



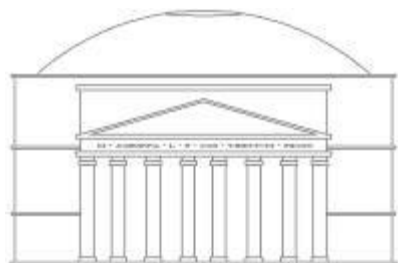
# Comune di Masainas

Provincia del Sulcis Iglesiente

## REALIZZAZIONE DI UN FABBRICATO AD USO POLIFUNZIONALE E SOCIO CULTURALE

CUP: E35E25000280002

### PROGETTO ESECUTIVO



INGEGNERIAMASCIA

Vico Manno, 2 Carbonia (SU) | +390781671929 | +393490994506  
www.ingegneriamascia.it | info@ingegneriamascia.it | stefano.mascia@ingpec.eu



Elaborato relazionale

## 03 Relazione Tecnica Opere in Progetto

Il Progettista:

Dott. Ing. Stefano Mascia



Il RUP:

Geom. Simone Carboni

Il Sindaco: Gian Luca Pittoni

RIPRODUZIONE VIETATA A TERMINE DI LEGGE SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE

03			
02			
01	Emissione	27/03/2026	03_PE_27032026_REL_1.2_ Relazione Tecnica Opere in Progetto
REV	DESCRIZIONE	DATA	NOME FILE e CODICE

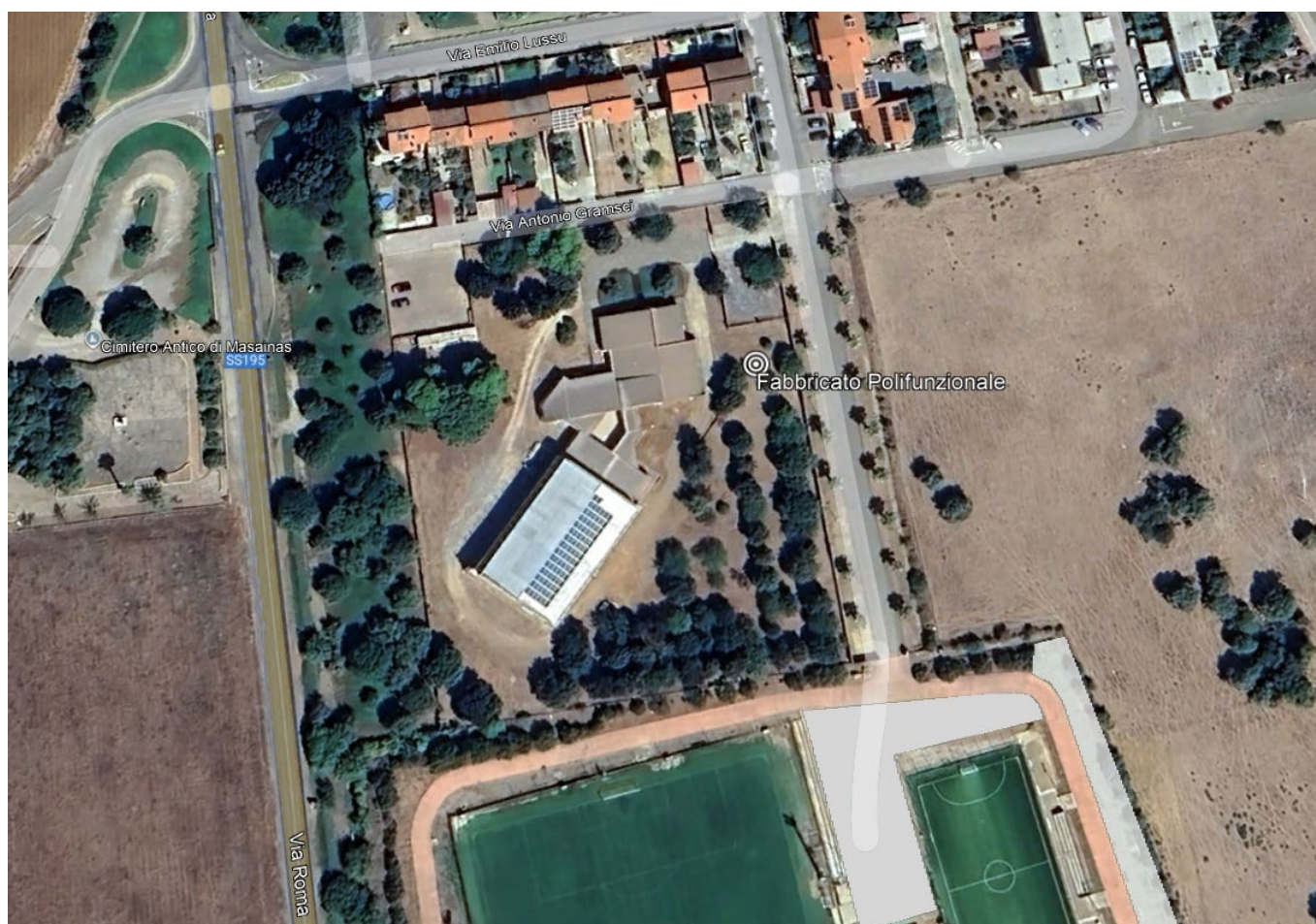
## Indice

PREMESSA	2
1. AREA DI SEDIME	3
2. CARATTERISTICHE DEL FABBRICATO	3
2.1 STRUTTURA E DELL'INVOLUCRO EDILIZIO	4
2.2 IMPIANTO APPROVVIGIONAMENTO IDRICO E SMALTIMENTO REFLUI	6
2.3 IMPIANTO ELETTRICO	6
2.4 OPERE INTERNE DI FINITURA	6
2.5 INFISSI INTERNI ED ESTERNI	7
3. SUPERAMENTO ED ELIMINAZIONE DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE	7
3.1 PORTE (PUNTO 8.1.1 DEL D.M.236/89)	7
3.2 PAVIMENTI (PUNTO 8.1.2. D.M.236/89)	7
3.3 ARREDI FISSI (PUNTO 8.1.4. D.M.236/89)	7
3.4 TERMINALI DEGLI IMPIANTI (PUNTO 8.1.5. D.M.236/89)	8
3.5 SERVIZI IGIENICI (PUNTO 8.1.6. D.M.236/89)	8
3.6 RAMPE (PUNTO 8.1.11 DEL D.M.236/89)	8
4. VALUTAZIONE PREVENTIVA DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE	9
4.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
4.2 VALUTAZIONE INDICI	11
4.3 ANALISI DEGLI AMBIENTI DEL FABBRICATO	12
4.4 IMPIANTI	14
5. STRUTTURE IN C.A. DI FONDAZIONE	15
5.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	15
7.1 MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE DI CALCOLO	16
7.4 TERRENO DI FONDAZIONE	18
7.5 ANALISI DEI CARICHI	18
7.6 AZIONI SULLA STRUTTURA	19
8. CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO	23
CONCLUSIONI	24

## Premessa

La presente relazione tecnica, redatta a livello di progetto esecutivo, definisce in maniera completa e dettagliata le caratteristiche costruttive, materiche e impiantistiche dell'intervento relativo alla realizzazione di un fabbricato polifunzionale e socio-culturale nel Comune di Masainas.

Rispetto al livello di fattibilità tecnico-economica, il progetto è stato sviluppato fino alla completa definizione delle opere, dei materiali e delle modalità esecutive, con particolare riferimento alla modifica del sistema di copertura, previsto in struttura lignea.



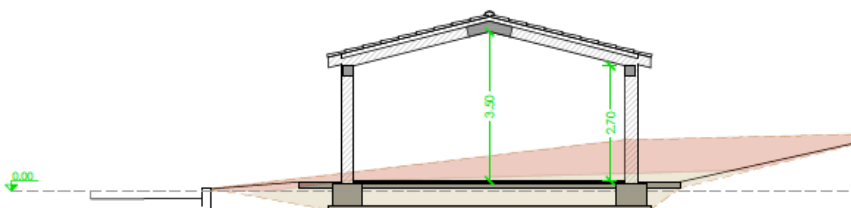
## 1. AREA DI SEDIME

Nell'immagine a seguire è illustrata l'area in corrispondenza del quale sarà realizzato il nuovo fabbricato:



L'area che ospiterà il fabbricato è stata oggetto di indagini geologiche finalizzate ad identificare il terreno di sedime.

