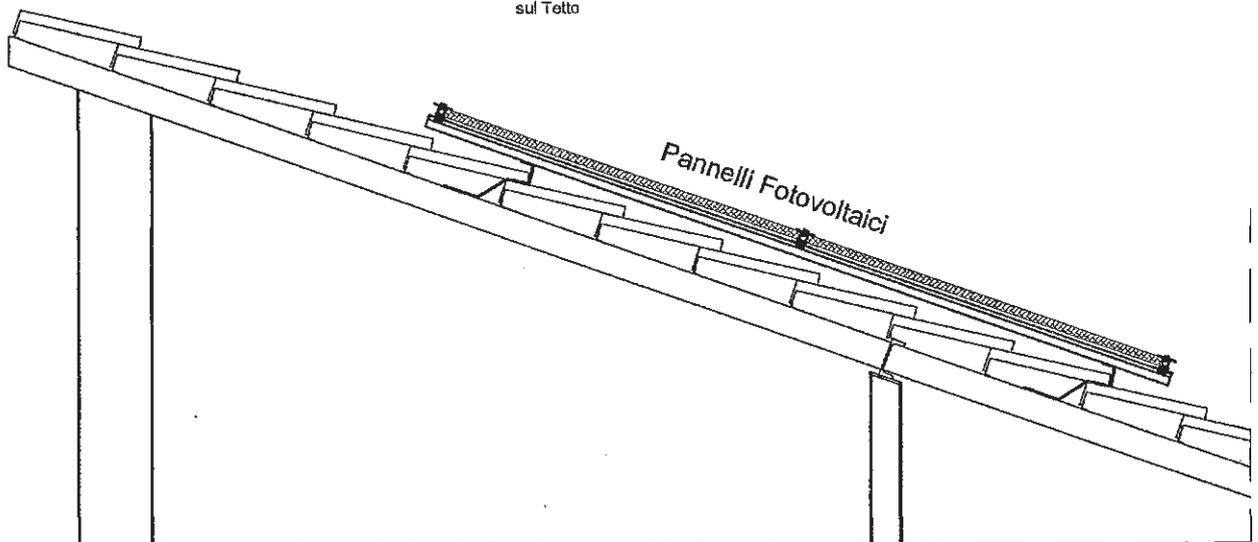
Pannelli Fotovoltaici

Pianta



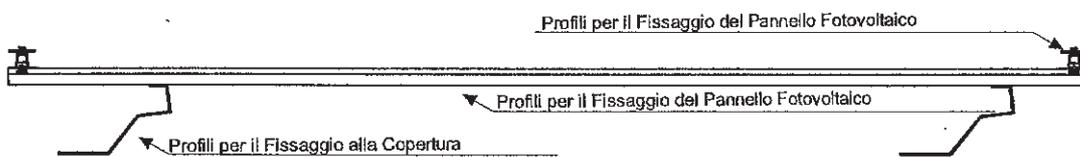
## SISTEMI DI FISSAGGIO

Pannelli Fotovoltaici  
sul Tetto



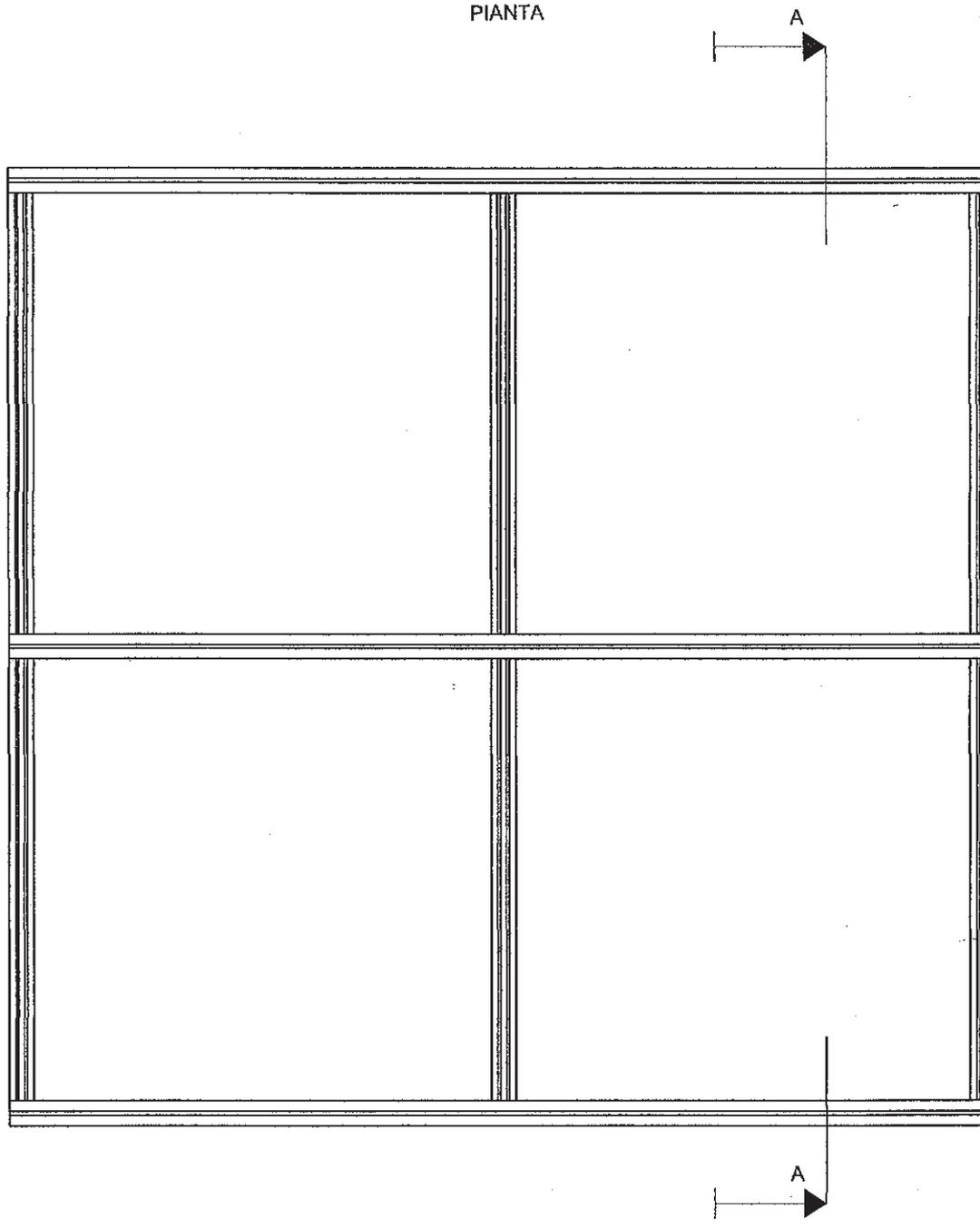
# STRUTTURA DI FISSAGGIO PANNELLI FV

SEZ A-A



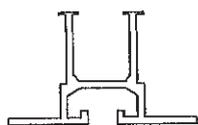
# STRUTTURA DI FISSAGGIO PANNELLI FV

PIANTA



# PARTICOLARI FI FISSAGGIO

Profili UPN



GOMMINI DI FISSAGGIO



PIASTRINA DI FISSAGGIO



FISSAGGIO TETTO



LAVORI DI: **REALIZZAZIONE DI INTERVENTI DI RISPARMIO ENERGETICO E  
PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI PRESSO L'EDIFICIO  
SEDE DELLA SCUOLA ELEMENTARE STATALE DI CROPALATI.**

COMMITTENTE: **COMUNE DI CROPALATI**

IMPRESA ESECUTRICE: **FOTOVOLT S.r.L.**

CONTRATTO in data 29/06/2007 Rep.N. 408

VERBALE CONSEGNA DEI LAVORI: 29/06/2007

IMPORTO DEI LAVORI A BASE D'ASTA: € **103.220,96**

DIREZIONE DEI LAVORI: **ing. Oreste Citrea**

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: **geom. Grisaro Saverio**

COLLAUDATORE DELL'OPERA: **p.i. Francesco Scerra**

## **CERTIFICATO DI COLLAUDO**

NUMERO IDENTIFICATIVO IMPIANTO: **FTV1-FG/15,17**

Impianto fotovoltaico installato presso: **Istituto Scuola Elementare del Comune di Cropalati (CS).**

Il sottoscritto p.i. Scerra Francesco nato a Crotone il 31-03-1959, c.f. \_SCR FNC 59C31 D122L iscritto con il n° 59\_ all'Albo del Collegio dei periti industriali della Provincia di Crotone, a seguito di visita di collaudo effettuata nei giorni 30-08-2008

Intervenuti alla visita:

Alla visita di collaudo, oltre al sottoscritto Collaudatore, sono intervenuti i signori: **ing. Oreste Citrea** in qualità di Direttore dei Lavori in oggetto.

### **DICHIARA**

quanto segue:

- 1) la corrispondenza dell'impianto realizzato alla documentazione finale di progetto ivi comprese le varianti al progetto iniziale regolarmente approvate;
  - che l'impresa ha ottemperato a tutti gli obblighi derivanti dal contratto ed alle disposizioni impartite dal Direttore dei lavori;
  - che l'impresa ha firmato la contabilità finale senza riserve;
- 2) di aver verificato l'esistenza della dichiarazione di conformità dell'impianto alle regole dell'arte ai sensi della legge 46/90 sottoscritta dall'installatore (con abilitazione lettera A);
- 3) la potenza nominale dell'impianto risulta pari a **15,17 kWp**, quale somma delle potenze nominali dei moduli costituenti il campo fotovoltaico;
- 4) hanno avuto esito positivo tutte le seguenti verifiche:
  - continuità elettrica e connessioni tra moduli (continuità elettrica tra i vari punti dei circuiti di stringa e fra l'eventuale parallelo delle stringhe e l'ingresso del gruppo di condizionamento e controllo della potenza);
  - messa a terra di masse e scaricatori (continuità elettrica dell'impianto di terra, a partire dal dispersore fino alle masse e masse estranee collegate);
  - isolamento dei circuiti elettrici dalle masse (resistenza di isolamento dell'impianto adeguata ai valori prescritti dalla norma CEI 64-8/6);

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione e controllo della potenza (accensione, spegnimento, mancanza rete del distributore, ecc.).

5) hanno avuto esito positivo le seguenti verifiche:

(per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento):

a)  $P_{cc} > 0,85 \times P_{nom} \times I / I_{stc}$

dove:

- $P_{cc}$  = potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del  $\pm 2\%$ ;
- $P_{nom}$  = potenza nominale del generatore fotovoltaico;
- $I$  = irraggiamento misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del  $\pm 3\%$  (deve essere  $I > 600 \text{ W/m}^2$ );
- $I_{stc}$  =  $1000 \text{ W/m}^2$  (irraggiamento in condizioni di prova standard);

b)  $P_{ca} > 0,9 \times P_{cc}$

dove:

- $P_{ca}$  = potenza attiva in corrente alternata, misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, con precisione migliore del  $\pm 2\%$ .

Tale condizione deve essere verificata per  $P_{ca} > 90\%$  della potenza di targa del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata.

le verifiche ai punti precedenti a) e b) sono state effettuate in data **30/08/2008**, con le seguenti condizioni e risultati:

- $I = 880 \text{ W/m}^2$
- $P_{nom} = 15,17 \text{ kWp}$
- $P_{cc} = 11,80 \text{ kW}$
- $P_{ca} = 10,97 \text{ kW}$

6) (facoltative per impianti fotovoltaici di potenza nominale non superiore a 50 kW - da compilare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento) in data **30/08/2008**, sono state effettuate le verifiche di prestazione, con le seguenti condizioni e risultati

*Generatore n° 1*

- $I = 880 \text{ W/m}^2$  (irraggiamento misurato sul piano dei moduli)
- $P_{nom} = 5,92 \text{ kW}$  (potenza nominale del generatore fotovoltaico)
- $P_{cc} = 4,65 \text{ kW}$  (potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico);
- $P_{ca} = 4,31 \text{ kW}$  (potenza attiva in corrente alternata, misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata).

*Generatore n° 2*

- $I = 880 \text{ W/m}^2$  (irraggiamento misurato sul piano dei moduli)
- $P_{nom} = 5,92 \text{ kW}$  (potenza nominale del generatore fotovoltaico)
- $P_{cc} = 4,66 \text{ kW}$  (potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico);

- $P_{ca} = 4,33 \text{ kW}$  (potenza attiva in corrente alternata, misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata).

*Generatore n° 3*

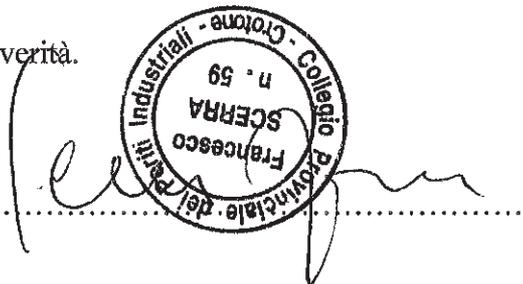
- $I = 880 \text{ W/m}^2$  (irraggiamento misurato sul piano dei moduli)
- $P_{nom} = 3,33 \text{ kW}$  (potenza nominale del generatore fotovoltaico)
- $P_{cc} = 2,49 \text{ kW}$  (potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico);
- $P_{ca} = 2,36 \text{ kW}$  (potenza attiva in corrente alternata, misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata).

**Dichiara, infine, che:**

- tutte le prove sono state effettuate in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa vigente e, in particolare, dalla normativa specificata dal D.M. 28 luglio 2005 e successive modifiche ed integrazioni;
- tutto quanto sopra riportato è corrispondente a verità.

Data: 30/08/2008

Timbro e Firma: .....



*Allegato n° 1*

Si allega al presente copia delle verifiche tecniche effettuate che costituiscono parte integrante del presente verbale.

PROSPETTO FRONTALE

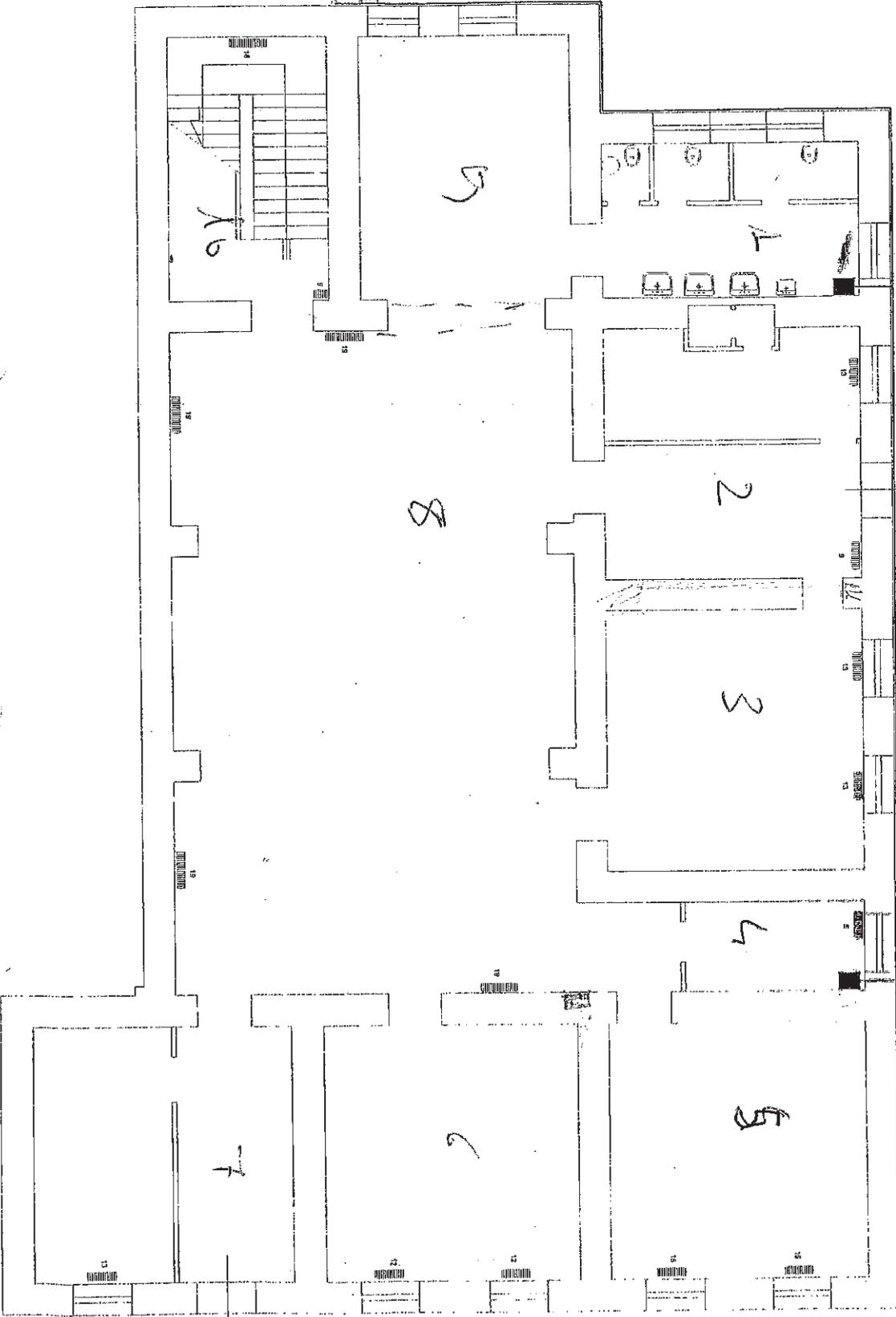
# PIANO SEMINTERRATO

CALDAIA  
(24 KW)

