

Comune di Borgomanero
Provincia di Novara

CONSORZIO
INTERCOMUNALE PER LA
GESTIONE DEI SERVIZI
SOCIO-ASSISTENZIALI
(CISS)

**CENTRO
POLIVALENTE
RELAZIONI**

**e
CALCOLI
STRUTTURE**

**DPR 207/2010
art. 33
comma 1
lettere b d**



RELAZIONE TECNICA

1- DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

Il progetto prevede di destinare a Centro polivalente l'area del vecchio "capannone nord" e di una parte del "blocco centrale" di nuova costruzione, per una superficie di circa 430 mq.

Per la realizzazione del Centro Polivalente si prevede l'esecuzione di opere di recupero del fabbricato esistente, e la costruzione di un nuovo padiglione.

Gli interventi della presente relazione riguardano:

A) **OPERE IN AMPLIAMENTO** che avranno le seguenti caratteristiche:

Scavi e riempimenti:

Scavi di materiali per la realizzazione delle nuove fondazioni, e per tutte le nuove tubazioni esterne: fognature bianche e nere, rete elettrica, telefonica, metano, acqua, riscaldamento, impianto di illuminazione delle aree esterne. Per le fondazioni si prevede lo scavo fino a cm 160 circa di profondità al fine di pervenire ad un terreno di buona consistenza, così come individuato nella relazione geotecnica a firma del dott. geol. Mattia Bertani, ed il successivo riempimento con materiale costipato.

Fondazioni:

Il progetto prevede la realizzazione di trave di fondazione rovescia con dimensioni 50*50 cm in corrispondenza dei pilastri in c.a a confine con l'edificio esistente, travi di fondazioni continue delle dimensioni di 50*40 cm gettate in opera con i marciapiedi realizzati in getto pieno con spessore pari a 15 cm, cordolo 30*40 cm in affiancamento alla struttura esistente. Tali travi verranno realizzate su strato di pulizia in magrone dello spessore di circa 10 cm.

Vespaio tipo iglù

Per tutte le aree coperte si prevede la realizzazione di un vespaio aerato con casseri a perdere in materiale plastico riciclato tipo iglù, al fine di creare un idoneo isolamento dal terreno.

Strutture e murature

Interessano la costruzione del nuovo padiglione e del fabbricato di raccordo: consisteranno in murature portanti di elevazione, e pilastri in c.a gettati in opera in affiancamento all'edificio esistente adiacente.

Le murature perimetrali di chiusura saranno realizzate con blocchi di laterizio portante alveolato tipo "Normatris" per la muratura in zona sismica con fori verticali a sezione rettangolare con dimensioni 41*25*19, preisolati internamente con pannelli isolanti di polistirene espanso dello spessore di cm 8.

Solai:

Nuovo solaio con andamento inclinato per il nuovo padiglione spogliatoi/wc realizzato in latero-cemento a travetti con traliccio prefabbricato, pignatte di alleggerimento e getto di completamento delle nervature e della cappa in calcestruzzo dello spessore di 16+5 cm.

Nuovo solaio con andamento piano per locali per il personale realizzato in latero-cemento a travetti con traliccio prefabbricato, pignatte di alleggerimento e getto di completamento delle nervature e della cappa in calcestruzzo dello spessore di 20+5 cm.

Nuovo solaio di copertura piano a sbalzo in corrispondenza dell'ingresso realizzato in latero-cemento con travetti a traliccio prefabbricato, pignatte di alleggerimento e getto di completamento delle nervature e della cappa in calcestruzzo dello spessore di 12+5 cm.

Tali solai poggeranno sulle travi in c.a e corree.

Tamponamenti interni:

Le tramezze dei wc del nuovo padiglione saranno realizzate in muratura di mattoni di laterizio, semipieni o forati seconda la funzione che essi devono assicurare. Tali murature saranno legate con malta bastarda.

Le restanti partizioni interne verranno realizzate in cartongesso.

B) INTERVENTI DI RIPARAZIONE LOCALE

L'intervento di consolidamento verrà effettuato in corrispondenza dei locali destinati ad ambulatorio e sala medica. L'intervento oggetto della presente relazione si rende necessario data la presenza di lesioni passanti presenti in corrispondenza del solaio di copertura, in latero cemento armato, privo di cappa collaborante superiore. Le lesioni significative corrono parallelamente alle nervature del solaio e sono dovute ad un fenomeno di lieve distacco in sommità per rotazione del fronte dell'edificio rispetto al solaio. Per ripristinare lo stato dei luoghi e garantire la sicurezza delle strutture esistenti, sono previste connessioni tra gli elementi strutturali esistenti, mediante l'inserimento di tiranti.