Si è potuto rinvenire un primo strato di terreno sciolto e un sottostante strato roccioso non compatto.



L'area confina con un'area verde, la viabilità comunale un passaggio carrabile riservato agli operatori dell'amministrazione comunale. Tra la recinzione e la viabilità comunale è presente lo strumento di misura del GSE e il regolatore di flusso dell'illuminazione pubblica. Per tutti i dettagli si rimanda alla relazione geologica, geotecnica e sismica di base.



## 2. CARATTERISTICHE DEL FABBRICATO

Il fabbricato sarà realizzato su un unico livello fuori terra, con pianta rettangolare e copertura a falde inclinate. Superfici e dimensioni:

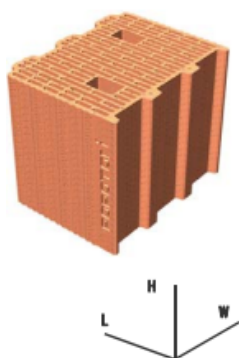
- superficie coperta: da 105 a 126 m<sup>2</sup> (in funzione dell'aggiornamento progettuale);
- altezza interna media: circa 3,10 m.

La distribuzione interna comprende:

- ambiente principale polifunzionale;
- doppi servizi igienici;
- disimpegno e area predisposta per somministrazione alimenti.

## 2.1 Struttura e dell'involucro edilizio

Le fondazioni saranno del tipo continuo con larghezza di 70 cm, ed altezza di 50 cm in opera con calcestruzzo C20/25 ( $R_{ck}$  25 N/mm<sup>2</sup>) opportunamente armato con barre di acciaio ad aderenza migliorata B 450; le opere di fondazione saranno posate su una sottofondazione avente sezione 90 x 10 cm realizzata con calcestruzzo C10/15 ( $R_{ck}$  15 N/mm<sup>2</sup>). La struttura in elevazione sarà realizzata in muratura portante costituita con blocchi in laterizio, si riportano di seguito le caratteristiche principali del blocco.



Dimensioni nominali	L x W x H	mm	230 x 300 x 250
Peso		kg	13,4
Percentuale di foratura		%	≤55
Pezzi per pacco		n.	48
Peso medio del pacco		kg	643
Pezzi al m <sup>2</sup>		n./m <sup>2</sup>	16,9
Malta per m <sup>2</sup>		dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	7,6
Resist. compressione // ai carichi verticali <sup>(1)</sup>	$f_{bm}$	N/mm <sup>2</sup>	15,0
Resist. compressione ⊥ ai carichi verticali	$f'_{bm}$	N/mm <sup>2</sup>	2,1
Massa volumica a secco lorda		kg/m <sup>3</sup>	760
Conducibilità termica	$\lambda_{10, dry}$	W/mK	0,097

### CARATTERISTICHE DELLA MURATURA

#### PRESTAZIONI TERMICHE DELLA PARETE

Conducibilità termica	$\lambda$	W/mK	0,108
Trasmittanza termica <sup>(2)</sup>	U	W/m <sup>2</sup> K	0,334
Massa superficiale	$M_s$	kg/m <sup>2</sup>	240
Trasmittanza termica periodica <sup>(2)</sup>	$Y_{IE}$	W/m <sup>2</sup> K	0,024
Sfasamento <sup>(2)</sup>	S	ore	17,98
Fattore di attenuazione <sup>(2)</sup>	fa	adim.	0,071

#### ACUSTICA E RESISTENZA AL FUOCO

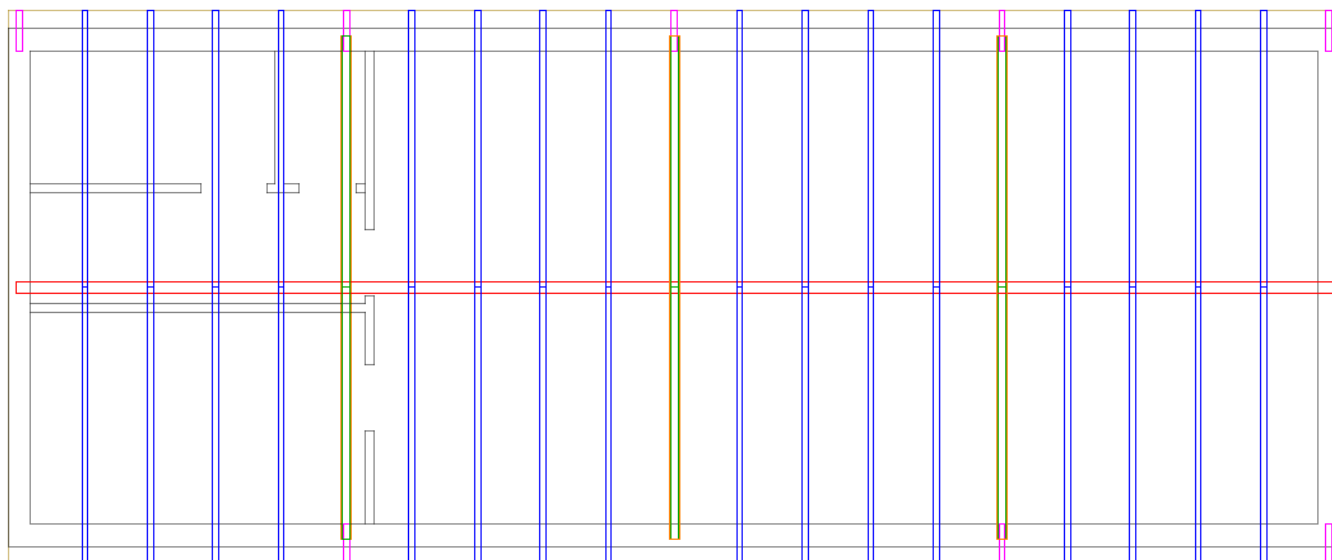
Potere fonoisolante <sup>(2)</sup>	$R_w$	dB	49,2
Resistenza al fuoco <sup>(2)</sup>		minuti	EI 240






#### CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Calore specifico	$c_p$	J/kgK	1000
Permeabilità al vapore	$\delta$	kg/msPa	20x10 <sup>-12</sup>
Resistenza alla diffusione del vapore	$\mu$	adim.	10

La copertura sarà realizzata mediante struttura portante in legno, costituita da travi principali e secondarie, opportunamente dimensionate secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni.

Nell'immagine a seguire è riportato lo schema strutturale della copertura


**LEGENDA**

 COLUMO - Sez. 14 x 28 cm N. 1 Lunghezza 14,80 m	 TRAVETTI IN BATTUTA - Sez. 8 x 16 cm N. 32 Lunghezza 3,92 m
 PUNTONI - Sez. 14 x 28 cm N. 3 Lunghezza 6,80 m	 PUNTALINI - Sez. 8 x 16 cm N. 10 Lunghezza 0,82 m
 DOPIA CATENA ALTA - Sez. 10 x 20 cm N. 6 Lunghezza 3,50 m	

Il pacchetto di copertura, dall'intradosso verso l'estradosso, sarà così costituito:

- tavolato continuo in legno maschiato sp. 25 mm;
- barriera al vapore in foglio di polietilene;
- doppio strato isolante in pannelli EPS ad alta densità (tipo EPS 150);
- membrana impermeabilizzante bituminosa autoadesiva;
- listellatura di ventilazione;
- manto di copertura in tegole in laterizio tipo portoghese.

La pendenza delle falde sarà pari a circa il 25%.

Tale soluzione consente:

- riduzione dei carichi strutturali;
- migliori prestazioni termoigrometriche;
- maggiore rapidità di esecuzione;
- migliore durabilità del sistema di copertura.

**Tutte le strutture verranno isolate nel pieno rispetto delle valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti (D.P.C.M. 5/12/1997), e in rispondenza alle prescrizioni in materia di contenimento energetico degli edifici L. 09/01/1991 n° 10 e D. Lgs. 29/12/2006 n° 311 – allegato E, e successivi.**

## 2.2 Impianto approvvigionamento idrico e smaltimento reflui

Sarà realizzato un nuovo impianto di approvvigionamento idrico di adduzione con tubazioni in multistrato con sezioni di tubo differenti, saranno realizzate due nuove centraline di diramazione. Dallo strumento di misura posto sulla recinzione lungo la via 11 Luglio, per l'alimentare la cucina e i servizi igienici si utilizzerà tubo idrosanitario PE Multistrato Ø 25 mm, rivestito in PVC per l'acqua fredda e coibentato per l'acqua calda, saranno realizzate delle centraline di distribuzione sia nel servizio esistente che in quello in progetto. La tubazione per la distribuzione sarà sempre in PE Multistrato ma con sezione Ø 20 mm. Il tutto sarà sistemato sotto traccia o all'interno delle pareti divisorie o a pavimento.