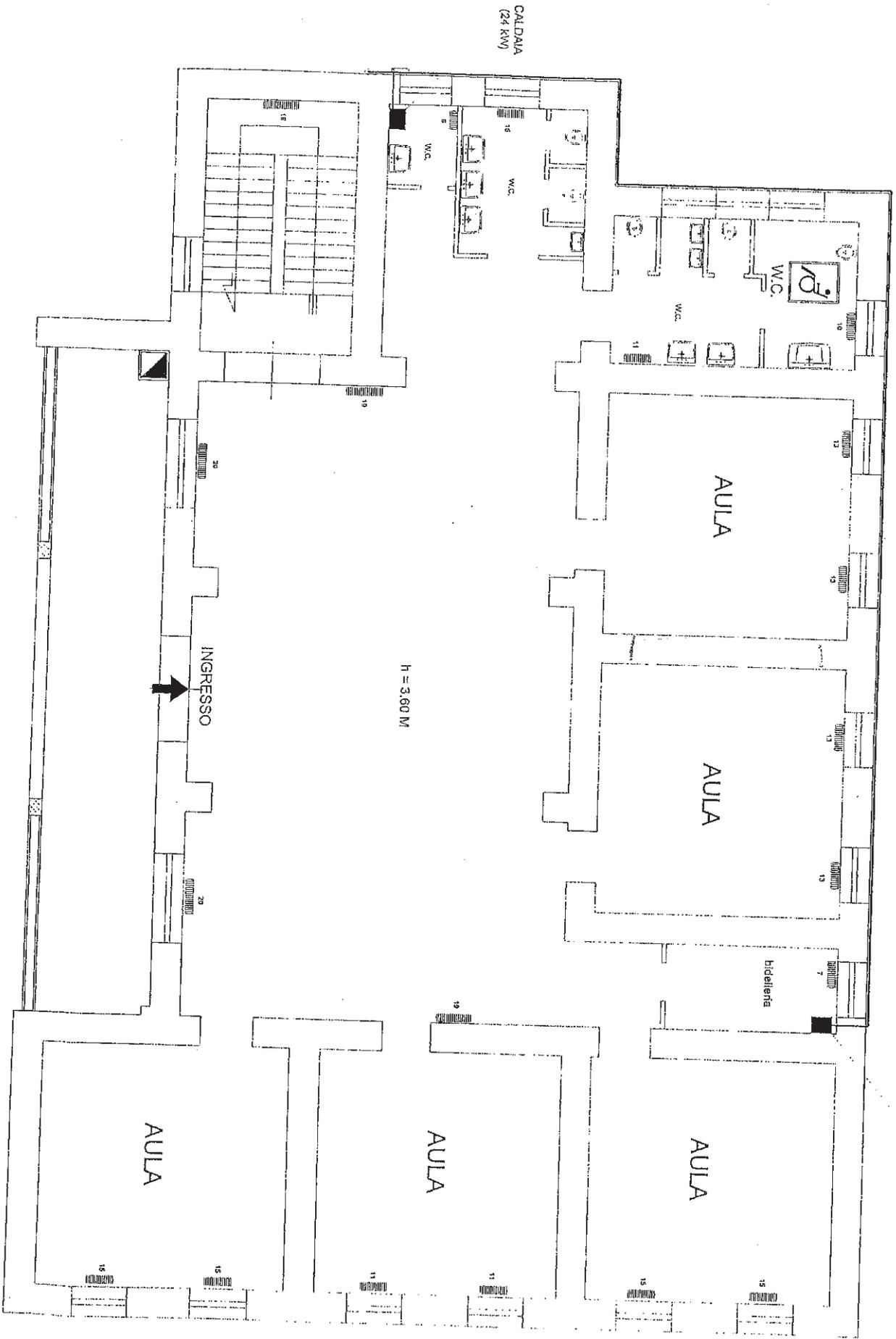
PROSPETTO LATERALE

CALDAIA  
(24 KW)

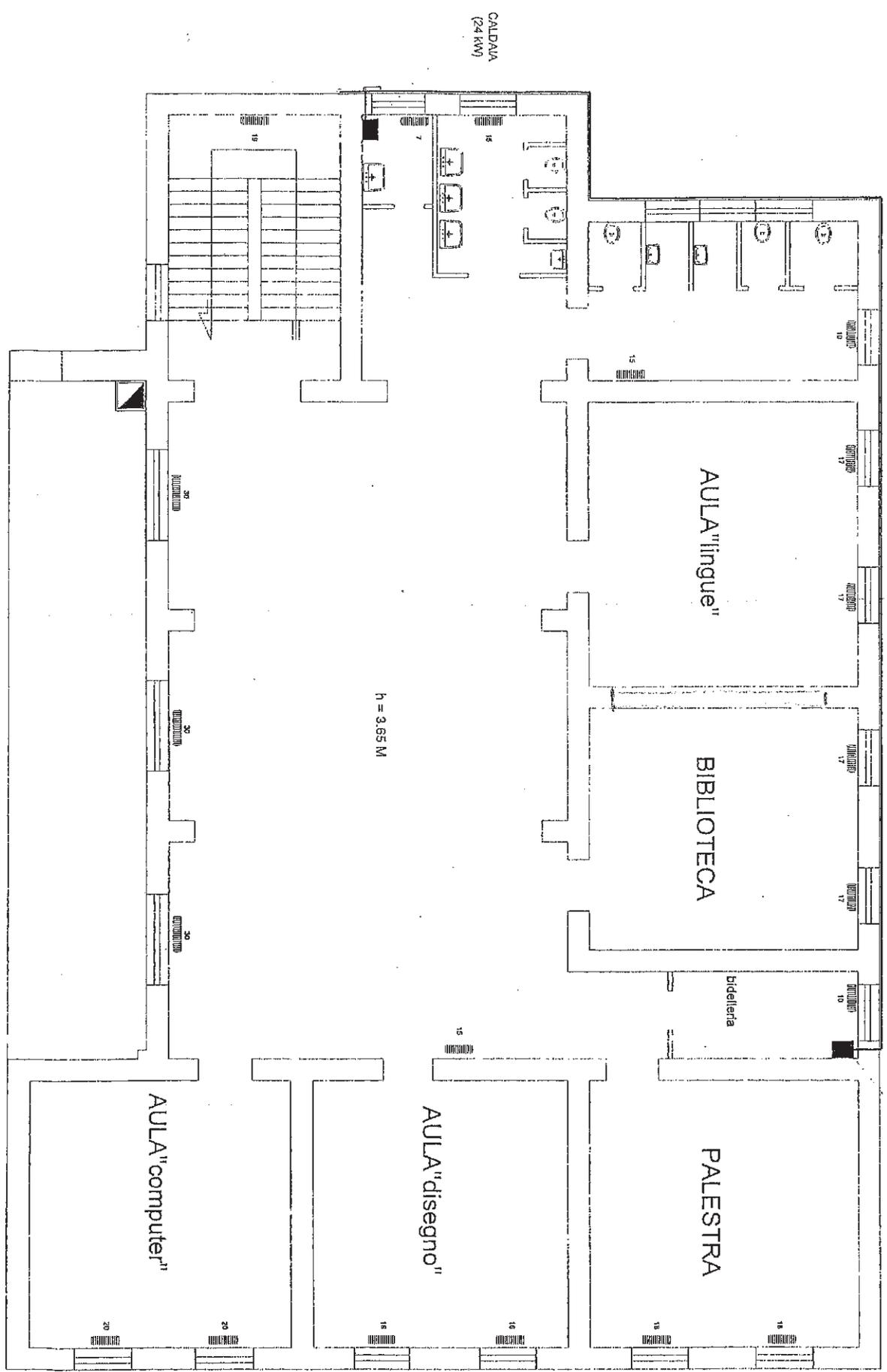
CANTATORE  
RUBINETTO  
ARRESTO



# PIANO TERRA



PRIMO PIANO



Comune di CROPALATI  
Provincia di COSENZA

## CERTIFICATO DI REGOLARE ESECUZIONE

**OGGETTO:** VERIFICA DELLE CONDOTTE DI ADDUZIONE GAS-METANO ALLE CALDAIE MURALI - EDIFICIO SCUOLA ELEMENTARE

**COMMITTENTE:** AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI CROPALATI

**RESPONSABILE del PROCEDIMENTO:** geom. Saverio Grisaro

**IMPRESA:** F.C. IMPIANTI di Faraco Caludio

### PREMESSA

#### 1 TEMPO OCCORSO PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

I lavori vennero consegnati in data utile per l'esecuzione e la loro ultimazione, tenuto conto delle condizioni atmosferiche del periodo, è avvenuta in data 19/06/2008 e quindi in tempo utile.

### VISITA DI CONTROLLO

Dopo aver esaminato gli atti di rito relativi ai lavori in oggetto e dopo aver preavvisato l'Impresa, i sottoscritti Direttori dei Lavori, il giorno 19/06/2008 si sono recati nel sito dei lavori ove in presenza dell'Impresa hanno proceduto con la scorta della documentazione progettuale alla verifica dei lavori eseguiti in sito.

### CERTIFICATO DI REGOLARE ESECUZIONE

In seguito alle risultanze della visita sopra riferita, i sottoscritti Direttore dei Lavori ing. Oreste Citrea - ing. Andrea Calio

**Viste** le leggi e regolamenti vigenti in materia dei lavori pubblici;

### CONSIDERATO

- che i lavori eseguiti dall'Impresa F.C. IMPIANTI di Faraco Caludio corrispondono a quelli indicati nell'atto di affidamento dei lavori;
- che i medesimi sono stati eseguiti con buoni materiali ed a regola d'arte;

### CERTIFICA

che i lavori di cui sopra, eseguiti dall'Impresa F.C. IMPIANTI di Faraco Caludio in base all'atto di affidamento dei lavori, sono stati regolarmente eseguiti secondo le prescrizioni progettuali e secondo le prescrizioni della direzione lavori.

Cropalati, li 19/06/2008

L'Impresa  
F.C. Impianti di Faraco Claudio  
**F. C. IMPIANTI**  
di FARACO CLAUDIO  
Domicilio fiscale e ubicazione di esercizio  
Via San Vito, 129 - Tel. 0983.61152  
87060 CROPALATI (CS)  
C.C.I.A.A. 168381 CAT BERETTA 504589  
P.I. 02476920796 - C.F. FRCCLD78H14H5790

Il Direttore dei Lavori  
ing. Oreste Citrea - ing. Andrea Calio



Visto del Responsabile del Procedimento  
geom. Saverio Grisaro

# COMUNE DI CROPALATI

PROVINCIA DI COSENZA

COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI CROPALATI

Via Roma - 87060 CROPALATI (CS) -

PROGETTO:

VERIFICA DELLE CONDOTTE DI ADDUZIONE  
GAS METANO ALLE CALDAIE MURALI -  
EDIFICIO SCUOLA ELEMENTARE  
**IMPIANTO N° 1**

ELABORATO:

RELAZIONE TECNICA

SCALA:

TAVOLA n°

1

Data:

GENNAIO 2007

IL PROGETTISTA:

ING. ORESTE CITREA

ING. ANDREA CALIO'

VISTI DI APPROVAZIONE:



## **RELAZIONE TECNICA**

### **PREMESSA**

Il presente progetto riguarda la verifica dell'impianto di riscaldamento installato a servizio della Scuola Elementare del Comune di Cropalati. Su incarico dell'Amministrazione comunale di Cropalati, l'ing. Oreste Citrea, iscritto nell'albo professionale degli ingegneri della Provincia di Cosenza al n°2966 e studio in Rende alla Via Torino n°22, e l'ing. Andrea Calì, iscritto nell'albo professionale degli ingegneri della Provincia di Cosenza al n°4528 e studio in Cropalati alla Via Dante n°20, hanno redatto il presente progetto al fine di verificare la rete di adduzione di gas metano alle caldaie murali installate nel predetto edificio, nonché le canne fumarie e la superficie di ventilazione.

### **TIPOLOGIA DEL GENERATORE**

**CALDAIA MURALE A GAS, CAMERA STAGNA, PER RISCALDAMENTO. Modello FERELLA GOLD HF 24.**

E' un generatore termico per riscaldamento ad alto rendimento funzionante a gas naturale e governato da un avanzato sistema di controllo a microprocessore.

Il corpo caldaia si compone di uno scambiatore lamellare in rame e di un bruciatore atmosferico dotato di accensione elettronica con controllo di fiamma a ionizzazione.

La caldaia è completamente stagna rispetto l'ambiente di installazione: l'aria necessaria alla combustione è aspirata dall'esterno e l'espulsione fumi è effettuata tramite ventilatore.

La dotazione di caldaia comprende inoltre un circolatore a velocità variabile, vaso di espansione, valvola di sicurezza, pressostato aria, pressostato d'acqua, sensori di temperatura e termostato di sicurezza.

Grazie al sistema di controllo e regolazione a microprocessore il funzionamento dell'apparecchio è in massima parte automatico. La potenza per il riscaldamento viene regolata automaticamente dal sistema di controllo in base alle necessità dell'impianto. La potenza in sanitario è regolata automaticamente ed in modo continuo per assicurare confort ed economia di esercizio.

Il circuito di combustione dell'apparecchio è stagno rispetto l'ambiente di installazione e quindi l'apparecchio può essere installato in qualunque locale.

**VENTILAZIONE DEI LOCALI.** L'ambiente di installazione tuttavia deve essere sufficientemente ventilato per evitare che si creino condizioni di pericolo in caso di perdite di gas. Questa norma di sicurezza è imposta dalla direttiva CEE 90/396 per tutti gli apparecchi utilizzatori di gas. Si prevedono pertanto delle aperture (sui muri esterni) per l'afflusso e il deflusso dell'aria che dovranno essere protette con griglie per evitare che

possano essere ostruite. La ventilazione naturale diretta può essere conseguita, nel modo più semplice, praticando una o più aperture nelle pareti perimetrali esterne; le aperture devono essere protette con idonee griglie.

**DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' DEL GENERATORE.** Il costruttore dichiara che questo apparecchio è conforme alle seguenti direttive CEE:

- Direttiva apparecchi a gas 90/396.
- Direttiva rendimenti 92/42
- Direttiva bassa tensione 73/23(modificata dalla 93/68)
- Direttiva compatibilità elettromagnetica 89/336(modificata dalla 93/68).

### **CANNA FUMARIA**

L'apparecchio è di tipo 'C' a camera stagna e tiraggio forzato, l'ingresso aria e l'uscita fumi sono collegati ad un sistema di evacuazione a tubi coassiali con uscita a parete, indipendenti l'uno dall'altro. I condotti di aspirazione e scarico fumi sono forniti dalla FER secondo le norme UNI-CIG 7129/92. Pertanto, essendo gli scarichi delle canne fumarie indipendenti per ogni caldaia installata non è necessario effettuare il dimensionamento della stessa.

### **COLLEGAMENTO GAS**

L'allacciamento gas è effettuato in conformità alla normativa in vigore con tubo metallico rigido. In base ai calcoli effettuati la portata del contatore è sufficiente per l'uso simultaneo di tutti gli apparecchi ad esso collegati. Il diametro del tubo gas è stato scelto in funzione della sua lunghezza e delle perdite di carico, in conformità alla normativa in vigore.

### **POTENZIALITA' DEL GENERATORE**

Potenze

Portata termica (potere calorifico inferiore)	P <sub>max</sub> =25,8 kW; P <sub>min</sub> =11,2 kW
Portata termica (potere calorifico superiore)	P <sub>max</sub> =28,7 kW; P <sub>min</sub> =12,4 kW
Potenza termica Utile	P <sub>max</sub> =23,3 kW; P <sub>min</sub> =9,7 kW
Alimentazione gas	
Pressione alimentazione Gas metano	P=20 mbar
Pressione al bruciatore Gas metano	P <sub>max</sub> =11,8 mbar; P <sub>min</sub> =2,5 mbar
Portata gas metano	P <sub>max</sub> =2,73 mc/h; P <sub>min</sub> =1,19 mc/h

## DIMENSIONAMENTO DELLA RETE

La verifica della rete (cfr schema unifilare) è stata effettuata con la formula di Renouard, tenendo conto che la perdita di pressione lunga la condotta sia costante e tenendo conto di alcuni coefficienti correttivi per strozzature di diametro e curvature di condotta repentine.

La verifica della condotta nell'edificio Scuola Elementare inizia dalla considerazione della dotazione giornaliera pari a 25 metri cubi per utente con una punta pari al 6,30% ed un consumo minimo pari al 2,50%. Con questi dati si ottengono facilmente le portate in rete in funzione degli utenti.

$$Q_{\max} = 25 \times 0,0630 = 1,575 \text{ mc/ut. Ora}$$

$$Q_{\text{med}} = 25 \times 0,0417 = 1,042 \text{ mc/ut. Ora}$$

$$Q_{\min} = 25 \times 0,0250 = 0,625 \text{ mc/ut. Ora}$$

Trattandosi di servizio gas hanno meno importanza le portate medie e minime per le seguenti ragioni:

- La rete deve essere sempre dimensionata per i momenti di massimo consumo che sono i più gravosi;
- L'alimentazione risente delle norme contrattuali che penalizzano le punte, che pertanto sono oggetto di attenti e scrupolosi esami da parte degli enti distributori.

A proposito delle portate sopra calcolate si deve tenere presente che esse debbono essere rapportate al grado di saturazione dell'utenza di riscaldamento; qualora tale grado di saturazione raggiunga l'80% la portata massima, comprensiva anche di altri usi, diviene:

$$Q_{\max} = 1,575 \times 0,80 = 1,26 \text{ mc/ut. Ora}$$

In definitiva si può affermare che la portata da utilizzare nei calcoli delle reti a gas è:

$$Q_{\max} = 0,80 - 3,5 \text{ mc/ut. Ora}$$

Dove il primo valore è valido per grandi città, mentre il secondo è valido per piccoli centri molto freddi.

Tenendo conto di alcuni coefficienti correttivi della rete e del grado di simultaneità dovuto all'utilizzo contemporaneo delle sei caldaie in dotazione presso l'edificio, oggetto di studio, si può ritenere con un elevato margine di sicurezza che la fornitura di gas è idonea alla domanda delle utenze.

L'impianto di cui al presente progetto è stato suddiviso in due sub impianti, denominati in questo contesto come impianto n°1 ed impianto n°2.

## IMPIANTO n°1

L'impianto n°1 è costituito da n°3 caldaie murali tipo FER gold HF 24.

L'insieme delle utenze richiedono una portata oraria pari a 8,19 mc/ora, condizione esigente nella casistica della contemporaneità dell'utilizzo delle caldaie.

La prima verifica effettuata è stata quella di verificare il diametro minimo per garantire la portata minima richiesta dalla rete affinché sia garantita la potenza massima delle caldaie in ogni tratto. Proseguendo in tale modo è stato verificato quanto segue nella seguente tabella:

DIAMETRO	LUNGHEZZA	PORTATA	TRATTO
mm	m	l/sec	
21,70	3,80	0,758	1
28,50	2,90	1,517	2
28,50	15,70	2,275	3
36,60	18,75	3,033	4
42,50	2,45	3,791	5

La seconda verifica effettuata riguarda invece il calcolo della portata con il diametro realmente installato. Pertanto dalla verifica si è ottenuto la seguente tabella esplicativa:

DIAMETRO	LUNGHEZZA	PORTATA	TRATTO
mm	m	l/sec	
21,70	3,80	5,489	1
28,50	2,90	13,106	2
28,50	15,70	5,181	3
36,60	18,75	9,114	4
42,50	2,45	41,425	5

In conclusione si può affermare che la rete installata garantisce i requisiti minimi della domanda di gas delle caldaie.

## SUPERFICIE DI VENTILAZIONE

Il calcolo della superficie di ventilazione tiene conto delle norme UNI 7129. Le suddette norme mettono in risalto che nei locali in cui sono installati degli apparecchi a gas è indispensabile far affluire tanta aria quanta ne viene richiesta dalla regolare combustione dei vari apparecchi. E' quindi necessario, per l'afflusso dell'aria nei locali, praticare nelle pareti delle aperture che rispondano ai seguenti requisiti:

1. avere una sezione libera totale di almeno 6 cmq per ogni kW con un minimo di 100 cmq (tali aperture possono essere ricavate maggiorando la fessura tra porta e pavimento);
2. essere situate nella parte bassa di una parete esterna, preferibilmente opposta a quella in cui si trova l'evacuazione dei gas combusti;
3. la loro posizione deve essere scelta in modo tale da evitare che possano essere ostruite e, se praticate sui muri esterni, esse devono essere protette con griglie, reti metalliche, ecc., poste sulla faccia esterna del muro con una sezione netta delle maglie di circa 1 cmq;

Se non è possibile realizzare le aperture su una parete esterna (caso di apparecchiatura in vano interno), è consentito l'afflusso di aria dal locale adiacente, purché non sia adibito a camera da letto.

Per gli impianti di potenzialità superiore a 34,8 kW si richiedono aperture direttamente sull'esterno di 100 cmq per ogni kw. Per gli apparecchi a circuito di combustione stagno non ci sono limitazioni.

Nel caso in esame, si precisa che le caldaie installate sono a combustione stagna e, pertanto, non sarebbero soggette a sistemi di ventilazione. Nonostante ciò si è operato inserendo due bocchettoni di aerazione per ogni locale dove sono ubicate le caldaie. Detti bocchettoni hanno un diametro interno pari a 125 mm.

In conclusione:

requisito minimo .....6cmq/kw x 24 kw = 144 cmq

requisito installato....3,14 x 12,5cm x 12,5cm / 4 x 2 bocchettoni installati= 245,31 cmq

Per come si evince dalla verifica le norme risultano verificate.

### I TECNICI

Ing. Oreste Citrea

Ing. Andrea Calio



# COMUNE DI CROPALATI

PROVINCIA DI COSENZA

COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI CROPALATI

Via Roma - 87060 CROPALATI (CS) -

PROGETTO:

VERIFICA DELLE CONDOTTE DI ADDUZIONE  
GAS METANO ALLE CALDAIE MURALI -  
EDIFICIO SCUOLA ELEMENTARE  
IMPIANTO N° 1

ELABORATO:

SCHEMA UNIFILARE

SCALA:

TAVOLA n°

2

Data:

GENNAIO 2007

IL PROGETTISTA:

ING. ORESTE CITREA

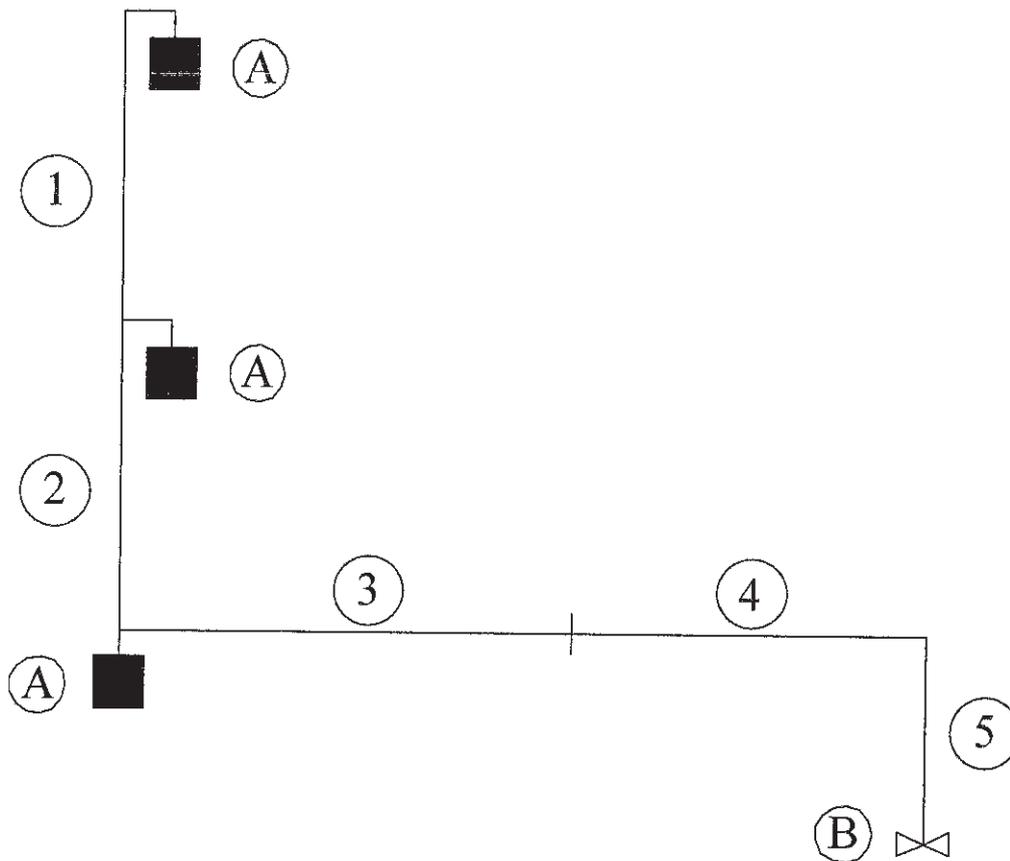
ING. ANDREA CALIO'

VISTI DI APPROVAZIONE:



# SCHEMA UNIFILARE

## IMPIANTO n° 1



LEGENDA	
(A)	CALDAIA TIPO FER GOLD HF24
(B)	CONIATORE 1

SCHEMA UNIFILARE-PORTATA MINIMA DA GARANTIRE			
DIAMETRO	LUNGHEZZA	PORTATA	TRATTO
mm	m	l/sec	
21,70	3,80	0,758	1
28,50	2,90	1,517	2
28,50	15,70	2,275	3
36,60	18,75	3,033	4
42,50	2,45	3,791	5

SCHEMA UNIFILARE-PORTATA GARANTITA			
DIAMETRO	LUNGHEZZA	PORTATA	TRATTO
mm	m	l/sec	
21,70	3,80	5,489	1
28,50	2,90	13,106	2
28,50	15,70	5,181	3
36,60	18,75	9,114	4
42,50	2,45	41,425	5

# COMUNE DI CROPALATI

PROVINCIA DI COSENZA

COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI CROPALATI

Via Roma - 87060 CROPALATI (CS) -

PROGETTO:

VERIFICA DELLE CONDOTTE DI ADDUZIONE  
GAS METANO ALLE CALDAIE MURALI -  
EDIFICIO SCUOLA ELEMENTARE  
**IMPIANTO N° 1**

ELABORATO:

PIANTE-PROSPETTI:STATO DI FATTO

SCALA:

TAVOLA n°

3

Data:

GENNAIO 2007

IL PROGETTISTA:

ING.ORESTE CITREA

ING.ANDREA CALIO'

VISTI DI APPROVAZIONE:



# PIANO SEMINTERRATO

CALDAIA  
(24 kW)

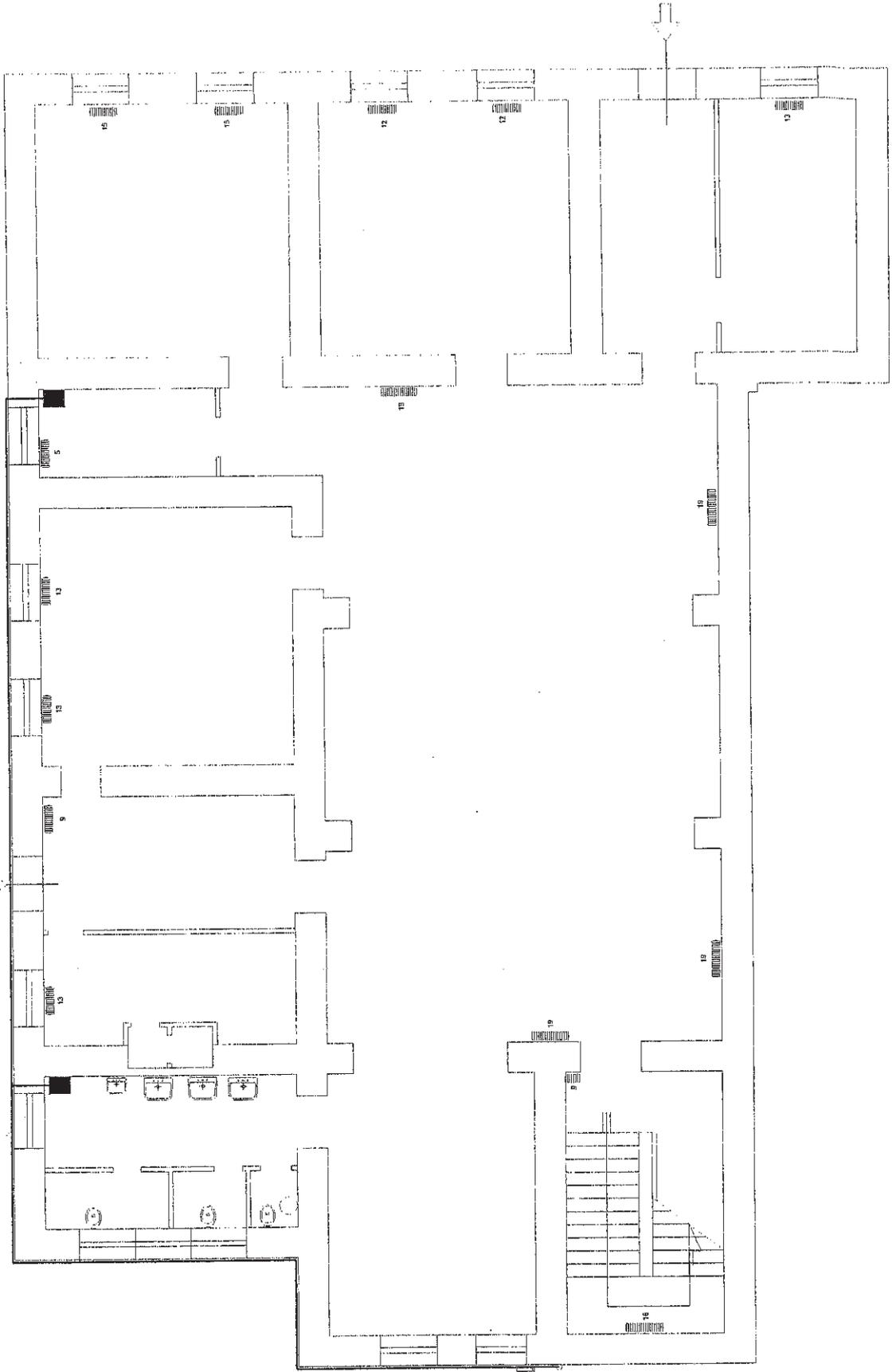
PROSPETTO LATERALE

CALDAIA  
(24 kW)