Tutti i sanitari saranno in porcellana vetrificata, (vetrochina), bianchi o colorati, saranno dotati di sifone, e gruppo miscelatore con due rubinetti di regolazione, tubi di prolungamento a parete con rosone, il tutto in ottone cromato del tipo pesante.

Sarà adeguato l'impianto di scarico fognario con tubazioni in polietilene con sezioni di tubo differenti, sarà realizzato un nuovo pozzetto al di fuori del fabbricato nel quale confluiranno le acque nere.

Per gli scarichi dei sanitari, sarà realizzata una condotta in P.E.H.D., composto da bocchettoni di raccordo ai W.C. a colonna di scarico impianto per cassetta a scarico W.C., curve tecniche per collegamento sanitari, la tubazione sarà di adeguato diametro per convogliare i reflui dai sanitari alle colonne di scarico principali.

## 2.3 Impianto elettrico

L'impianto elettrico sarà realizzato secondo le norme CEI in vigore: quadro generale con salvavita ed interruttori magnetotermici, linee sotto traccia in tubo resina corrugato pesante, con grado di protezione adeguato. Sulla copertura saranno montate la parabola satellitare e l'antenna terrestre.

## 2.4 Opere interne di finitura

Le pareti interne saranno rifinite ad intonaco di cemento, saranno realizzati in malta cementizia formato da un primo strato di rinzafo, da un secondo strato tirato in piano con regolo e fratazzo, rifinito con sovrastante strato di malta passato al crivello fino, lisciata con fratazzo metallico, spessore minimo mm 15.

La tinteggiatura delle pareti sarà eseguita con due mani d'idropittura lavabile altamente traspirante e antibatterica, a base di resine sintetiche, data in opera su superfici intonacate, previa preparazione del fondo con una mano di fissativo ancorante.

La pavimentazione degli ambienti sarà eseguita con piastrelle di gres porcellanato, poste in opera a giunti aderenti, per allineamenti ortogonali e diagonali, con idonei collanti su sottofondo in malta cementizia dello spessore di circa 8-10 cm. Le soglie delle porte d'ingresso e delle finestre saranno in pietra dello spessore di 5 cm.

## 2.5 Infissi interni ed esterni

Le chiusure trasparenti verso l'esterno saranno realizzati in PVC, effetto legno, capaci di garantire elevati standard d'isolamento termico fino a  $U_w 0.8$  e acustico fino a 43dB, ad una o due ante o scorrevoli a seconda degli ambienti, saranno provvisti di vetrocamera Selettivo 4S ESG 4/16c/4 ESG  $U=1,1$ , complete di chiusura con persiane. Le porte interne saranno in legno massello, scorrevoli su montanti tipo scrigno e ad ante.

## 3. SUPERAMENTO ED ELIMINAZIONE DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE

Essendo l'edificio di tipo aperto al pubblico, con riferimento alla Legge n° 13 del 9 gennaio 1989, e successive modificazioni introdotte dalla legge 27 Febbraio 1989 n. 62 e D.M. 14 Giugno 1989 n. 236, è necessario che sia soddisfatto il requisito della "accessibilità", cioè tutti gli ambienti, nell'immediato devono essere visitabili e accessibili da tutti gli utenti, si avranno quindi apparecchi igienico-sanitari specifici per disabili, maniglioni orizzontali e verticali, etc.. Come si può constatare dagli elaborati il fabbricato si sviluppa su un unico livello al quale si accederà mediante rampa inclinata, a seguire si riportano specifiche soluzioni adottate.

### 3.1 Porte (punto 8.1.1 del D.M.236/89)

La luce netta della porta di accesso sarà prevista maggiore di 80 cm. La luce netta di tutte le porte interne di ogni unità immobiliare sarà superiore a 75 cm. Gli spazi antistanti e retrostanti le porte sono stati dimensionati nel rispetto dei minimi previsti negli schemi grafici di cui al punto 8.1.1 del D.M. 236/89. A tale proposito è allegato alla presente relazione un elaborato grafico nel quale sono verificate le prescrizioni suddette.

L'altezza delle maniglie sarà pari a 90 cm. Inoltre non saranno previste singole ante delle porte con larghezza superiore a cm. 120, e gli eventuali vetri saranno collocati a un'altezza di almeno 40 cm dal piano del pavimento. L'anta mobile potrà essere usata esercitando una pressione non superiore a 8 Kg.

### 3.2 Pavimenti (punto 8.1.2. D.M.236/89)

I pavimenti interni alle unità non presenteranno alcun dislivello essendo tra loro perfettamente complanari. Il dislivello esistente al piano terra fra gli spazi pubblici e/o condominiali e quella delle varie unità immobiliari e degli ingressi condominiali alle unità dei piani superiori, non supererà mai i 2,5 cm.

### 3.3 Arredi fissi (punto 8.1.4. D.M.236/89)

La cassetta per la posta sarà collocata a un'altezza di 140 cm.

### 3.4 Terminali degli Impianti (punto 8.1.5. D.M.236/89)

Tutti gli eventuali apparecchi elettrici, i quadri generali, le valvole e i rubinetti di arresto delle varie utenze, i regolatori d'impianti di riscaldamento e di condizionamento, i campanelli di allarme, il citofono, che si troveranno nelle parti comuni dell'edificio in questione, saranno posti a un'altezza compresa tra i 40 e i 140 cm. In particolare il citofono sarà posto ad una altezza di 120 cm, mentre gli interruttori elettrici saranno posti a 100 cm dal pavimento.

### 3.5 Servizi igienici (punto 8.1.6. D.M.236/89)

Al fine di garantire la totale accessibilità dei servizi igienici, è stato ipotizzato, qualora si fosse reso necessario e così come consentito dalle norme in questione, anche l'eliminazione del bidet e/o la sostituzione della vasca con una doccia a pavimento, ottenendo la possibilità, senza modifiche sostanziali del locale di uno spazio laterale di accostamento alla tazza w.c. e di spazi sufficienti di manovra. A tale proposito sono stati verificati i seguenti ulteriori minimi dimensionali:

- Adeguati spazi di manovra di cui al punto 8.0.2 o uno spazio per rotazione di 360 gradi di sedia a ruote (diametro 150 cm);
- Accostamento frontale del lavabo (spazio antistante al bordo anteriore del lavabo 80 cm);
- Accostamento laterale del W.C. (spazio laterale, misurato dall'asse del sanitario, 100 cm);
- Accostamento laterale al bidet (spazio laterale, misurato dall'asse del sanitario, 100 cm);
- Bordo anteriore del W.C. e del bidet posto a distanza di 75-80 cm dal muro posteriore;
- Asse del W.C. e del bidet posto a distanza di 40 cm dalla parete laterale, in caso di distanza superiore per il W.C. sarà predisposto un maniglione o corrimano;
- Accostamento laterale alla vasca (spazio necess. 140 cm lungo la vasca con profondità 80 cm).
- Accostamento laterale alla doccia.
- Accostamento laterale alla lavatrice.

Quanto sopra è stato descritto nell'elaborato grafico dedicato.

### 3.6 Rampe (punto 8.1.11 del D.M.236/89)

Le rampe, mediante le quali potrà essere superato il dislivello tra il piano esterno sistemato e quello interno dell'alloggio avranno le seguenti caratteristiche:

- Larghezza minima di 0,90 m, se consente il transito di una persona su sedia a ruote, e di 1,50 m. per consentire l'incrocio di due persone;

- Ogni 10 metri di lunghezza la rampa deve prevedere un ripiano orizzontale di dimensioni minime pari a 1,50 x 1,50 m, oppure avranno un andamento regolare ed omogeneo per tutto il loro sviluppo con pendenza costante;
- La pendenza longitudinale non supererà l'8% nei casi di nuova costruzione e il 12% nei casi adeguamento. In quest'ultimo caso la pendenza sarà comunque rapportata allo sviluppo lineare effettivo della rampa secondo il diagramma di cui al punto 8.1.11.