PROSPETTO FRONTALE

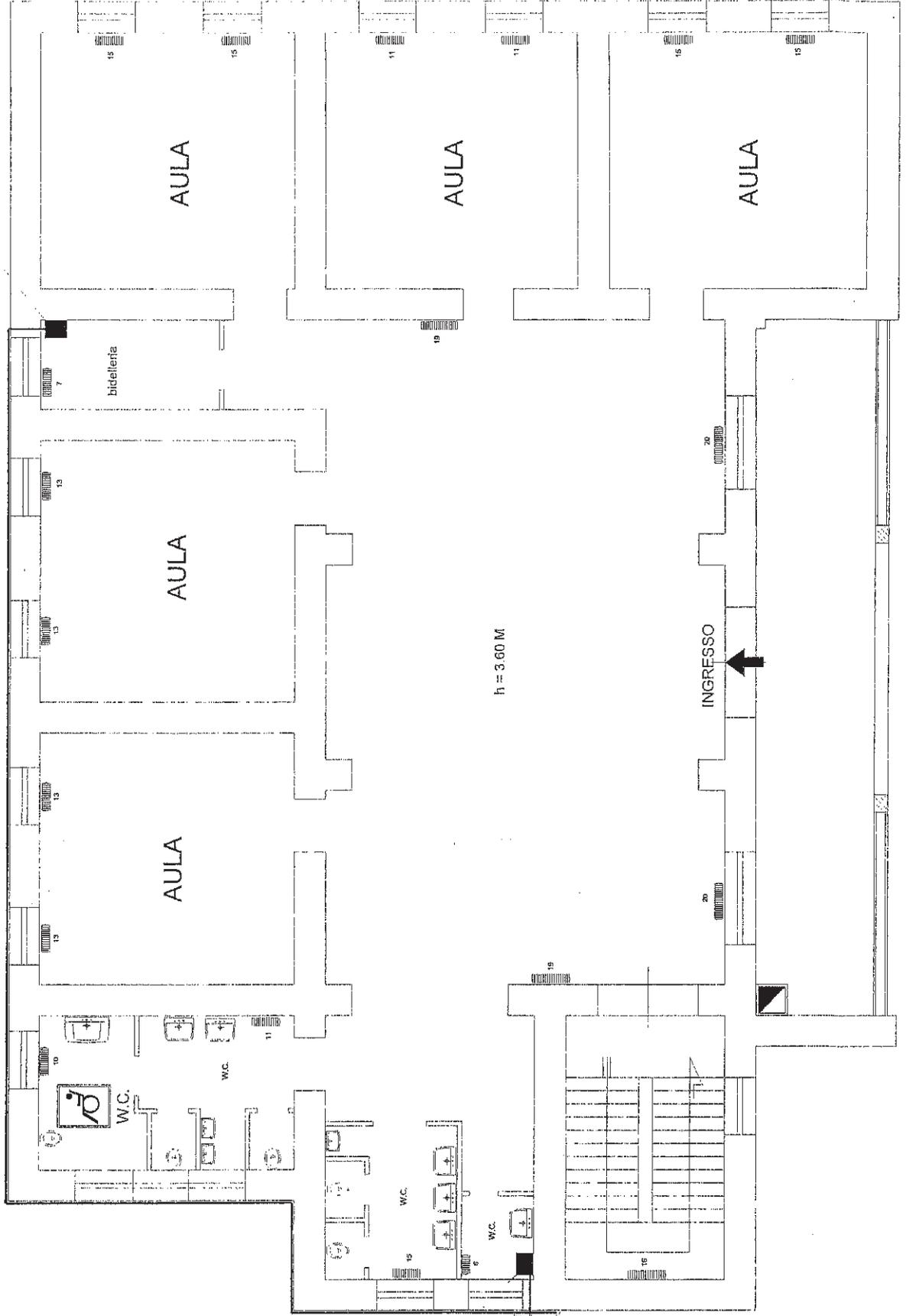
CONTATORE

RUBINETTO  
ARRESTO



# PIANO TERRA

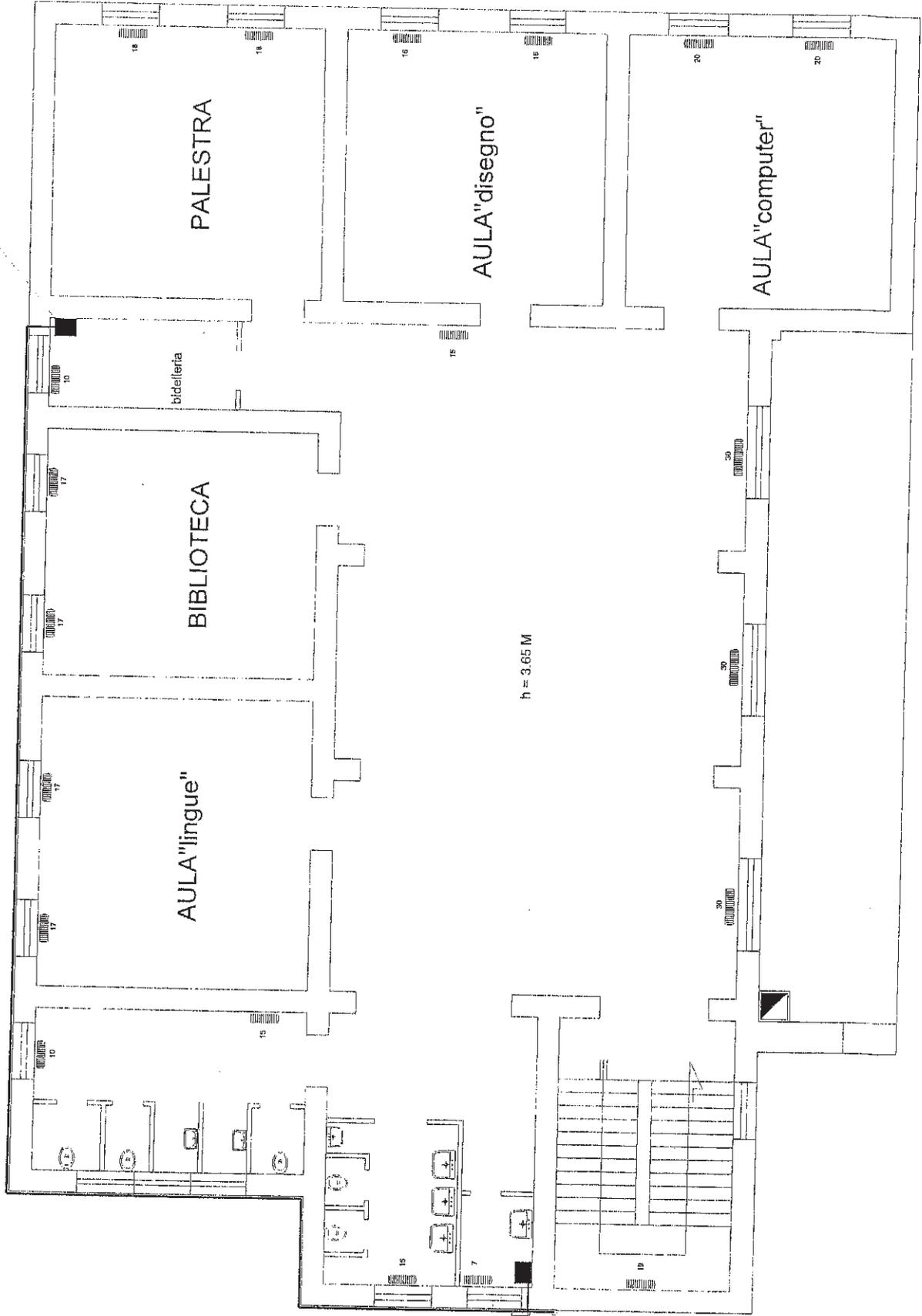
CALDAIA  
(24 RW)



CALDAIA  
(24 RW)

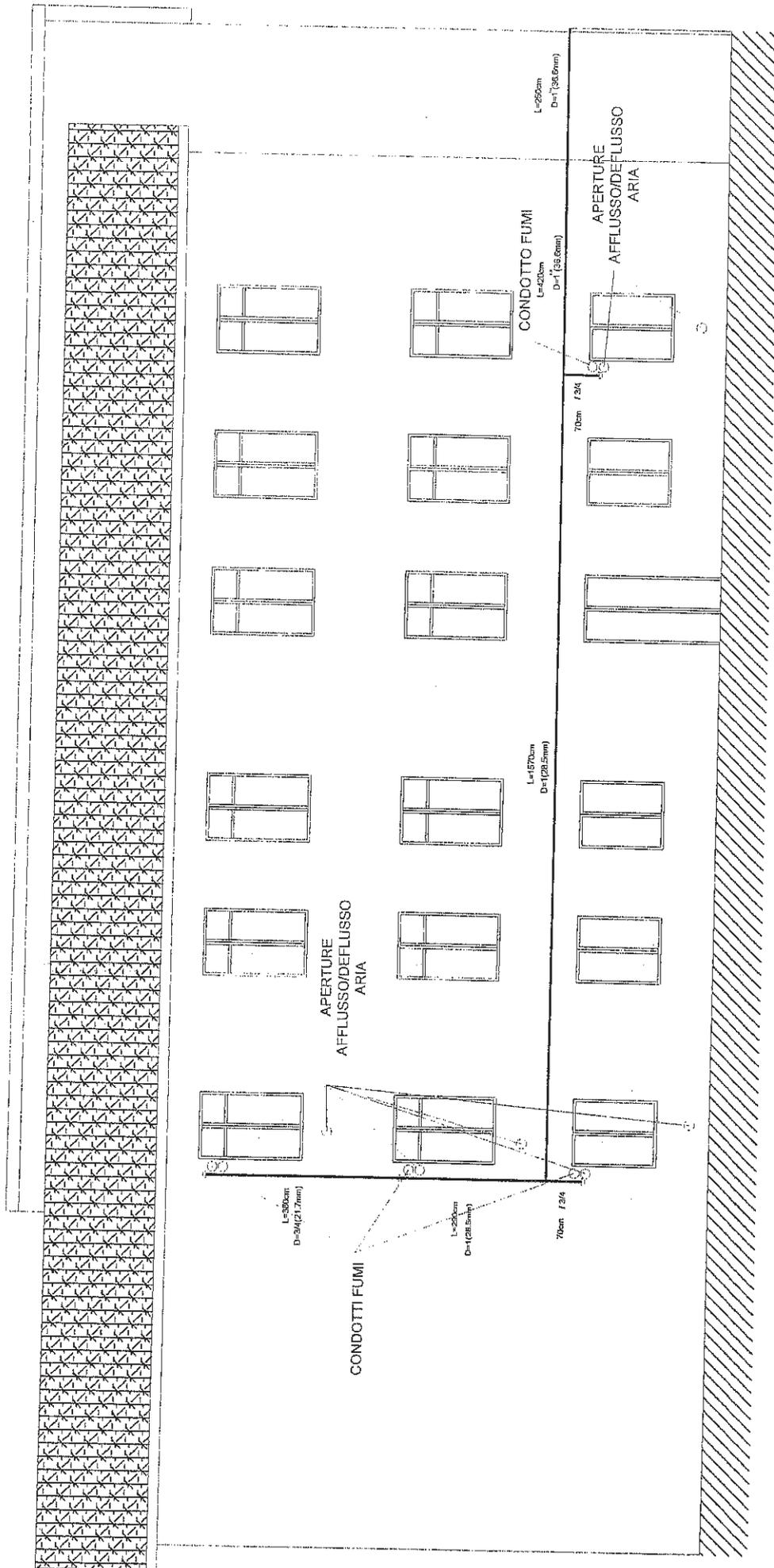
# PRIMO PIANO

CALDAIA  
(24 KW)



CALDAIA  
(24 KW)

# PROSPETTO LATERALE





# COMUNE DI CROPALATI

PROVINCIA DI COSENZA

**COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI CROPALATI**

Via Roma - 87060 CROPALATI (CS) -

**PROGETTO:**

**VERIFICA DELLE CONDOTTE DI ADDUZIONE  
GAS METANO ALLE CALDAIE MURALI -  
EDIFICIO SCUOLA ELEMENTARE  
IMPIANTO N° 1**

**ELABORATO:**

**PIANTE-PROSPETTI:STATO FUTURO**

SCALA:

**TAVOLA n°**

**4**

Data:

**GENNAIO 2007**

**IL PROGETTISTA:**

ING. ORESTE CITREA

ING. ANDREA CALIO'

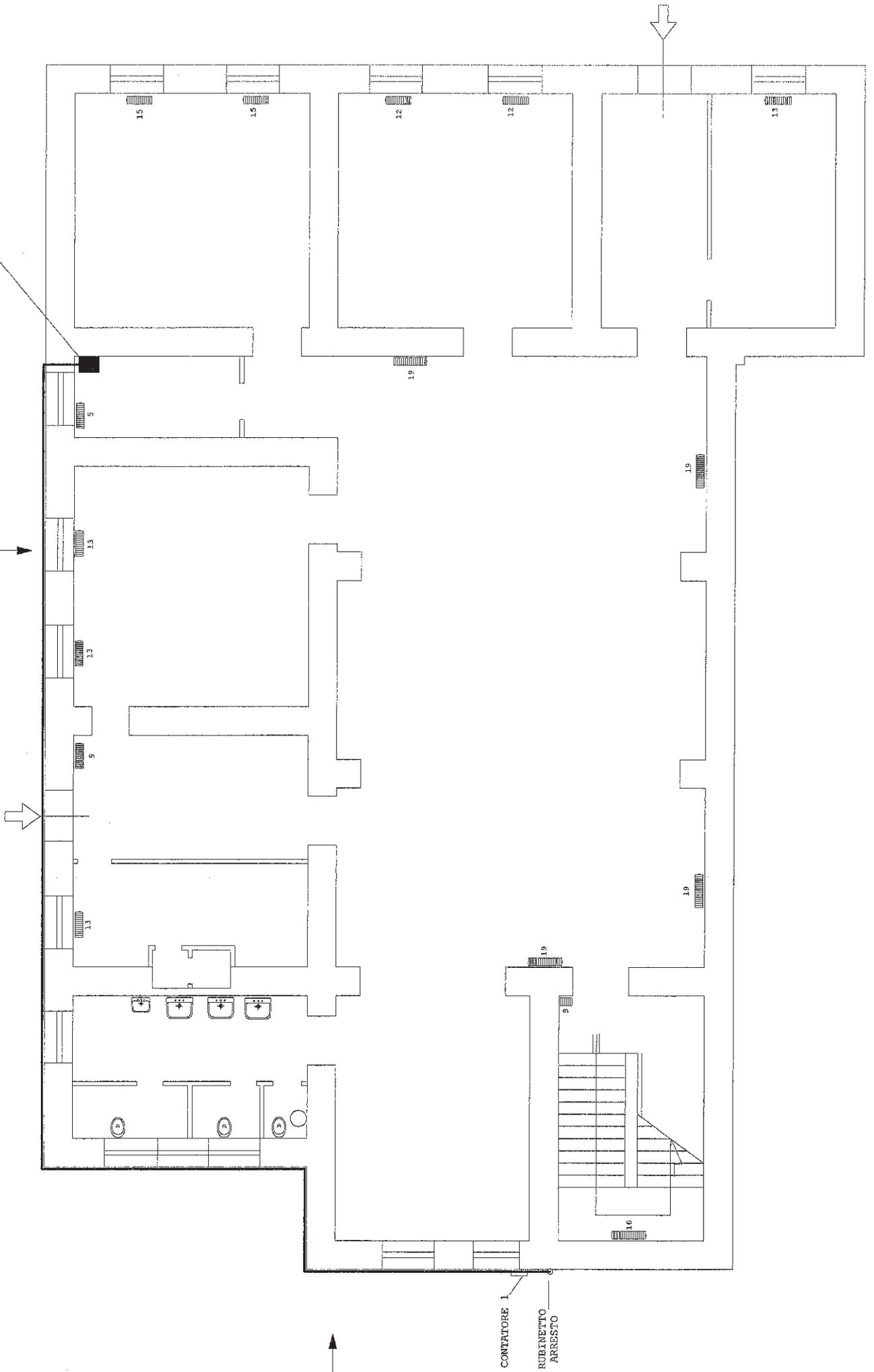
**VISTI DI APPROVAZIONE:**



# PIANO SEMINTERRATO

PROSPETTO LATERALE

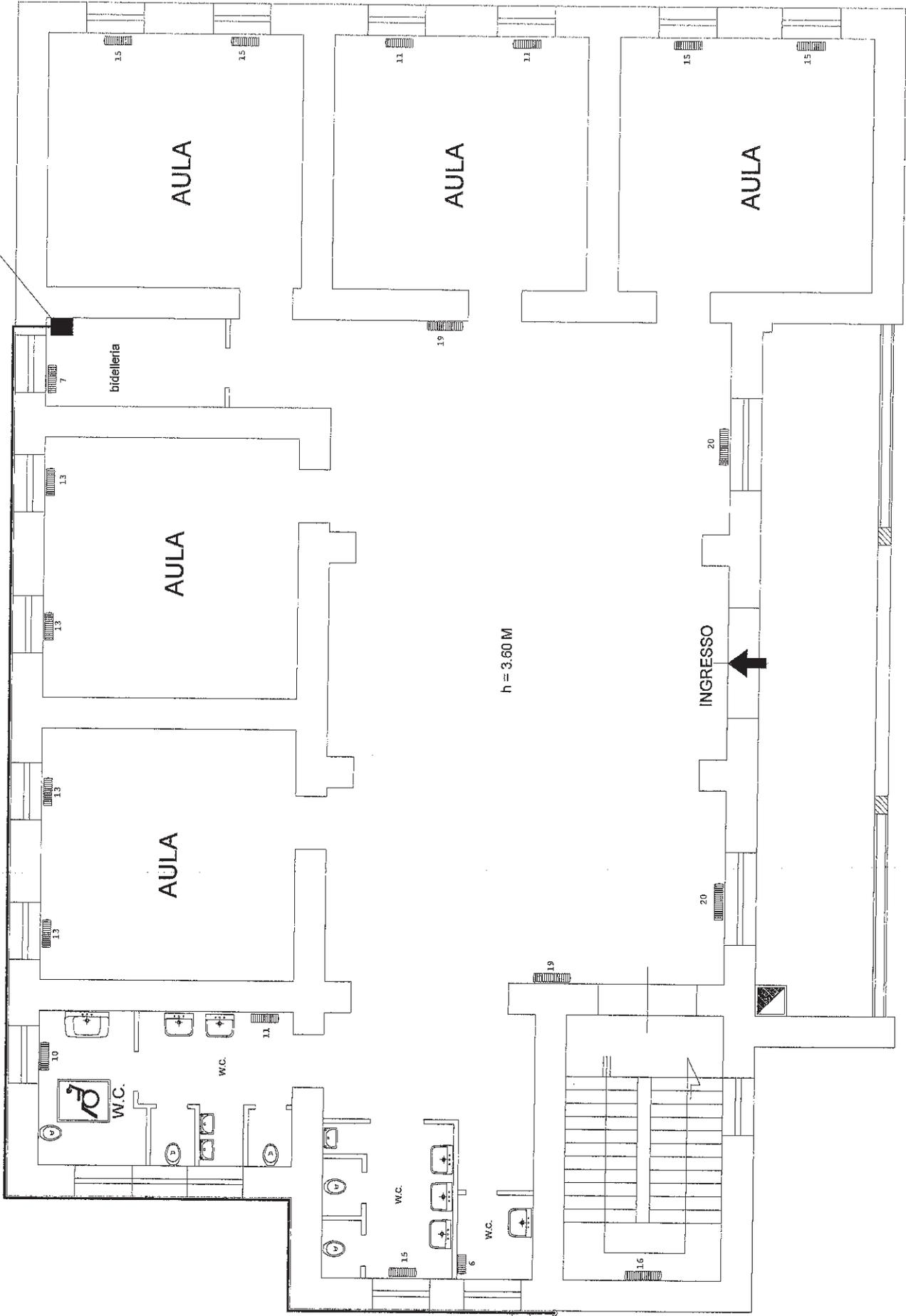
CALDAIA  
(24 kW)



PROSPETTO FRONTALE

# PIANO TERRA

CALDAIA  
(24 kW)



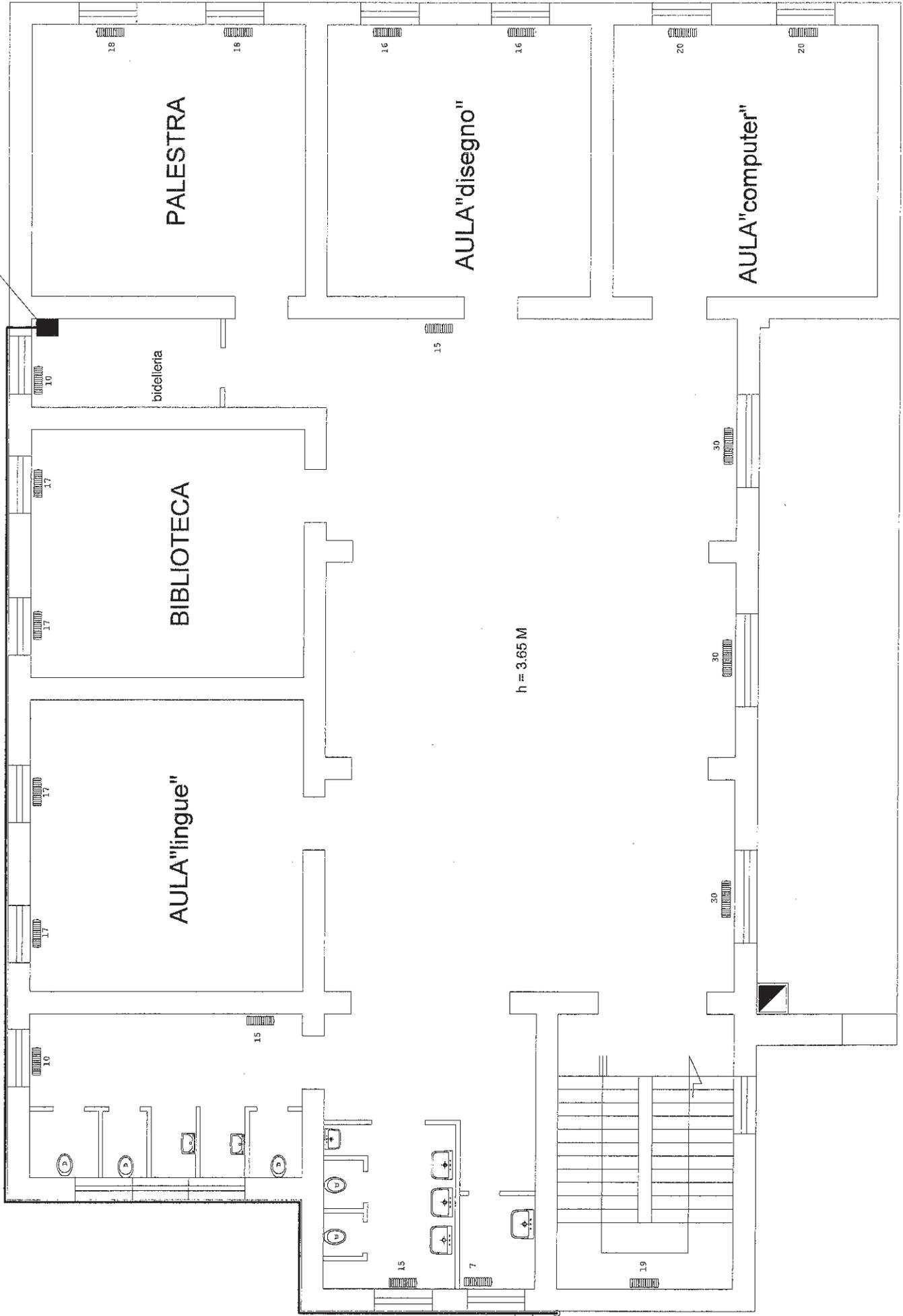
h = 3.60 M

CONTATORE 1

INGRESSO

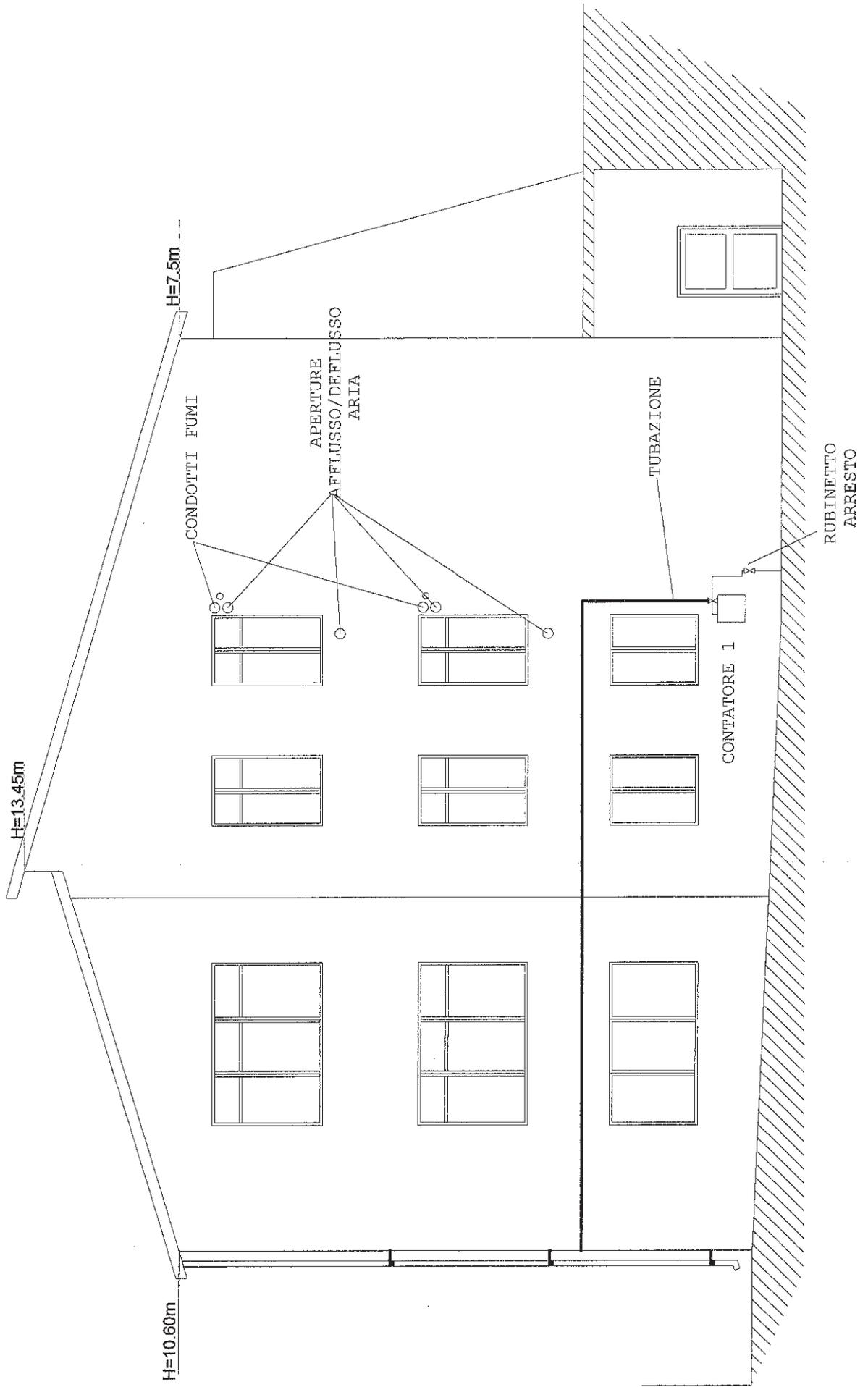
# PRIMO PIANO

CALDATA  
(24 kW)



CONTEATTORE 1

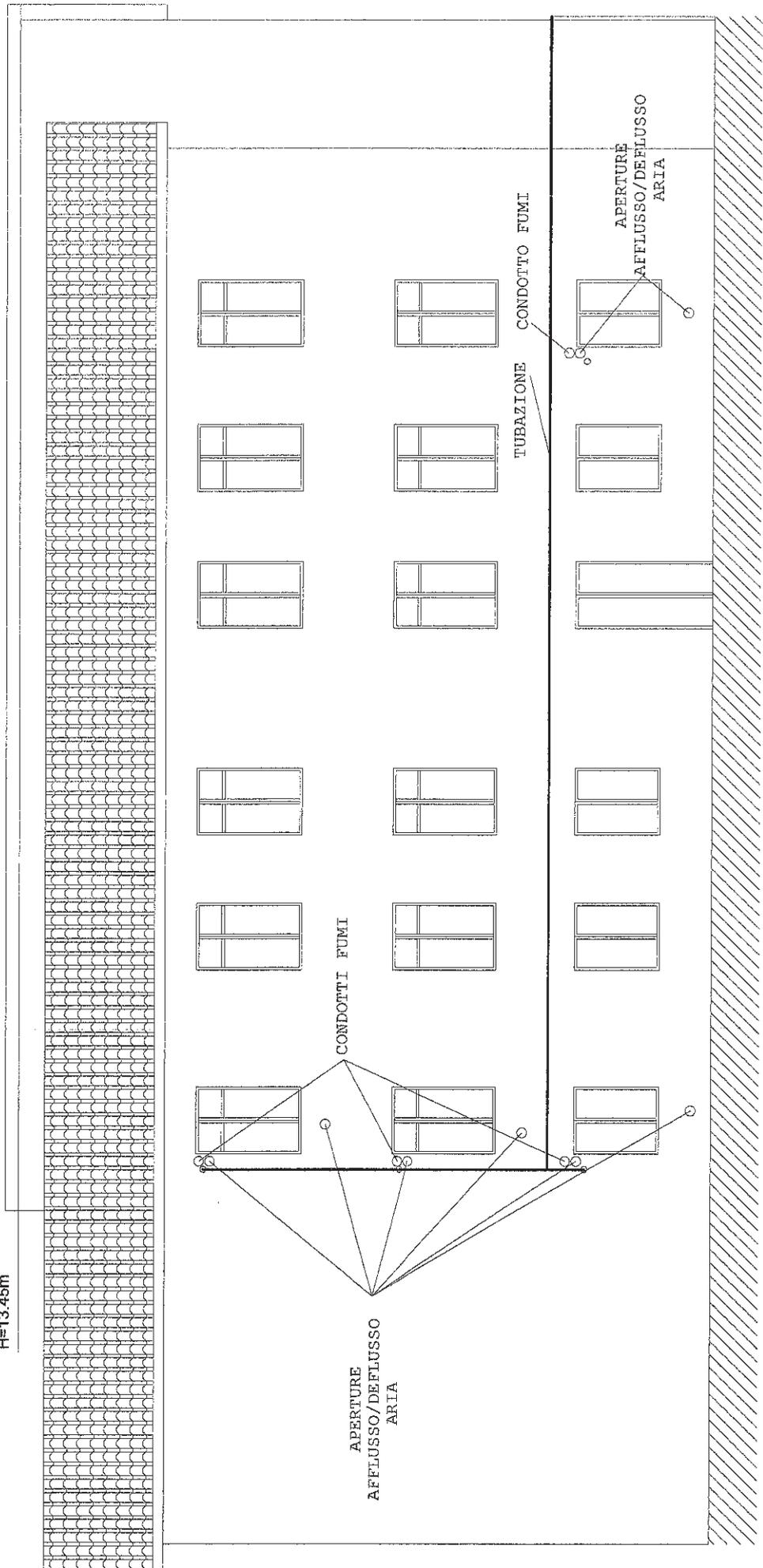
# PROSPETTO FRONTALE





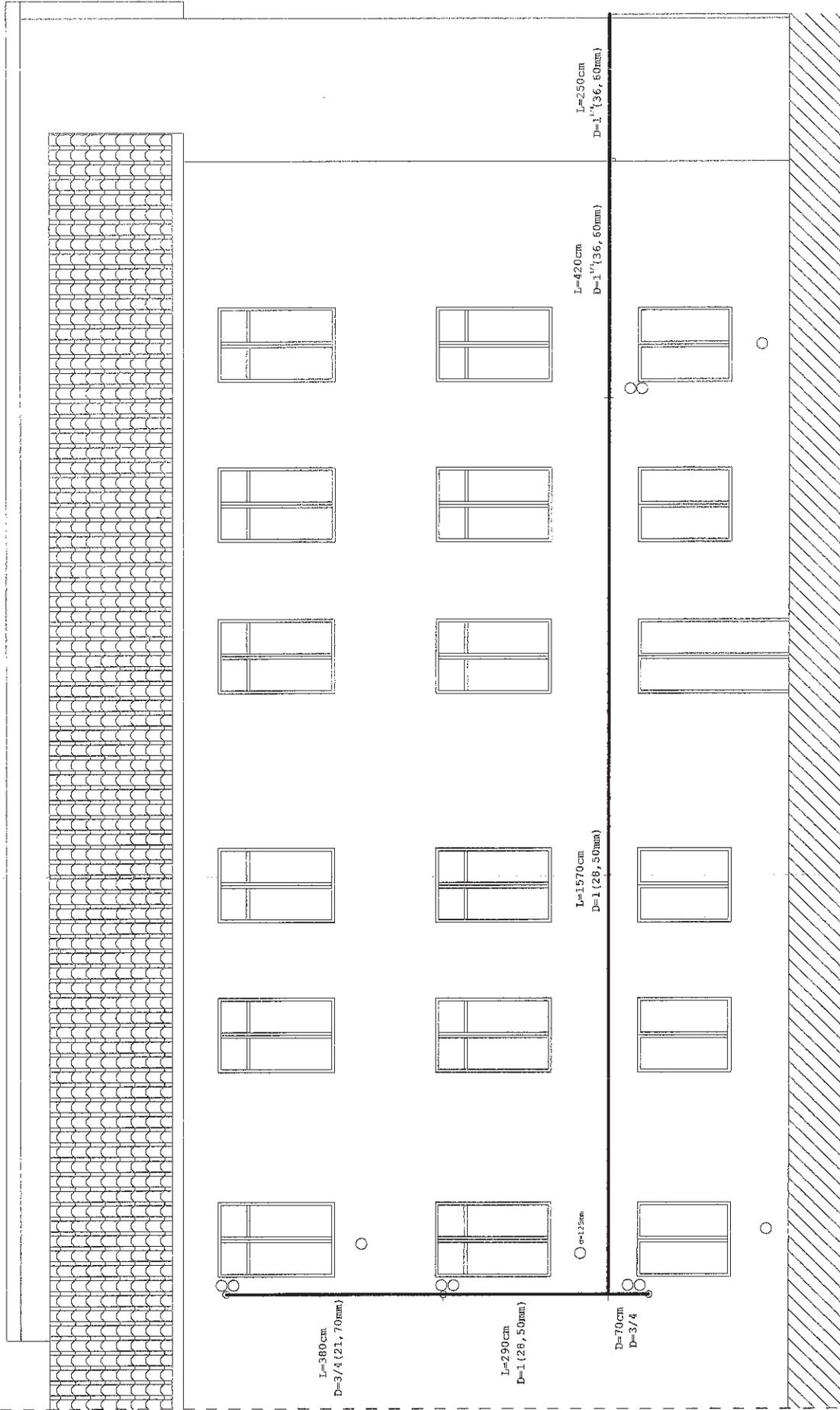
# PROSPETTO LATERALE

H=13,45m



H=10,60m

# PROSPETTO LATERALE



# COMUNE DI CROPALATI

PROVINCIA DI COSENZA

COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI CROPALATI

Via Roma - 87060 CROPALATI (CS) -

PROGETTO:

VERIFICA DELLE CONDOTTE DI ADDUZIONE  
GAS METANO ALLE CALDAIE MURALI -  
EDIFICIO SCUOLA ELEMENTARE  
**IMPIANTO N° 2**

ELABORATO:

RELAZIONE TECNICA

SCALA:

TAVOLA n°

1

Data:

GENNAIO 2007

IL PROGETTISTA:

ING. ORESTE CITREA

ING. ANDREA CALIO'

VISTI DI APPROVAZIONE:



## **RELAZIONE TECNICA**

### **PREMESSA**

Il presente progetto riguarda la verifica dell'impianto di riscaldamento installato a servizio della Scuola Elementare del Comune di Cropalati. Su incarico dell'Amministrazione comunale di Cropalati, l'ing. Oreste Citrea, iscritto nell'albo professionale degli ingegneri della Provincia di Cosenza al n°2966 e studio in Rende alla Via Torino n°22, e l'ing. Andrea Calì, iscritto nell'albo professionale degli ingegneri della Provincia di Cosenza al n°4528 e studio in Cropalati alla Via Dante n°20, hanno redatto il presente progetto al fine di verificare la rete di adduzione di gas metano alle caldaie murali installate nel predetto edificio, nonché le canne fumarie e la superficie di ventilazione.