Le rampe avranno un ripiano di sosta di dimensioni minima pari a 1,50 x 1,50 m, in altre parole di 1,40 in senso trasversale e 1,70 in senso longitudinale al verso di marcia. I ripiani di sosta saranno posti ad intervalli non superiori a 10 m nei casi di rampe con pendenze comprese tra 5% e 9%. Nei casi di pendenze superiori al 9% fino al 12%, l'intervallo sarà rapportato alla pendenza della rampa secondo il diagramma di cui al punto 8.1.11.

La rampa sarà dotata di un parapetto pieno, in caso contrario sarà comunque previsto un cordolo di almeno 10 cm di altezza. Il parapetto, che costituisce la difesa verso il vuoto, sarà previsto con altezza di 1.00 m e sarà inattraversabile da una sfera di diametro di 10 cm.

L'inizio e fine rampa sarà segnalato con un segnale a pavimento (fascia di materiale diverso o comunque percepibile), situato ad almeno a 30 cm da suddetti punti.

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di un fabbricato per civile abitazione avente tipologia unifamiliare.

Scopo della presente relazione, redatta ai sensi della Legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" e del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici", è la valutazione preventiva delle prestazioni acustiche passive degli edifici. Si è proceduto alla determinazione preventiva degli indici di valutazione di cui il citato D.P.C.M. 5/12/1997 definisce i limiti, riportati nella Tabella 1, in funzione della destinazione d'uso dell'edificio.

## 4. VALUTAZIONE PREVENTIVA DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE

### 4.1 Normativa di riferimento

- LEGGE 26 ottobre 1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- DPCM 5/12/1997 - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.
- UNI EN 12354-1 - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti.
  - o Permette di stimare l'indice di valutazione del potere fonoisolante, in opera, delle partizioni interne, sia verticali che orizzontali.
  - o Il calcolo tiene conto sia del potere fonoisolante proprio della partizione che di tutte le "perdite" dovute alla trasmissione per via strutturale (attraverso le pareti laterali, il solaio ed il pavimento).

- o Il risultato dipende dalle caratteristiche geometriche degli ambienti, quindi una stessa partizione non fornisce gli stessi risultati in qualsiasi ambiente.
- o La precisione del modello è caratterizzata, a livello teorico, da uno scarto tipo di 2 dB, quindi si ha il 90% di probabilità che il risultato reale sia compreso in  $\pm 3,3$  dB rispetto il valore di progetto.
- UNI EN 12354-2 - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento acustico al calpestio tra ambienti.
    - o Permette di stimare l'indice di valutazione del livello del rumore di calpestio, in opera, delle partizioni orizzontali.
    - o Il calcolo tiene conto delle caratteristiche strutturali del solaio, elastiche del materiale resiliente, di "perdita" per via strutturale.
    - o Il risultato dipende molto dalla tipologia realizzativa della struttura (solaio, massetti, materiale resiliente, rivestimento, impianti tecnici sottopavimento), quindi non è possibile determinare una soluzione tipo valida sempre e comunque.
    - o La precisione del modello è caratterizzata, a livello teorico, da uno scarto tipo di 2 dB, quindi si ha il 90%
  - UNI EN 12354-3 - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea.
    - o Permette di stimare l'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata, in opera.
    - o Il calcolo tiene conto delle caratteristiche: dei singoli elementi che compongono la facciata (tamponamenti, finestre, porte, etc.), geometriche dell'ambiente ricevente, geometriche della facciata, di "perdita" per via strutturale.
    - o Il risultato dipende sostanzialmente dal rapporto sup. vetrata / sup. in muratura, quindi le prestazioni dei serramenti vanno determinate in funzione dell'ambiente.
    - o La precisione del modello è caratterizzata, a livello teorico, da uno scarto tipo di 1,5 dB, quindi si ha il 90% di probabilità che il risultato reale sia compreso in  $\pm 2,5$  dB rispetto il valore di progetto.
  - UNI/TR 11175 - Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale.
  - UNI EN ISO 717-1 - Isolamento acustico per via aerea.
  - UNI EN ISO 717-2 - Isolamento del rumore di calpestio.
  - UNI 11173 - Finestre, porte e facciate continue - Criteri di scelta in base alla permeabilità all'aria, tenuta all'acqua, resistenza al vento, trasmittanza termica ed isolamento acustico.
  - Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 3150 (maggio 1967) - Limiti per il tempo di riverberazione con riferimento all'edilizia scolastica.
  - LEGGE 7 luglio 2009, n. 88 - Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee - Legge comunitaria 2008.
  - UNI 11367:2010 - Classificazione acustica delle unità immobiliari. Procedura di valutazione e verifica in opera.
  - UNI EN ISO 140-4:2000 - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti.
  - UNI EN ISO 140-5:2000 - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate.
  - UNI EN ISO 140-7:2000 - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai.
  - UNI EN ISO 140-14:2004 Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Linee guida per situazioni particolari in opera.

- UNI EN ISO 18233:2006 - Applicazione di nuovi metodi di misurazione per l'acustica negli edifici e ambienti interni.
- UNI EN ISO 15186-2:2010 - Misurazione mediante intensità sonora dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in opera.
- UNI EN ISO 10052:2010 - Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea, del rumore da calpestio e della rumorosità degli impianti. Metodo di controllo.
- UNI EN ISO 16032:2005 - Misurazione del livello di press. sonora di impianti tecnici in edifici. Metodo tecnico progettuale.
- UNI EN ISO 3382-1:2009 - Misurazione dei parametri acustici degli ambienti. Sale da spettacolo.
- UNI EN ISO 3382-2:2008 - Misurazione dei parametri acustici degli ambienti. Tempo di riverberazione negli ambienti ordinari.
- UNI EN ISO 3382-3:2012 - Misurazione dei parametri acustici degli ambienti. Open space.
- UNI 11296:2009 - Linee guida per la progettazione, la selezione, l'installazione e il collaudo dei sistemi per la mitigazione ai ricettori del rumore originato da infrastrutture di trasporto.
- UNI 8199 - Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione. Linee guida contrattuali e modalità di misurazione.
- UNI 8290-1 + A122:1983 - Edilizia residenziale. Sistema tecnologico, classificazione e terminologia.
- UNI 8369-1:1988 Edilizia - Chiusure verticali, classificazione e terminologia.
- UNI 8369-2:1988 Edilizia - Pareti perimetrali verticali, classificazione e terminologia.
- ISO 15186-2 Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements using sound intensity.
- CEI EN 60268-16 Apparecchiature per sistemi elettroacustici.

## 4.2 VALUTAZIONE INDICI

Si è proceduto alla determinazione preventiva degli indici di valutazione di cui il citato D.P.C.M. 5/12/1997 definisce i limiti, riportati nella Tabella 1, in funzione della destinazione d'uso dell'edificio:

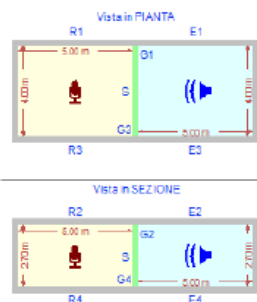
destinazione d'uso	pareti e solai tra distinte unità immobiliari	facciate	calpestio	impianti a funzionamento discontinuo	impianti a funzionamento continuo
	$R'_{w} \geq$	$D_{2m,nT,w} \geq$	$L'_{n,w} \leq$	$L_{A Smax} \leq$	$L_{Aeq} \leq$
Ospedali, cliniche, case di cura (categoria D)	55	45	58	35	25
Residenze, alberghi e pensioni (categorie A, C)	50	40	63	35	35
Attività scolastiche a tutti i livelli (categoria E)	50	48	58	35	25
Uffici, attività ricreative o di culto, negozi (categorie B, F, G)	50	42	55	35	35

Tutti i calcoli sono stati eseguiti in accordo alla normativa tecnica vigente.

Valori dei parametri indicati nel DPCM del 5/12/1997		
Cat. A - Residenze e assimilabili		
$R'_w \geq$	50.0	Indice del potere fonoisolante apparente
$D_{2m,nT,w} \geq$	40.0	Indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata
$L'_{n,w} \leq$	63.0	Indice di valutazione del livello apparente normalizzato di rumore da calpestio
$L_{Amax} \leq$	35.0	Livello massimo di pressione sonora
$L_{Aeq} \leq$	35.0	Livello continuo equivalente di pressione sonora

### 4.3 Analisi degli ambienti del fabbricato

Isolamento acustico per via aerea (adiacenti): Isolamento acustico per via aerea tra ambienti adiacenti



Elementi			
Parete S	PA.CP.027	Controparete ricevente	---
		Controparete emittente	---
Parete R1	PA.CP.027	Controparete R1	---
Solaio R2	SO.LC.008	Controsoffitto R2	---
Parete R3	PA.CP.027	Controparete R3	---
Solaio R4	SO.LC.008	Pavimento R4	PV.001
Parete E1	PA.CP.027	Controparete E1	---
Solaio E2	SO.LC.008	Controsoffitto E2	---
Parete E3	PA.CP.027	Controparete E3	---
Solaio E4	SO.LC.008	Pavimento E4	---

Giunto	Descrizione	Lunghezza	Kij			Dv,i,j,n			Rij		
			Df	Fd	Ff	Df	Fd	Ff	Df	Fd	Ff
G1	A croce per edificio pesante: giunti di elementi omogenei, trasmissione attraverso elementi omogenei	2.70	8.7	8.7	8.7	---	---	---	76.7	76.7	76.7

G2	A croce per edificio pesante: giunti di elementi omogenei, trasmissione attraverso elementi omogenei	4.00	9.2	9.2	4.3	---	---	---	69.5	69.5	58.6
G3	A croce per edificio pesante: giunti di elementi omogenei, trasmissione attraverso elementi omogenei	2.70	8.7	8.7	8.7	---	---	---	76.7	76.7	76.7
G4	A croce per edificio pesante: giunti di elementi omogenei, trasmissione attraverso elementi omogenei	4.00	9.2	9.2	4.3	---	---	---	74.5	69.5	63.6

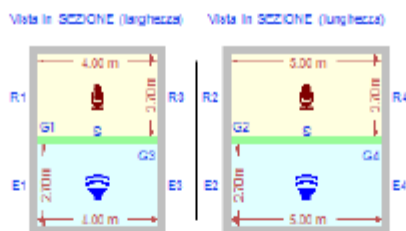
**RISULTATI**

$R'_w$  = 55.3 dB  
 $D_{nT,w}$  = 57.3 dB

DPCM del 5/12/97: Cat. A - Residenze e assimilabili  $R'_w \geq 50.0$  dB **Verificato**

### Isolamento acustico per via aerea (sovrapposti): Isolamento acustico per via aerea S

Isolamento acustico per via aerea tra ambienti sovrapposti



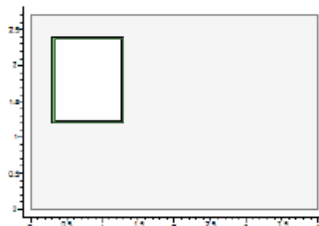
Elementi			
Solaio S	SO.LC.008	Pavimento ricevente	PV.001
Parete R1	PA.CP.027	Controsoffitto emittente	---
Parete R2	PA.CP.027	Controparete R1	---
Parete R3	PA.CP.027	Controparete R2	---
Parete R4	PA.CP.027	Controparete R3	---
Parete E1	PA.CP.027	Controparete E1	---
Parete E2	PA.CP.027	Controparete E2	---
Parete E3	PA.CP.027	Controparete E3	---
Parete E4	PA.CP.027	Controparete E4	---

Giunto		Lunghezza	Kij			Dv,ij,n			Rij		
	Descrizione		Df	Fd	Ff	Df	Fd	Ff	Df	Fd	Ff
G1	A croce per edificio pesante: giunti di elementi omogenei, trasmissione attraverso elementi omogenei	5.00	9.2	9.2	14.0	---	---	---	71.2	76.2	82.0
G2	A croce per edificio pesante: giunti di elementi omogenei, trasmissione attraverso elementi omogenei	4.00	9.2	9.2	14.0	---	---	---	72.2	77.2	83.0
G3	A croce per edificio pesante: giunti di elementi omogenei, trasmissione attraverso elementi omogenei	5.00	9.2	9.2	14.0	---	---	---	71.2	76.2	82.0
G4	A croce per edificio pesante: giunti di elementi omogenei, trasmissione attraverso elementi omogenei	4.00	9.2	9.2	14.0	---	---	---	72.2	77.2	83.0

**RISULTATI**
 $R'_w = 54.5 \text{ dB}$ 
 $D_{nT,w} = 53.9 \text{ dB}$ 

 DPCM del 5/12/97: Cat. A - Residenze e assimilabili  $R'_w \geq 50.0 \text{ dB}$ 
**Verificato**

### Isolamento acustico di facciata: Isolamento acustico di facciata



PA.CP.027  
 -  
 -  
 10.80 m<sup>2</sup>  
 0 dB: Elementi di facciata non connessi  
 0  
 Forma della facciata Facciata piana (Vedi Appendice B)  
 Assorbimento ( $\alpha_w$ ) n.a.  
 Orizzonte visivo (h) n.a.

Tipo	Codice	Dimensioni (La x Al)	Lunghezza
Serramento	SR.010	1.00 x 1.20 m	---

**RISULTATI**  
 $R'_{w}$  = 49.3 dB  
 $D_{2m,n,T,w}$  = 51.3 dB  
 $D_{2m,n,w}$  = 48.9 dB

DPCM del 5/12/97: Cat. A - Residenze e assimilabili  $D_{2m,n,T,w} \geq 40.0$  dB **Verificato**

#### 4.4 IMPIANTI

Gli impianti sono classificati, a seconda delle modalità temporali di funzionamento (DPCM 5-12-97), in:

- **Servizi a funzionamento discontinuo:** impianti fissi il cui livello sonoro emesso non sia costante nel tempo e caratterizzato da brevi periodi di funzionamento rispetto al tempo di inattività durante l'arco di una giornata; rientrano in questa tipologia gli impianti sanitari (scarichi idraulici, bagni, servizi igienici, rubinetteria), gli ascensori, i montacarichi e le chiusure automatiche, il cui parametro di riferimento è LASmax, livello massimo di pressione sonora, ponderata A con costante di tempo slow.

- **Servizi a funzionamento continuo:** impianti fissi il cui livello sonoro emesso nel tempo sia essenzialmente costante; rientrano in questa tipologia gli impianti di riscaldamento, climatizzazione, ricambio d'aria, estrazione forzata, il cui parametro di riferimento è LAeq, livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A.

I valori limite di tali parametri cambiano in funzione della destinazione d'uso dell'edificio e sono indicati nella Tabella 1. La misura è eseguita nell'ambiente con livello di rumore più elevato e diverso da quello in cui si trova la sorgente, infatti i limiti imposti dal DPCM non sono riferiti agli impianti, ma al rumore che propagano nell'edificio. Di seguito gli interventi realizzati per prevenire e/o ridurre il disturbo verso gli utenti dell'edificio.

#### Tubazioni (tipo di funzionamento: Discontinuo)

Interventi:

- A monte dell'impianto è installato un riduttore di pressione.
- Le tubazioni sono inserite in appositi cavedi con adeguato potere fonoisolante.

#### Scarichi (tipo di funzionamento: Discontinuo)

Interventi:

- Non sono utilizzate connessioni rigide con le strutture.
- La sezione del collettore è aumentata per ridurre la velocità di deflusso delle acque.
- Sono evitate le pendenze elevate del tubo di collegamento fra sifone e colonna di scarico, per ridurre i tipici "gorgoglii".

### **Impianti di riscaldamento (tipo di funzionamento: Continuo)**

Interventi:

- Le tubazioni sono dotate di giunti elastici e ancoraggi flessibili.
- Gli elementi termo-radianti hanno un collegamento elastico con la tubatura.
- Gli elementi termo-radianti hanno un supporto elastico per l'ancoraggio alla parete o al solaio.
- La centrale termica è collocata all'esterno.
- La centrale termica è collocata in un locale di servizio.
- La centrale termica è delimitata da strutture ad elevato potere fonoisolante.
- La centrale termica è montata su supporti antivibranti.
- La canna fumaria è collegata alla caldaia con un elemento elastico.
- La canna fumaria è coibentata in acciaio e ancorata con supporti antivibranti alle pareti.

### **Impianti di condizionamento (tipo di funzionamento: Continuo)**

Interventi:

- Gli impianti sono posizionati in luoghi dove l'impatto è minore.
- Le staffe di supporto dell'impianto sono provviste di idonei giunti antivibranti.
- I macchinari sul tetto sono isolati con barriere antirumore.

### **Impianti elettrici (tipo di funzionamento: Continuo)**

Interventi:

- Le cassette elettriche e i quadri elettrici non sono posizionati sui due lati di una stessa parete in corrispondenza l'uno dell'altro.