### **TIPOLOGIA DEL GENERATORE**

**CALDAIA MURALE A GAS, CAMERA STAGNA, PER RISCALDAMENTO. Modello FERELLA GOLD HF 24.**

E' un generatore termico per riscaldamento ad alto rendimento funzionante a gas naturale e governato da un avanzato sistema di controllo a microprocessore.

Il corpo caldaia si compone di uno scambiatore lamellare in rame e di un bruciatore atmosferico dotato di accensione elettronica con controllo di fiamma a ionizzazione.

La caldaia è completamente stagna rispetto l'ambiente di installazione: l'aria necessaria alla combustione è aspirata dall'esterno e l'espulsione fumi è effettuata tramite ventilatore.

La dotazione di caldaia comprende inoltre un circolatore a velocità variabile, vaso di espansione, valvola di sicurezza, pressostato aria, pressostato d'acqua, sensori di temperatura e termostato di sicurezza.

Grazie al sistema di controllo e regolazione a microprocessore il funzionamento dell'apparecchio è in massima parte automatico. La potenza per il riscaldamento viene regolata automaticamente dal sistema di controllo in base alle necessità dell'impianto. La potenza in sanitario è regolata automaticamente ed in modo continuo per assicurare confort ed economia di esercizio.

Il circuito di combustione dell'apparecchio è stagno rispetto l'ambiente di installazione e quindi l'apparecchio può essere installato in qualunque locale.

**VENTILAZIONE DEI LOCALI.** L'ambiente di installazione tuttavia deve essere sufficientemente ventilato per evitare che si creino condizioni di pericolo in caso di perdite di gas. Questa norma di sicurezza è imposta dalla direttiva CEE 90/396 per tutti gli apparecchi utilizzatori di gas. Si prevedono pertanto delle aperture (sui muri esterni) per l'afflusso e il deflusso dell'aria che dovranno essere protette con griglie per evitare che

possano essere ostruite. La ventilazione naturale diretta può essere conseguita, nel modo più semplice, praticando una o più aperture nelle pareti perimetrali esterne; le aperture devono essere protette con idonee griglie.

**DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' DEL GENERATORE.** Il costruttore dichiara che questo apparecchio è conforme alle seguenti direttive CEE:

- Direttiva apparecchi a gas 90/396.
- Direttiva rendimenti 92/42
- Direttiva bassa tensione 73/23(modificata dalla 93/68)
- Direttiva compatibilità elettromagnetica 89/336(modificata dalla 93/68).

### **CANNA FUMARIA**

L'apparecchio è di tipo 'C' a camera stagna e tiraggio forzato, l'ingresso aria e l'uscita fumi sono collegati ad un sistema di evacuazione a tubi coassiali con uscita a parete, indipendenti l'uno dall'altro. I condotti di aspirazione e scarico fumi sono forniti dalla FER secondo le norme UNI-CIG 7129/92. Pertanto, essendo gli scarichi delle canne fumarie indipendenti per ogni caldaia installata non è necessario effettuare il dimensionamento della stessa.

### **COLLEGAMENTO GAS**

L'allacciamento gas è effettuato in conformità alla normativa in vigore con tubo metallico rigido. In base ai calcoli effettuati la portata del contatore è sufficiente per l'uso simultaneo di tutti gli apparecchi ad esso collegati. Il diametro del tubo gas è stato scelto in funzione della sua lunghezza e delle perdite di carico, in conformità alla normativa in vigore.

### **POTENZIALITA' DEL GENERATORE**

Potenze

Portata termica (potere calorifico inferiore)	Pmax=25,8 kW; Pmin=11,2 kW
Portata termica (potere calorifico superiore)	Pmax=28,7 kW; Pmin=12,4 kW
Potenza termica Utile	Pmax=23,3 kW; Pmin=9,7 kW
Alimentazione gas	
Pressione alimentazione Gas metano	P=20 mbar
Pressione al bruciatore Gas metano	Pmax=11,8 mbar; Pmin=2,5 mbar
Portata gas metano	Pmax=2,73 mc/h; Pmin=1,19 mc/h

## DIMENSIONAMENTO DELLA RETE

La verifica della rete (cfr schema unifilare) è stata effettuata con la formula di Renouard, tenendo conto che la perdita di pressione lungo la condotta sia costante e tenendo conto di alcuni coefficienti correttivi per strozzature di diametro e curvature di condotta repentine.

La verifica della condotta nell'edificio Scuola Elementare inizia dalla considerazione della dotazione giornaliera pari a 25 metri cubi per utente con una punta pari al 6,30% ed un consumo minimo pari al 2,50%. Con questi dati si ottengono facilmente le portate in rete in funzione degli utenti.

$$Q_{\max} = 25 \times 0,0630 = 1,575 \text{ mc/ut. Ora}$$

$$Q_{\text{med}} = 25 \times 0,0417 = 1,042 \text{ mc/ut. Ora}$$

$$Q_{\min} = 25 \times 0,0250 = 0,625 \text{ mc/ut. Ora}$$

Trattandosi di servizio gas hanno meno importanza le portate medie e minime per le seguenti ragioni:

- La rete deve essere sempre dimensionata per i momenti di massimo consumo che sono i più gravosi;
- L'alimentazione risente delle norme contrattuali che penalizzano le punte, che pertanto sono oggetto di attenti e scrupolosi esami da parte degli enti distributori.

A proposito delle portate sopra calcolate si deve tenere presente che esse debbono essere rapportate al grado di saturazione dell'utenza di riscaldamento; qualora tale grado di saturazione raggiunga l'80% la portata massima, comprensiva anche di altri usi, diviene:

$$Q_{\max} = 1,575 \times 0,80 = 1,26 \text{ mc/ut. Ora}$$

In definitiva si può affermare che la portata da utilizzare nei calcoli delle reti a gas è:

$$Q_{\max} = 0,80 - 3,5 \text{ mc/ut. Ora}$$

Dove il primo valore è valido per grandi città, mentre il secondo è valido per piccoli centri molto freddi.

Tenendo conto di alcuni coefficienti correttivi della rete e del grado di simultaneità dovuto all'utilizzo contemporaneo delle sei caldaie in dotazione presso l'edificio, oggetto di studio, si può ritenere con un elevato margine di sicurezza che la fornitura di gas è idonea alla domanda delle utenze.

L'impianto di cui al presente progetto è stato suddiviso in due sub impianti, denominati in questo contesto come impianto n°1 ed impianto n°2.

## IMPIANTO n°2

L'impianto n°2 è costituito da n°3 caldaie murali tipo FER gold HF 24.

L'insieme delle utenze richiedono una portata oraria pari a 8,19 mc/ora, condizione esigente nella casistica della contemporaneità dell'utilizzo delle caldaie.

La prima verifica effettuata è stata quella di verificare il diametro minimo per garantire la portata minima richiesta dalla rete affinché sia garantita la potenza massima delle caldaie in ogni tratto. Proseguendo in tale modo è stato verificato quanto segue nella seguente tabella:

DIAMETRO	LUNGHEZZA	PORTATA	TRATTO
mm	m	l/sec	
21,70	3,80	0,758	1
28,50	3,00	1,517	2
21,70	18,75	0,758	3
28,50	3,65	2,275	4

La seconda verifica effettuata riguarda invece il calcolo della portata con il diametro realmente installato. Pertanto dalla verifica si è ottenuto la seguente tabella esplicativa:

DIAMETRO	LUNGHEZZA	PORTATA	TRATTO
mm	m	l/sec	
21,70	3,80	5,489	1
28,50	3,00	12,766	2
21,70	18,75	2,317	3
28,50	3,65	11,483	4

In conclusione si può affermare che la rete installata garantisce i requisiti minimi della domanda di gas delle caldaie.

## SUPERFICIE DI VENTILAZIONE

Il calcolo della superficie di ventilazione tiene conto delle norme UNI 7129. Le suddette norme mettono in risalto che nei locali in cui sono installati degli apparecchi a gas è indispensabile far affluire tanta aria quanta ne viene richiesta dalla regolare combustione dei vari apparecchi. E' quindi necessario, per l'afflusso dell'aria nei locali, praticare nelle pareti delle aperture che rispondano ai seguenti requisiti:

1. avere una sezione libera totale di almeno 6 cmq per ogni kW con un minimo di 100 cmq (tali aperture possono essere ricavate maggiorando la fessura tra porta e pavimento);
2. essere situate nella parte bassa di una parete esterna, preferibilmente opposta a quella in cui si trova l'evacuazione dei gas combusti;
3. la loro posizione deve essere scelta in modo tale da evitare che possano essere ostruite e, se praticate sui muri esterni, esse devono essere protette con griglie, reti metalliche, ecc., poste sulla faccia esterna del muro con una sezione netta delle maglie di circa 1 cmq;

Se non è possibile realizzare le aperture su una parete esterna (caso di apparecchiatura in vano interno), è consentito l'afflusso di aria dal locale adiacente, purché non sia adibito a camera da letto.

Per gli impianti di potenzialità superiore a 34,8 kW si richiedono aperture direttamente sull'esterno di 100 cmq per ogni kw. Per gli apparecchi a circuito di combustione stagno non ci sono limitazioni.

Nel caso in esame, si precisa che le caldaie installate sono a combustione stagna e, pertanto, non sarebbero soggette a sistemi di ventilazione. Nonostante ciò si è operato inserendo due bocchettoni di aerazione per ogni locale dove sono ubicate le caldaie. Detti bocchettoni hanno un diametro interno pari a 125 mm.

In conclusione:

requisito minimo .....6cmq/kw x 24 kw = 144 cmq

requisito installato....3,14 x 12,5cm x 12,5cm / 4 x 2 bocchettoni installati= 245,31 cmq

Per come si evince dalla verifica le norme risultano verificate.

### I TECNICI

Ing. Oreste Citrea

Ing. Andrea Calì



# COMUNE DI CROPALATI

PROVINCIA DI COSENZA

COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI CROPALATI

Via Roma - 87060 CROPALATI (CS) -

PROGETTO:

VERIFICA DELLE CONDOTTE DI ADDUZIONE  
GAS METANO ALLE CALDAIE MURALI -  
EDIFICIO SCUOLA ELEMENTARE  
**IMPIANTO N° 2**

ELABORATO:

SCHEMA UNIFILARE

SCALA:

TAVOLA n°

2

Data:

GENNAIO 2007

IL PROGETTISTA:

ING. ORESTE CITREA

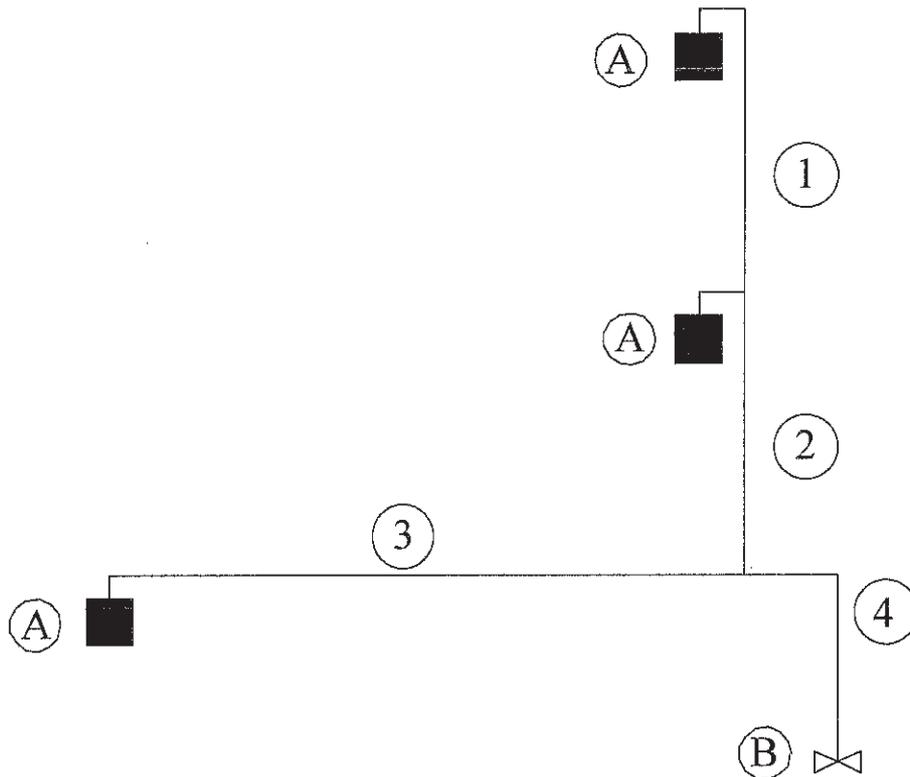
ING. ANDREA CALIO'

VISTI DI APPROVAZIONE:



# SCHEMA UNIFILARE

## IMPIANTO n° 2



### LEGENDA

(A) CALDAIA TIPO FER GOLD HF24

(B) CONTATORE 2

SCHEMA UNIFILARE-PORTATA MINIMA DA GARANTIRE			
DIAMETRO	LUNGHEZZA	PORTATA	TRATTO
mm	m	l/sec	
21,70	3,80	0,758	1
28,50	3,00	1,517	2
21,70	18,75	0,758	3
28,50	3,65	2,275	4

SCHEMA UNIFILARE-PORTATA GARANTITA			
DIAMETRO	LUNGHEZZA	PORTATA	TRATTO
mm	m	l/sec	
21,70	3,80	5,489	1
28,50	3,00	12,766	2
21,70	18,75	2,317	3
28,50	3,65	11,483	4

# COMUNE DI CROPALATI

PROVINCIA DI COSENZA

**COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI CROPALATI**

Via Roma - 87060 CROPALATI (CS) -

**PROGETTO:**

**VERIFICA DELLE CONDOTTE DI ADDUZIONE  
GAS METANO ALLE CALDAIE MURALI -  
EDIFICIO SCUOLA ELEMENTARE  
IMPIANTO N° 2**

**ELABORATO:**

**PIANTE-PROSPETTI:STATO DI FATTO**

SCALA:

**TAVOLA n°**

**3**

Data:

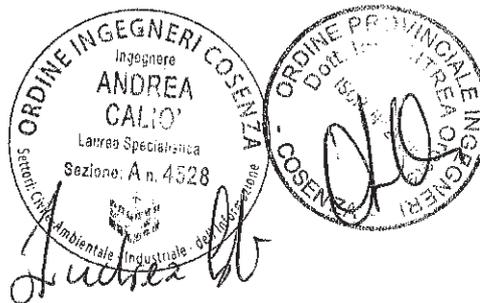
**GENNAIO 2007**

**IL PROGETTISTA:**

ING.ORESTE CITREA

ING.ANDREA CALIO'

**VISTI DI APPROVAZIONE:**



# PIANO SEMINTERRATO

CALDAIA  
(24 KW)