## **5. STRUTTURE IN C.A. DI FONDAZIONE**

### **5.1 Normativa di riferimento**

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziato nel prosieguo della presente relazione:

**Legge 5 novembre 1971 n. 1086** (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)

"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"

**Legge 2 febbraio 1974 n. 64** (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)

"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"

Indicazioni progettive per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.

**D. M. Infrastrutture Trasporti 14 gennaio 2008** (G.U. 4 febbraio 2008 n. 29 - Suppl. Ord.)

"Norme tecniche per le Costruzioni"

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nella:

**Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**

(G.U. 26 febbraio 2009 n. 27 – Suppl. Ord.)

"Istruzioni per l'applicazione delle 'Norme Tecniche delle Costruzioni' di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

**7.1 MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE DI CALCOLO**

Per la realizzazione dell'opera in oggetto saranno impiegati i seguenti materiali:

**7.2 MATERIALI CALCESTRUZZO ARMATO**
**Caratteristiche calcestruzzo armato**

N <sub>id</sub>	$\gamma_k$	$\alpha_{T, i}$	E	G	C <sub>Erid</sub>	Stz	R <sub>ck</sub>	R <sub>cm</sub>	%R <sub>ck</sub>	$\gamma_c$	f <sub>cd</sub>	f <sub>ctd</sub>	f <sub>cfm</sub>	n	n Ac
	[N/m <sup>3</sup> ]	[1/°C]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[%]		[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]			[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		
<b>Cls C25/30_B450C - (C25/30)</b>															
001	25 000	0,000010	31 447	13 103	60	P	30,00	-	0,85	1,50	14,11	1,19	3,07	15	002
<b>Cls C20/25_B450C - (C20/25)</b>															
003	25 000	0,000010	30 200	12 583	60	P	25,00	-	0,85	1,50	11,76	1,06	2,72	15	002

**LEGENDA:**

- N<sub>id</sub>** Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.
- $\gamma_k$**  Peso specifico.
- $\alpha_{T, i}$**  Coefficiente di dilatazione termica.
- E** Modulo elastico normale.
- G** Modulo elastico tangenziale.
- C<sub>Erid</sub>** Coefficiente di riduzione del Modulo elastico normale per Analisi Sismica [ $E_{sisma} = E \cdot C_{Erid}$ ].
- Stz** Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).
- R<sub>ck</sub>** Resistenza caratteristica cubica.
- R<sub>cm</sub>** Resistenza media cubica.
- %R<sub>ck</sub>** Percentuale di riduzione della R<sub>ck</sub>
- $\gamma_c$**  Coefficiente parziale di sicurezza del materiale.
- f<sub>cd</sub>** Resistenza di calcolo a compressione.
- f<sub>ctd</sub>** Resistenza di calcolo a trazione.
- f<sub>cfm</sub>** Resistenza media a trazione per flessione.
- n Ac** Identificativo, nella relativa tabella materiali, dell'acciaio utilizzato: [-] = parametro NON significativo per il materiale.

### 7.3 MATERIALI ACCIAIO

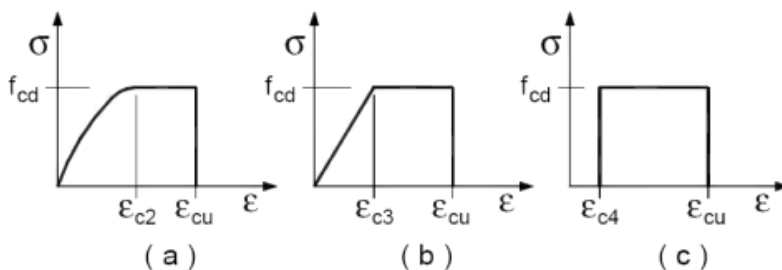
**Caratteristiche acciaio**

N <sub>id</sub>	$\gamma_k$	$\alpha_{T,i}$	E	G	Stz	$f_{yk,1}/$ $f_{yk,2}$	$f_{tk,1}/$ $f_{tk,2}$	$f_{yd,1}/$ $f_{yd,2}$	$f_{td}$	$\gamma_s$	$\gamma_{M1}$	$\gamma_{M2}$	$\gamma_{M3,SLV}$	$\gamma_{M3,SLE}$	$\gamma_{M7}$
	[N/m <sup>3</sup> ]	[1/°C]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]						
<b>Acciaio B450C - (B450C)</b>															
002	78 500	0,000010	210 000	80 769	-	450,00	-	326,09	-	1,15	-	-	-	-	-

**LEGENDA:**

- N<sub>id</sub>** Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.
- $\gamma_k$**  Peso specifico.
- $\alpha_{T,i}$**  Coefficiente di dilatazione termica.
- E** Modulo elastico normale.
- G** Modulo elastico tangenziale.
- Stz** Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).
- $f_{tk,1}$**  Resistenza caratteristica a Rottura (per profili  $\leq 40$  mm).
- $f_{tk,2}$**  Resistenza caratteristica a Rottura (per profili  $40 \text{ mm} < t \leq 80$  mm).
- $f_{td}$**  Resistenza di calcolo a Rottura (Bulloni).
- $\gamma_s$**  Coefficiente parziale di sicurezza allo SLV del materiale.
- $\gamma_{M1}$**  Coefficiente parziale di sicurezza per instabilità.
- $\gamma_{M2}$**  Coefficiente parziale di sicurezza per sezioni tese indebolite.
- $\gamma_{M3,SLV}$**  Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLV (Bulloni).
- $\gamma_{M3,SLE}$**  Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLE (Bulloni).
- $\gamma_{M7}$**  Coefficiente parziale di sicurezza precarico bulloni ad alta resistenza (Bulloni): [-] = parametro NON significativo per il materiale.
- $f_{yk,1}$**  Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con  $t \leq 40$  mm).
- $f_{yk,2}$**  Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con  $40 \text{ mm} < t \leq 80$  mm).
- $f_{yd,1}$**  Resistenza di calcolo (per profili con  $t \leq 40$  mm).
- $f_{yd,2}$**  Resistenza di calcolo (per profili con  $40 \text{ mm} < t \leq 80$  mm).
- NOTE** [-] = Parametro non significativo per il materiale.

I valori dei parametri caratteristici dei suddetti materiali sono riportati anche nei **tabulati di calcolo**, nella relativa sezione. Tutti i materiali impiegati dovranno essere comunque verificati con opportune prove di laboratorio secondo le prescrizioni della vigente Normativa. I diagrammi costitutivi del calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008; in particolare per le verifiche effettuate a pressoflessione retta e pressoflessione deviata è adottato il modello riportato in fig. (a).



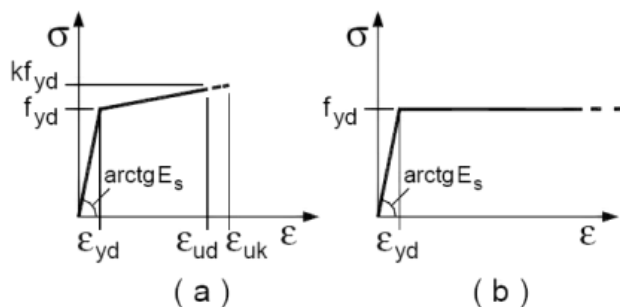
Diagrammi di calcolo tensione/deformazione del calcestruzzo.

I valori di deformazione assunti sono:

$$\varepsilon_{c2} = 0,0020;$$

$$\varepsilon_{cu2} = 0,0035.$$

I diagrammi costitutivi dell'acciaio sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.3 del D.M. 14 gennaio 2008; in particolare è adottato il modello elastico perfettamente plastico rappresentato in fig. (b).



La resistenza di calcolo è data da  $f_{yk}/\gamma_f$ . Il coefficiente di sicurezza  $\gamma_f$  si assume pari a 1.15.

#### 7.4 TERRENO DI FONDAZIONE

Le indagini effettuate, mirate alla valutazione della velocità delle onde di taglio (VS30) e/o del numero di colpi dello Standard Penetration Test (NSPT), permettono di classificare il profilo stratigrafico, ai fini della determinazione dell'azione sismica, di categoria C [C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti].

Tutti i parametri che caratterizzano i terreni di fondazione sono riportati nei tabulati di calcolo, nella relativa sezione. Per ulteriori dettagli si rimanda alle relazioni geologica e geotecnica.

#### 7.5 ANALISI DEI CARICHI

Un'accurata valutazione dei carichi è un requisito imprescindibile di una corretta progettazione, in particolare per le costruzioni realizzate in zona sismica.

Essa, infatti, è fondamentale ai fini della determinazione delle forze sismiche, in quanto incide sulla valutazione delle masse e dei periodi propri della struttura dai quali dipendono i valori delle accelerazioni (ordinate degli spettri di progetto).

La valutazione dei carichi e dei sovraccarichi è stata effettuata in accordo con le disposizioni del **Decreto Ministero Infrastrutture Trasporti 14 gennaio 2008** (G. U. 4 febbraio 2008, n. 29 - Suppl.Ord.) "Norme tecniche per le Costruzioni"

La valutazione dei carichi permanenti è effettuata sulle dimensioni definitive.

Le analisi effettuate, corredate da dettagliate descrizioni, oltre che nei tabulati di calcolo nella relativa sezione, sono di seguito riportate:

Analisi carichi										
N <sub>id</sub>	T. C.	Descrizione del Carico	Tipologie di Carico	Peso Proprio		Permanente NON Strutturale		Sovraccarico Accidentale		Carico Neve
				Descrizione	PP	Descrizione	PNS	Descrizione	SA	
										[N/m <sup>2</sup> ]
001	S	LatCem Cop. acc. H20	Coperture	Solaio di tipo tradizionale latero-cementizio di spessore 20 cm (16+4)	2 800	Manto di copertura, impermeabilizzazione e intonaco inferiore	1 360	Coperture praticabili di locali di abitazione (Cat. H2 – Tab. 3.1.II - DM 14.01.2008)	2 000	1 000

LEGENDA:

**N<sub>id</sub>** Numero identificativo dell'analisi di carico.

**T. C.** Identificativo del tipo di carico: [S] = Superficiale - [L] = Lineare - [C] = Concentrato.

**PP, PNS, SA** Valori, rispettivamente, del Peso Proprio, del Sovraccarico Permanente NON strutturale, del Sovraccarico Accidentale. Secondo il tipo di carico indicato

**SA** nella colonna "T.C." ("S" - "L" - "C"), i valori riportati nelle colonne "PP", "PNS" e "SA", sono espressi in [N/m<sup>2</sup>] per carichi Superficiali, [N/m] per carichi Lineari, [N] per carichi Concentrati.

## 7.6 AZIONI SULLA STRUTTURA

I calcoli e le verifiche sono condotti con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del D.M. 14 gennaio 2008.

I carichi agenti sui solai, derivanti dall'analisi dei carichi, vengono ripartiti dal programma di calcolo in modo automatico sulle membrature (travi, pilastri, pareti, solette, platee, ecc.).

I carichi dovuti ai tamponamenti, sia sulle travi di fondazione che su quelle di piano, sono schematizzati come carichi lineari agenti esclusivamente sulle aste.

Su tutti gli elementi strutturali è inoltre possibile applicare direttamente ulteriori azioni concentrate e/o distribuite (variabili con legge lineare ed agenti lungo tutta l'asta o su tratti limitati di essa).

Le azioni introdotte direttamente sono combinate con le altre (carichi permanenti, accidentali e sisma) mediante le combinazioni di carico di seguito descritte; da esse si ottengono i valori probabilistici da impiegare successivamente nelle verifiche.

## 7.7 Stato Limite di Salvaguardia della Vita

Le azioni sulla costruzione sono state cumulate in modo da determinare condizioni di carico tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto della probabilità ridotta di intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli, come consentito dalle norme vigenti.

Per gli stati limite ultimi sono state adottate le combinazioni del tipo:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (1)$$

dove:

- $G_1$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo);
- $G_2$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- $P$  rappresenta l'azione di pretensione e/o precompressione;
- $Q$  azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:
- di lunga durata: agisce con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
  - di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;
- $Q_{ki}$  rappresenta il valore caratteristico della  $i$ -esima azione variabile;
- $\gamma_g, \gamma_q, \gamma_p$  coefficienti parziali come definiti nella tabella 2.6.I del DM 14 gennaio 2008;
- $\psi_{0i}$  sono i coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici.

Le 10 combinazioni risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico elementare: ciascuna condizione di carico accidentale, a rotazione, è stata considerata sollecitazione di base ( $Q_{k1}$  nella formula precedente). I coefficienti relativi a tali combinazioni di carico sono riportati negli allegati tabulati di calcolo.

Le verifiche strutturali e geotecniche delle fondazioni, sono state effettuate con l'**Approccio 2** come definito al p. 2.6.1 del DM 14/01/2008, attraverso la combinazione **A1+M1+R3**. Le azioni sono state amplificate tramite i coefficienti della colonna A1 (STR) definiti nella tabella 6.2.I del DM 14/01/2008.

I valori di resistenza del terreno sono stati ridotti tramite i coefficienti della colonna M1 definiti nella 6.2.II del DM 14/01/2008. Si è quindi provveduto a progettare le armature di ogni elemento strutturale per ciascuno dei valori ottenuti secondo le modalità precedentemente illustrate. Nella sezione relativa alle verifiche dei "Tabulati di calcolo" in allegato sono riportati, per brevità, i valori della sollecitazione relativi alla combinazione cui corrisponde il minimo valore del coefficiente di sicurezza.

## 7.8 Stati Limite di Esercizio

Allo Stato Limite di Esercizio le sollecitazioni con cui sono state semi progettate le aste in c.a. sono state ricavate applicando le formule riportate nel D.M. 14 gennaio 2008 - Norme tecniche per le costruzioni - al punto 2.5.3. Per le verifiche agli stati limite di esercizio, a seconda dei casi, si fa riferimento alle seguenti combinazioni di carico:

rara	frequente	quasi permanente
$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P + Q_{k1} + \sum_{i > 1} \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$	$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{i > 1} \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$	$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

dove:

- $G_{kj}$  valore caratteristico della j-esima azione permanente;
- $P_{kh}$  valore caratteristico della h-esima deformazione impressa;
- $Q_{ki}$  valore caratteristico dell'azione variabile di base di ogni combinazione;
- $Q_{ki}$  valore caratteristico della i-esima azione variabile;
- $\psi_{0i}$  coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili di durata breve ma ancora significativi nei riguardi della possibile concomitanza con altre azioni variabili;
- $\psi_{1i}$  coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili ai frattili di ordine 0,95 delle distribuzioni dei valori istantanei;
- $\psi_{2i}$  coefficiente atto a definire i valori quasi permanenti delle azioni ammissibili ai valori medi delle distribuzioni dei valori istantanei.

Ai coefficienti  $\psi_{0i}$ ,  $\psi_{1i}$ ,  $\psi_{2i}$  sono attribuiti i seguenti valori:

<b>Azione</b>	$\psi_{0i}$	$\psi_{1i}$	$\psi_{2i}$
Categoria A – Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B – Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C – Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D – Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H – Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

In maniera analoga a quanto illustrato nel caso dello SLU le combinazioni risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico; a turno ogni condizione di carico accidentale è stata considerata sollecitazione di base ( $Q_{k1}$  nella formula (1)), con ciò dando origine a tanti valori combinati. Per ognuna delle combinazioni ottenute, in funzione dell'elemento (trave, pilastro, etc...) sono state effettuate le verifiche allo SLE (tensioni, deformazioni e fessurazione).

Negli allegati tabulati di calcolo sono riportanti i coefficienti relativi alle combinazioni di calcolo generate relativamente alle combinazioni di azioni "Quasi Permanente" (1), "Frequente" (1) e "Rara" (2).

Nelle sezioni relative alle verifiche allo SLE dei citati tabulati, inoltre, sono riportati i valori delle sollecitazioni relativi alle combinazioni che hanno originato i risultati più gravosi.

## 5.2 Progetto e Verifica degli elementi strutturali

La verifica degli elementi allo SLU avviene col seguente procedimento:

- si costruiscono le combinazioni non sismiche in base al D.M. 14.01.2008, ottenendo un insieme di sollecitazioni;
- si combinano tali sollecitazioni con quelle dovute all'azione del sisma secondo quanto indicato nel § 2.5.3, relazione (2.5.5) del D.M. 14/01/2008.
- per sollecitazioni semplici (flessione retta, taglio, etc.) si individuano i valori minimo e massimo con cui progettare o verificare l'elemento considerato; per sollecitazioni composte (pressoflessione retta/deviata) vengono eseguite le verifiche per tutte le possibili combinazioni e solo a seguito di ciò si individua quella che ha originato il minimo coefficiente di sicurezza.