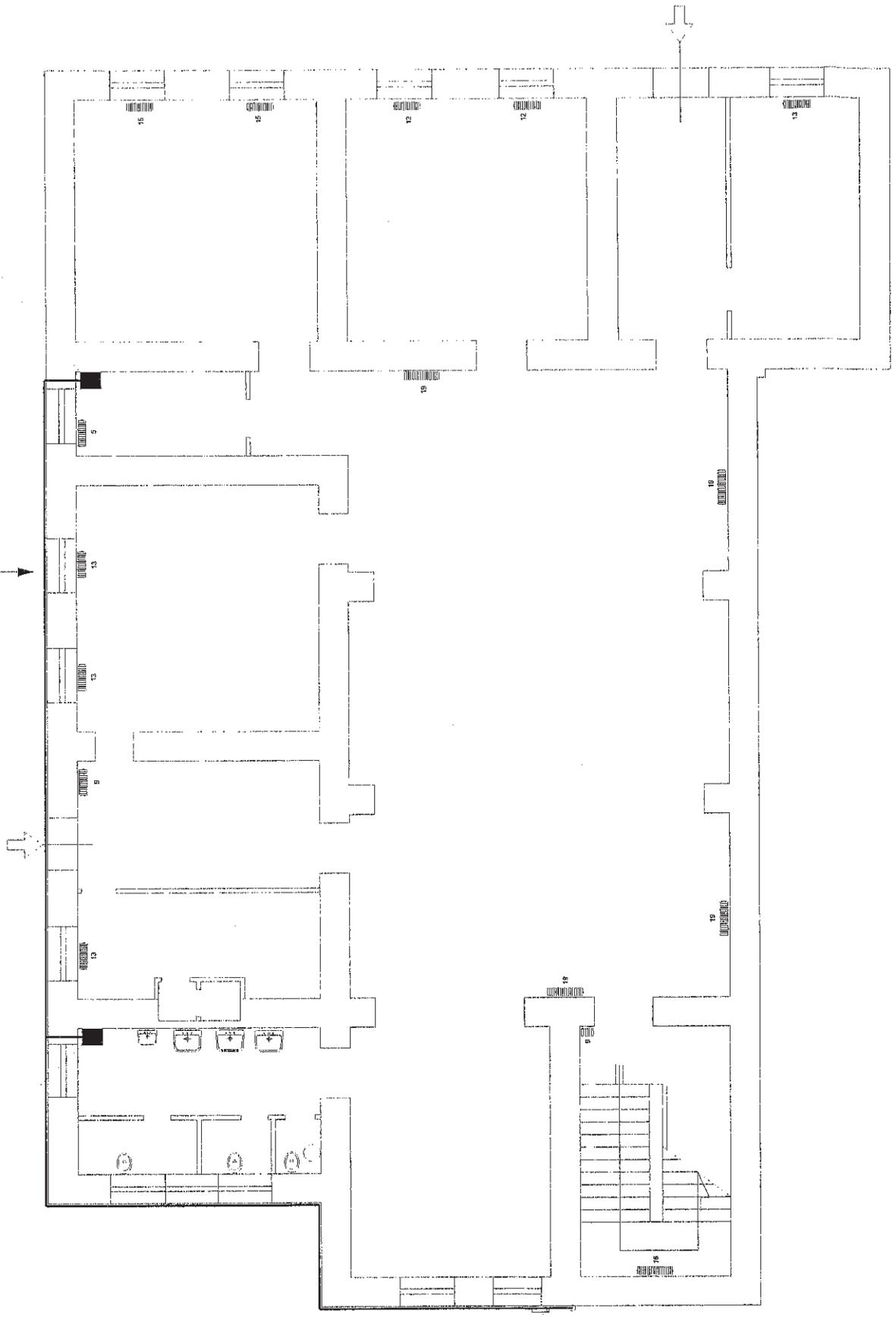
PROSPETTO LATERALE

CALDAIA  
(24 KW)

PROSPETTO FRONTALE

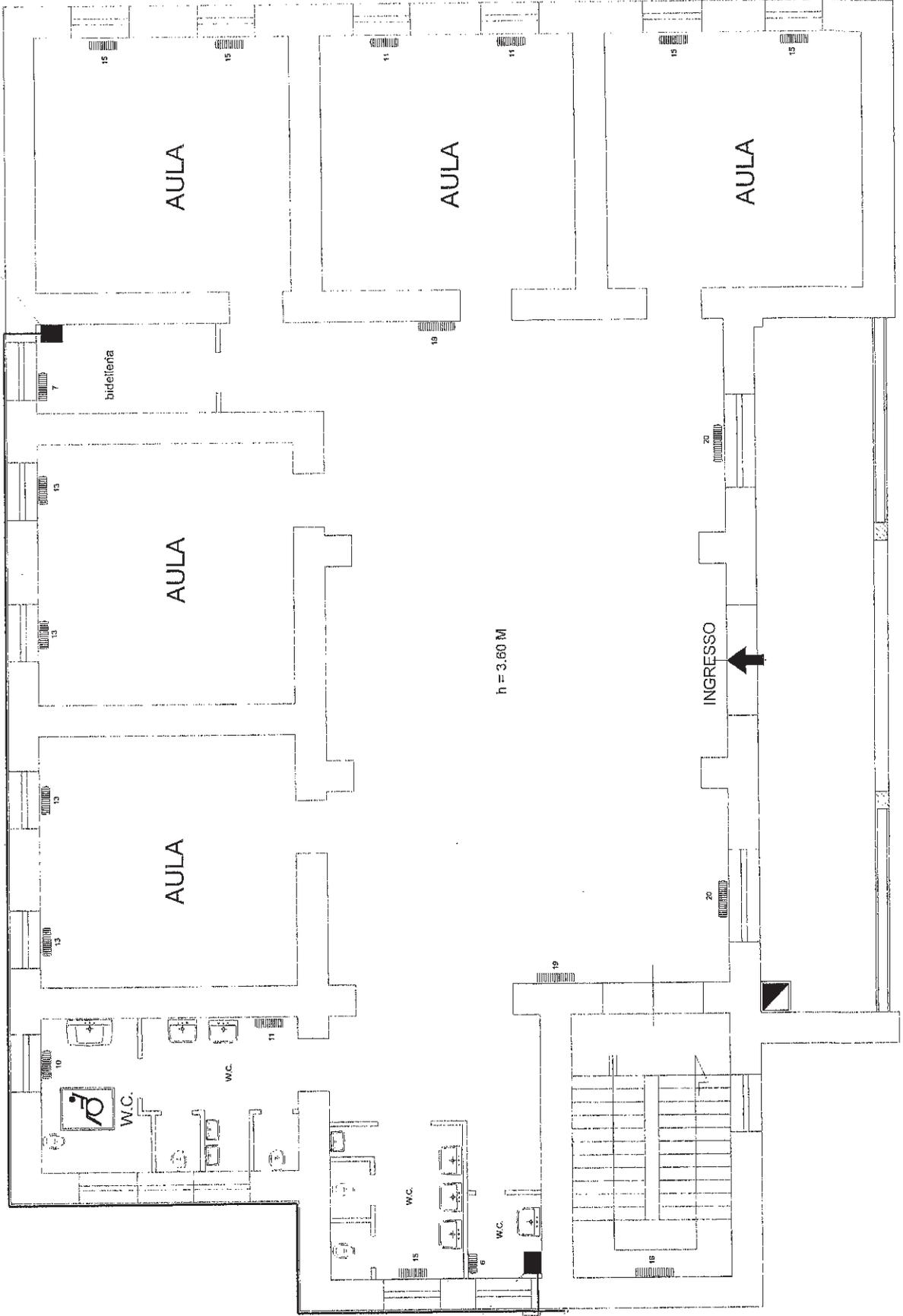
CONTATORE

RUBINETTO  
ARRESTO



# PIANO TERRA

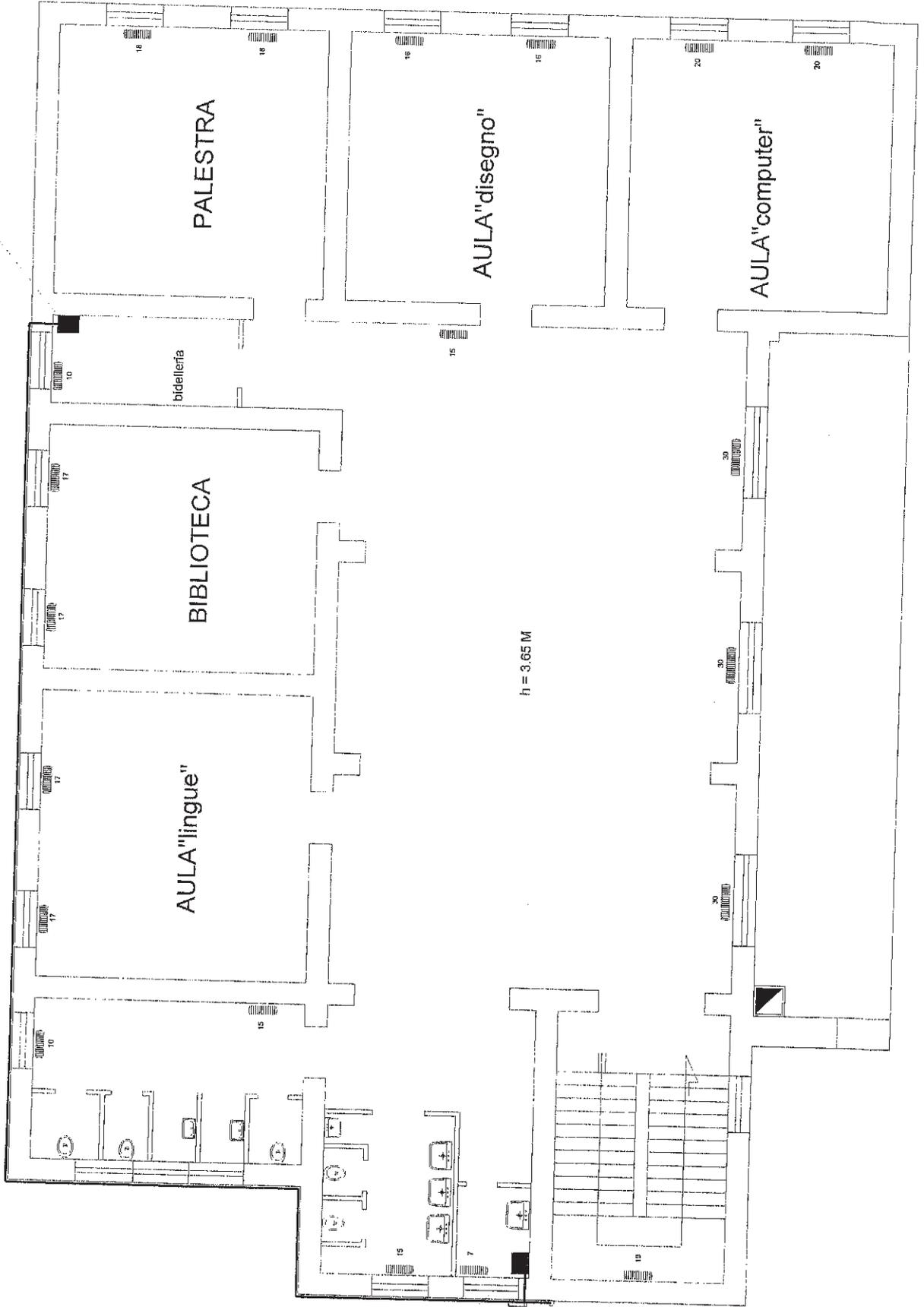
CALDAIA  
(24 KW)



CALDAIA  
(24 KW)

# PRIMO PIANO

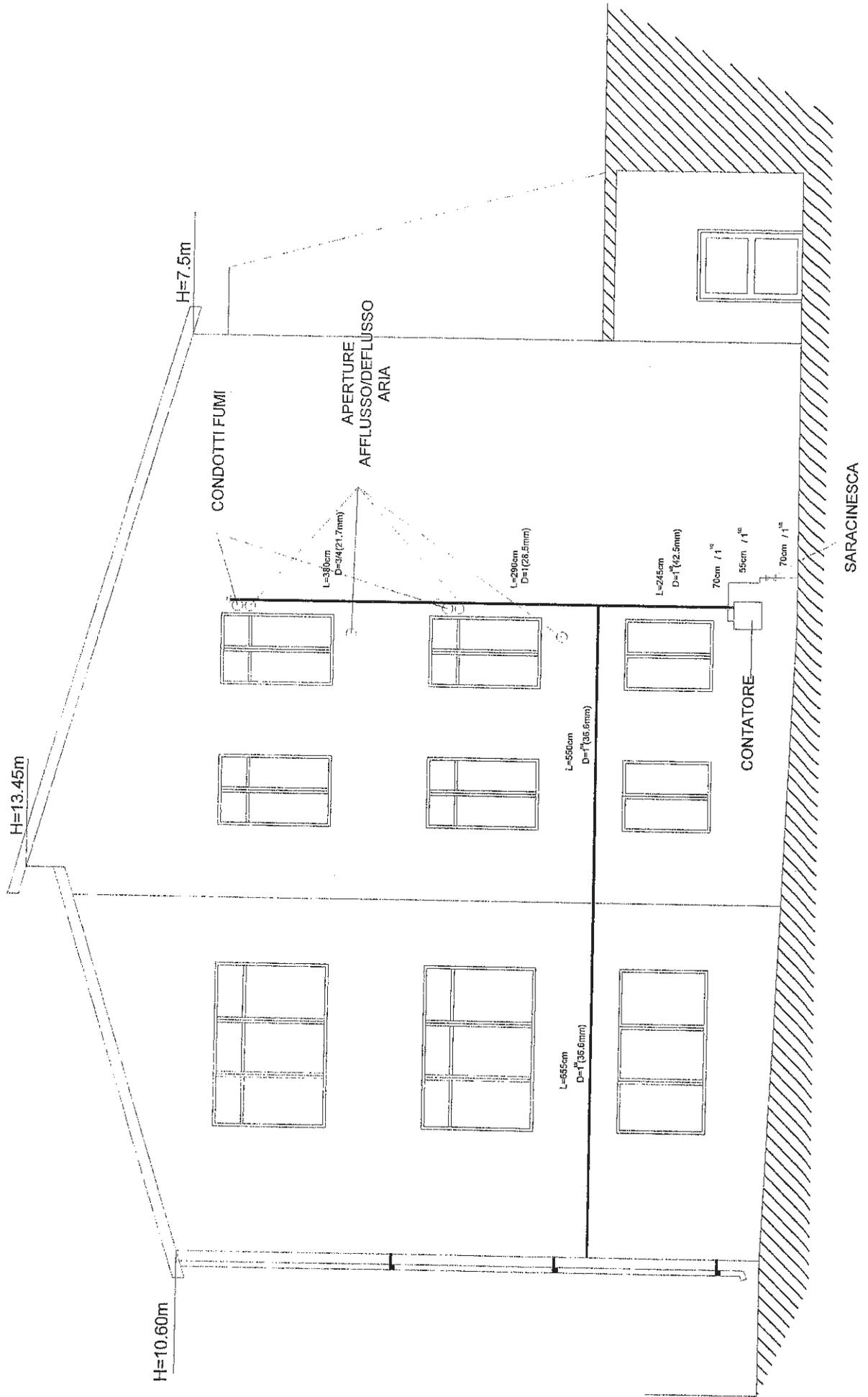
CALDAIA  
(24 KW)



CALDAIA  
(24 KW)



# PROSPETTO FRONTALE



# COMUNE DI CROPALATI

PROVINCIA DI COSENZA

COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI CROPALATI

Via Roma - 87060 CROPALATI (CS) -

PROGETTO:

VERIFICA DELLE CONDOTTE DI ADDUZIONE  
GAS METANO ALLE CALDAIE MURALI -  
EDIFICIO SCUOLA ELEMENTARE  
IMPIANTO N° 2

ELABORATO:

PIANTE-PROSPETTI:STATO FUTURO

SCALA:

TAVOLA n°

4

Data:

GENNAIO 2007

IL PROGETTISTA:

ING.ORESTE CITREA

ING.ANDREA CALIO'

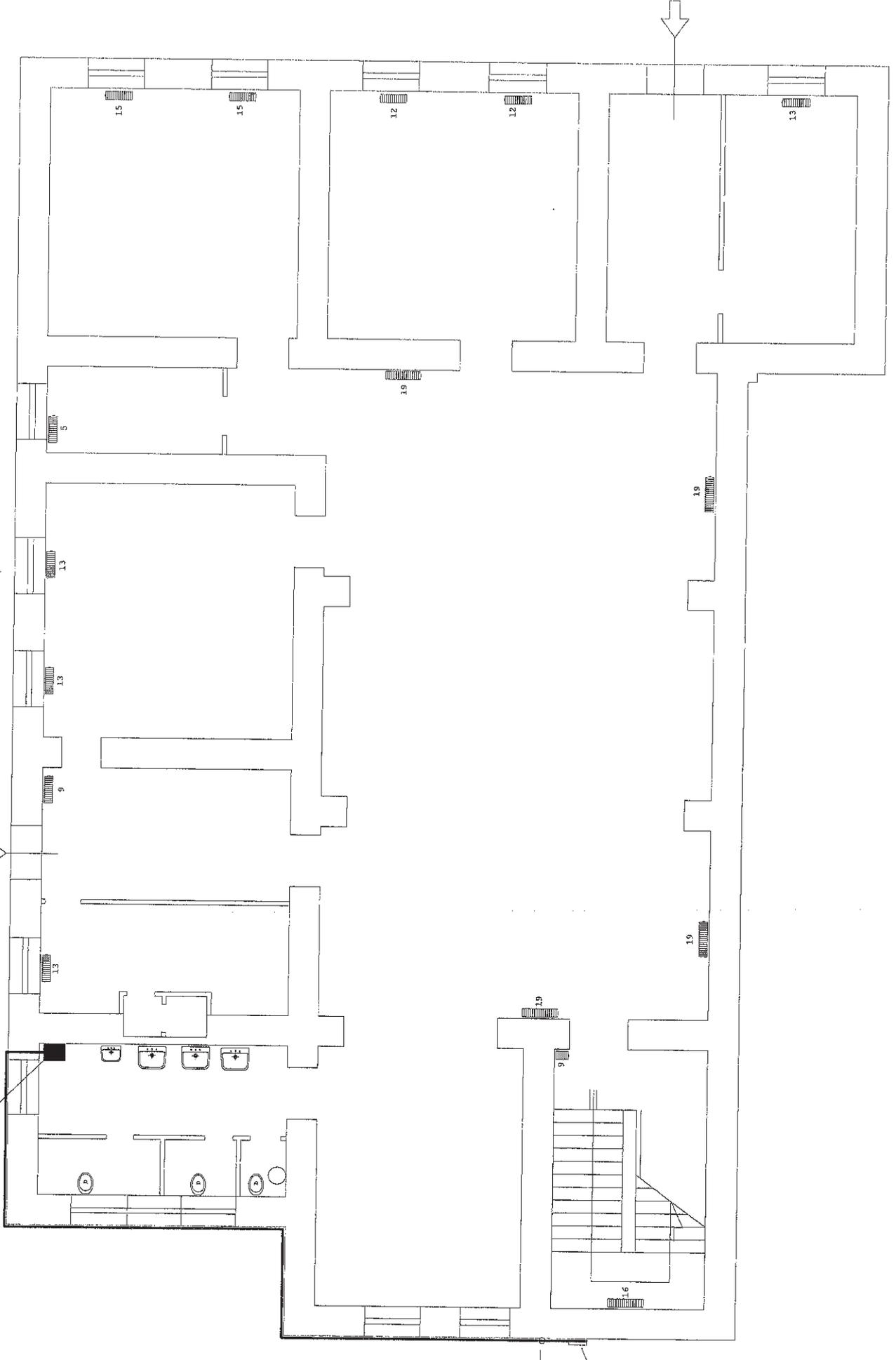
VISTI DI APPROVAZIONE:



# PIANO SEMINTERRATO

CALDAIA  
(24 kW)

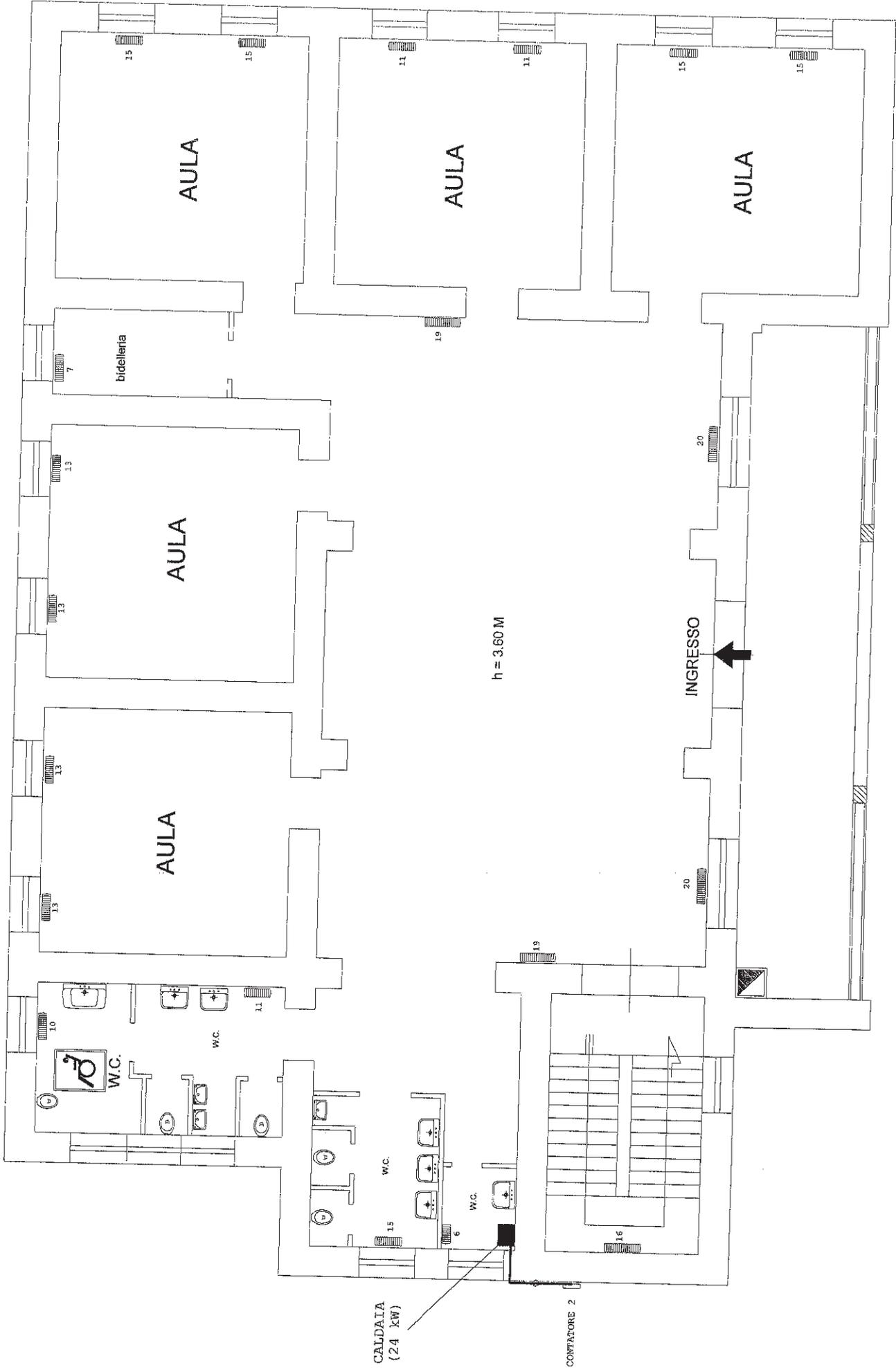
PROSPETTO LATERALE



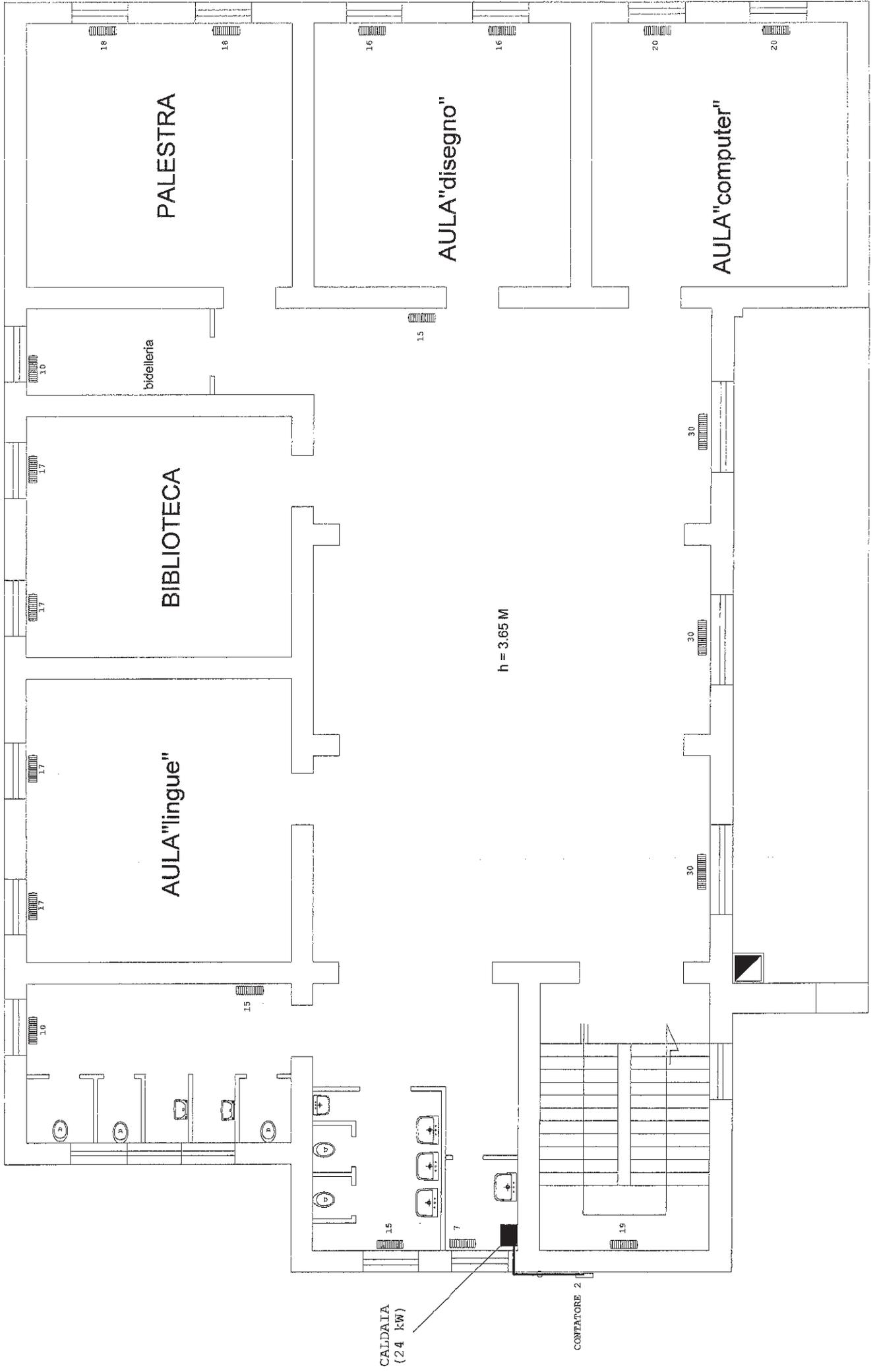
PROSPETTO FRONTALE

RUBINETTO  
ARRESTO  
CONTATORE 2

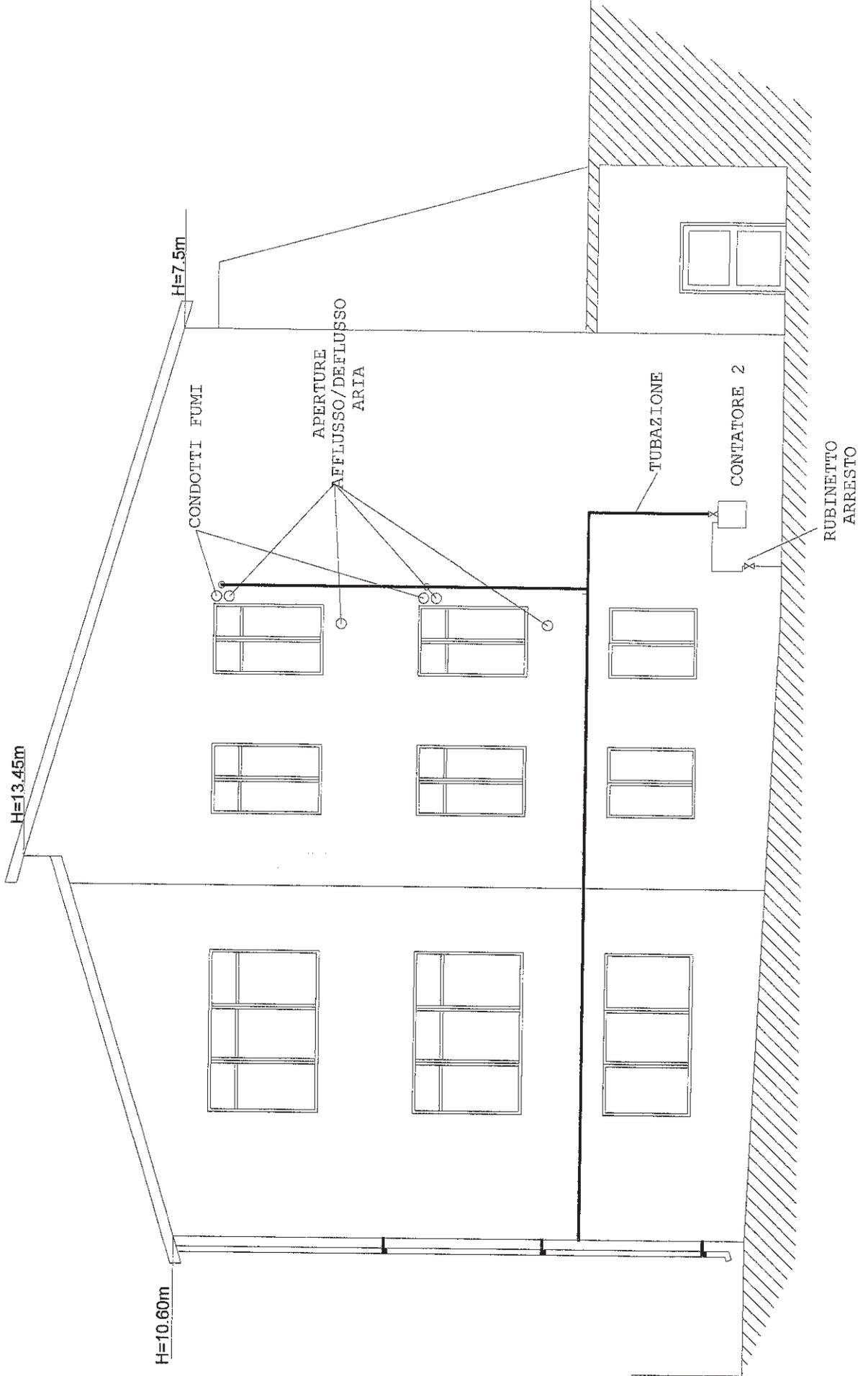
# PIANO TERRA



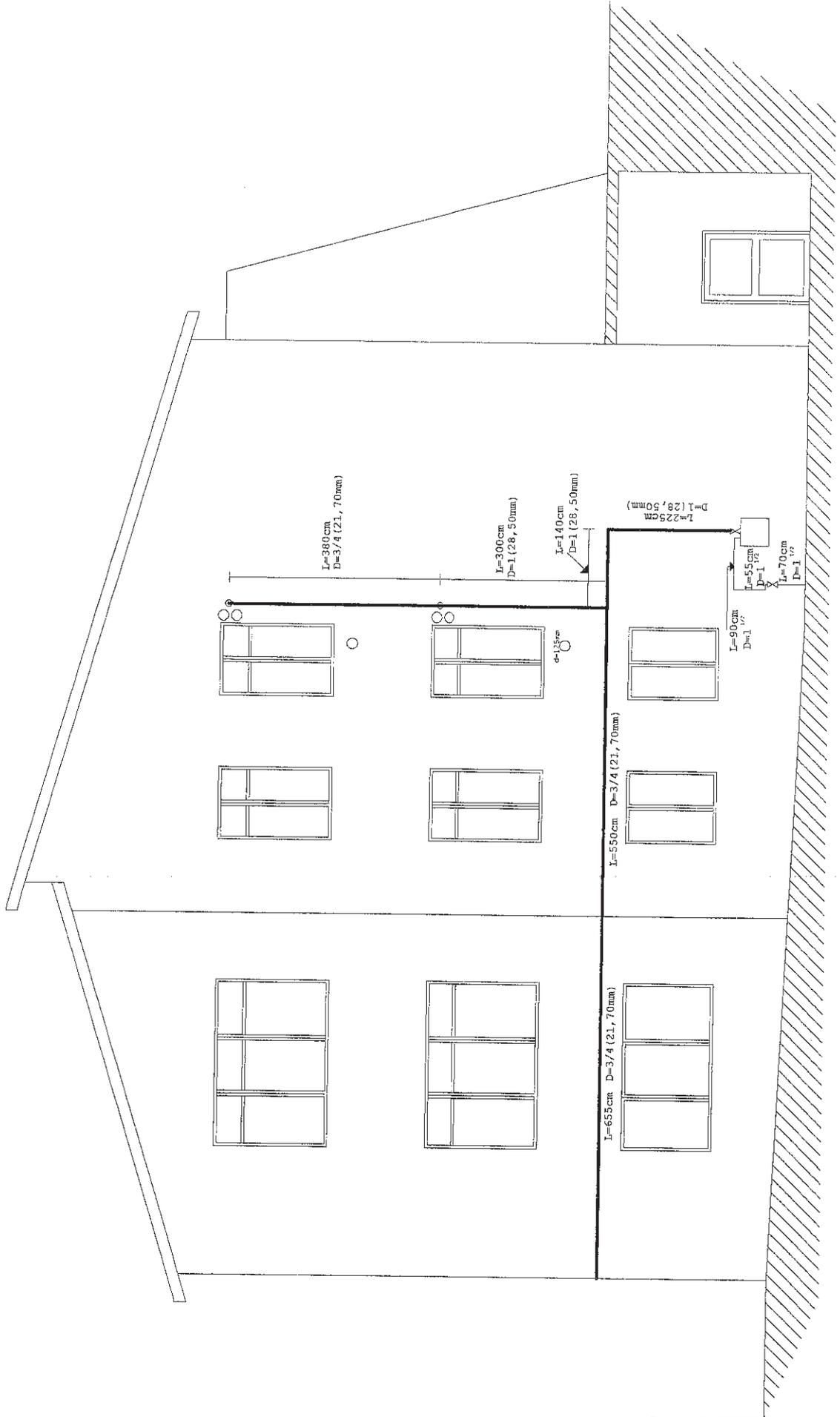
# PRIMO PIANO



# PROSPETTO FRONTALE



# PROSPETTO FRONTALE





# PROSPETTO LATERALE