## 5.3 Verifiche di Resistenza

Per quanto concerne il progetto degli elementi in c.a. illustriamo, in dettaglio, il procedimento seguito quando si è in presenza di pressoflessione deviata (pilastri e trave di sezione generica):

- per tutte le terne  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $N$ , individuate secondo la modalità precedentemente illustrata, si calcola il coefficiente di sicurezza in base alla formula 4.1.10 del D.M. 14 gennaio 2008, effettuando due verifiche a pressoflessione retta con la seguente formula:

$$\left( \frac{M_{Ex}}{M_{Rx}} \right)^\alpha + \left( \frac{M_{Ey}}{M_{Ry}} \right)^\alpha \leq 1$$

dove:

$M_{Ex}$ ,  $M_{Ey}$  sono i valori di calcolo delle due componenti di flessione retta dell'azione attorno agli assi di flessione X ed Y del sistema di riferimento locale;

$M_{Rx}$ ,  $M_{Ry}$  sono i valori di calcolo dei momenti resistenti di pressoflessione retta corrispondenti allo sforzo assiale  $N_{Ed}$  valutati separatamente attorno agli assi di flessione.

L'esponente alfa può dedursi in funzione della geometria della sezione, della percentuale meccanica dell'armatura e della sollecitazione di sforzo normale agente.

- se per almeno una di queste terne la relazione 4.1.10 non è rispettata, si incrementa l'armatura variando il diametro delle barre utilizzate e/o il numero delle stesse in maniera iterativa fino a quando la suddetta relazione è rispettata per tutte le terne considerate.

Sempre quanto concerne il progetto degli elementi in c.a. illustriamo in dettaglio il procedimento seguito per le travi verificate/semi progettate a pressoflessione retta:

- per tutte le coppie Mx, N, individuate secondo la modalità precedentemente illustrata, si calcola il coefficiente di sicurezza in base all'armatura adottata;
- se per almeno una di queste coppie esso è inferiore all'unità, si incrementa l'armatura variando il diametro delle barre utilizzate e/o il numero delle stesse in maniera iterativa fino a quando il coefficiente di sicurezza risulta maggiore o al più uguale all'unità per tutte le coppie considerate.

Nei tabulati di calcolo, per brevità, non potendo riportare una così grossa mole di dati, si riporta la terna Mx, My, N, o la coppia Mx, N che ha dato luogo al minimo coefficiente di sicurezza.

Una volta semi progettate le armature allo SLU, si procede alla verifica delle sezioni allo Stato Limite di Esercizio con le sollecitazioni derivanti dalle combinazioni rare, frequenti e quasi permanenti; se necessario, le armature vengono integrate per far rientrare le tensioni entro i massimi valori previsti.

Successivamente si procede alle verifiche alla deformazione, quando richiesto, ed alla fessurazione che, come è noto, sono tese ad assicurare la durabilità dell'opera nel tempo.

## 8 CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO

L'edificio oggetto di intervento è stato progettato nel rispetto del D.Lgs. 192/2005 e s.m.i., nonché dei relativi decreti attuativi, con particolare riferimento al D.M. 26/06/2015 ("Requisiti minimi"), garantendo il pieno soddisfacimento dei requisiti previsti per edifici di nuova costruzione.

L'intervento ricade nel territorio del Comune di Masainas, classificato in zona climatica C, per la quale risultano applicabili specifici limiti di trasmittanza termica e prestazione energetica. L'involucro edilizio è stato progettato mediante definizione puntuale delle stratigrafie degli elementi opachi e trasparenti, con particolare attenzione al contenimento delle dispersioni termiche, al controllo dei ponti termici e alla verifica del comportamento termo-igrometrico.

Le strutture opache verticali sono realizzate in muratura di laterizio termico intonacata su entrambi i lati con finitura civile a base cementizia, con stratigrafia idonea a garantire elevate prestazioni isolanti; la trasmittanza termica di progetto delle pareti risulta pari a  $U = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$ , inferiore al limite normativo previsto per la zona climatica di riferimento ( $U \leq 0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Le strutture orizzontali sono costituite da copertura a falde inclinate in struttura lignea opportunamente coibentata, con trasmittanza pari a  $U = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$  (limite  $U \leq 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), e da solaio contro terra realizzato su vespaio aerato, con trasmittanza pari a  $U = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$  (limite  $U \leq 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Le soluzioni adottate garantiscono adeguate prestazioni sia in regime invernale che estivo, contribuendo alla riduzione dei fabbisogni energetici e al miglioramento del comfort interno.

Gli elementi trasparenti sono costituiti da infissi in PVC a più camere, conformi alla norma UNI EN 14351-1, dotati di elevate prestazioni in termini di isolamento termico, tenuta all'aria, all'acqua e resistenza al vento, completi di ferramenta, guarnizioni perimetrali e accessori di posa. La componente vetrata è realizzata mediante vetrocamera isolante composto da due lastre di vetro float separate da intercapedine d'aria disidratata (tipologia 4-6-4). Le prestazioni termiche dei serramenti risultano pari a  $U_g = 2,70 \text{ W/m}^2\text{K}$  per la parte vetrata,  $U_f \leq 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$  per il telaio e  $U_w$  compreso tra 1,40 e 1,60  $\text{W/m}^2\text{K}$  per il serramento completo, valori conformi ai limiti di legge per la zona climatica C ( $U_w \leq 1,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).

Il progetto prevede inoltre l'integrazione delle fonti energetiche rinnovabili mediante utilizzo dell'impianto fotovoltaico esistente installato sulla copertura della palestra comunale adiacente, contribuendo alla copertura dei fabbisogni energetici dell'edificio e alla riduzione dell'energia primaria non rinnovabile, in conformità a quanto previsto dal D.Lgs. 28/2011 e s.m.i.

Sulla base delle caratteristiche dell'involucro edilizio, delle prestazioni dei componenti e del contributo delle fonti rinnovabili, l'edificio è progettato per conseguire una classe energetica prevista pari ad A3. Le verifiche effettuate nell'ambito della relazione tecnica ex Legge 10 evidenziano il pieno rispetto dei limiti di trasmittanza, dei fabbisogni energetici e delle prescrizioni normative vigenti, nonché la corretta gestione dei ponti termici e delle condizioni igrotermiche delle strutture.

Alla luce di quanto sopra, il fabbricato risulta conforme a tutti i requisiti di contenimento del consumo energetico previsti dal D.Lgs. 192/2005 e dai relativi decreti attuativi, garantendo elevate prestazioni energetiche, ridotti consumi e un adeguato livello di sostenibilità ambientale.

## Conclusioni

La presente relazione ha illustrato in maniera organica lo stato attuale dei luoghi, le caratteristiche dell'area di intervento e le opere previste nel progetto esecutivo, sviluppate in coerenza con gli indirizzi dell'Amministrazione Comunale e con gli esiti del precedente livello di progettazione.

Il progetto è stato definito a livello esecutivo sotto il profilo architettonico, strutturale e impiantistico, individuando puntualmente materiali, tecnologie costruttive e soluzioni tecniche, con particolare riferimento alla realizzazione della copertura in struttura lignea, all'ottimizzazione degli spazi funzionali e all'adeguamento dei servizi, nel rispetto del quadro economico disponibile.

Si ritiene di aver proceduto alla trattazione di tutti gli aspetti progettuali in conformità alla normativa vigente in materia di opere pubbliche, edilizia, sicurezza, contenimento dei consumi energetici e accessibilità, con riferimento al D.Lgs. 36/2023, al D.Lgs. 192/2005 e alle altre disposizioni tecniche applicabili.

L'intervento, configurandosi come nuova edificazione all'interno di un'area già destinata a servizi pubblici, risulta pienamente compatibile sotto il profilo urbanistico, ambientale e funzionale, contribuendo al completamento e al potenziamento delle dotazioni collettive esistenti.

Dalle analisi svolte e dagli approfondimenti progettuali non emergono fattori di criticità rilevanti né elementi di incoerenza tali da compromettere la realizzazione dell'opera; al contrario, risultano soddisfatte le condizioni di fattibilità tecnica, economica e amministrativa, nonché i requisiti di cantierabilità dell'intervento.

Alla luce di quanto sopra, si ritiene che la soluzione progettuale adottata sia idonea al raggiungimento degli obiettivi prefissati dall'Amministrazione Comunale, garantendo adeguati livelli di qualità architettonica, efficienza energetica, sicurezza e durabilità dell'opera.