Il progetto di consolidamento prevede l'inserimento di n.12 barre diam. 26 mm filettate alle estremità per circa 30 cm. Tali barre verranno inserite appena al di sotto del solaio esistente (vedi tavola 3) e fissate ai muri portanti esistenti mediante ausilio di profili metallici e/o piastre.

La risarcitura delle lesioni del solaio esistente sarà attuata mediante rimozione di due corsi di pignatte in laterizio fessurate e compromesse con successivo ripristino mediante la realizzazione di nervature in c.a armata e gettata in opera entro lo spessore di solaio.

Per maggiori ragguagli si rimanda alla tavola 3 allegata alla denuncia.

2-NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziando nel proseguo 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”

3. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO

Per le caratteristiche dell'opera, secondo quanto previsto al paragrafo 2.4 Delle N.T. 2008, di concerto con il committente, si dichiara che:

-Metodo di analisi **D.M. 14/01/2008 (N.T.C.)**

-La vita nominale **V_n** della costruzione è pari a **50 anni** (definita per costruzioni di “tipo 2” opere ordinarie)

-La classe d'uso è la **Classe II** (definita per costruzioni con presenza di normali affollamenti)

-Il periodo di riferimento **V_r** della costruzione è pari a **50 anni**

Secondo quanto previsto al paragrafo 3,2 Delle N.T. 2008, si dichiara che:

-La categoria del sottosuolo **C1**

-La categoria topografica **T1**

-L'amplificazione topografica **ST 1**

-Zona sismica del sito : **Zona 4**

-Classe di duttilità: **CD “B”**

-Località: **comune di Borgomanero (NO),**

Latitudine (deg): **45,7033°**

Longitudine (deg): **8,4592°**

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione di calcolo delle strutture portanti

4. VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata valutata in conformità alle indicazioni riportate al capitolo 7 del D.M. 14 gennaio 2008 “Norme tecniche per le Costruzioni” per le costruzioni da edificarsi in siti ricadenti in **zona 4**. In particolare si è fatto riferimento alla procedura semplificata.

In tal caso le sollecitazioni sismiche, per tutti i **tipi di costruzione, le classi d'uso** e per qualsiasi **categoria di sottosuolo** del terreno, debbono essere valutate considerando la combinazione di azioni definita nel § 3.2.4 ed applicando, in due direzioni ortogonali, un sistema di forze orizzontali calcolate assumendo uno spettro di progetto costante e pari a $S_d(T)=0,07g$.

Premesso ciò, va specificato che il *Capitolo 7* enuncia quanto segue:

“Le costruzioni da edificarsi in siti ricadenti in zona 4 possono essere progettate e verificate applicando le sole regole valide per le strutture non soggette all’azione sismica, alle condizioni di seguito enunciate:

- *i diaframmi orizzontali devono rispettare quanto prescritto al § 7.2.6;*
- *gli elementi strutturali devono rispettare le limitazioni, in termini di geometria e di quantitativi d’armatura, relative alla CD “B” quale definita nel § 7.2.1;*
- *le sollecitazioni debbono essere valutate considerando la combinazione di azioni definita nel § 3.2.4 ed applicando, in due direzioni ortogonali, il sistema di forze orizzontali definito dalle espressioni (7.3.6) e (7.3.7), in cui si assumerà $S_d(T1) = 0,07g$ per tutte le tipologie.*

Le relative verifiche di sicurezza debbono essere effettuate, in modo indipendente nelle due direzioni, allo stato limite ultimo. Non è richiesta la verifica agli stati limite di esercizio.”

Poiché dall’elenco dei comuni classificati allegato all’OPCM 3274 – “*Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l’adeguamento sismico degli edifici*” e s.m.i., il comune di Borgomanero (NO) risulta trovarsi in ZONA 4, si è proceduto a verificare le tre condizioni sopra indicate.

Di seguito i valori utilizzati per il progetto:

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
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 ≤ 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 ≤ 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

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.

Per il dimensionamento degli elementi è stato considerato un carico supplementare per una ipotetica sopraelevazione dell’edificio.

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:

- G₁ 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);
- G₂ rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- P rappresenta pretensione e precompressione;
- Q azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:
- di lunga durata: agiscono 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;
- g_g, g_q, g_p coefficienti parziali come definiti nella tabella 2.6.I del DM 14 gennaio 2008;
- y_{0i} sono i coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici.

5. ANALISI DEI CARICHI

Secondo il Decreto 14 gennaio 2008 – “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” occorre valutare le sollecitazioni presenti nelle strutture quando sottoposte sia alle azioni statiche (peso proprio e carichi accidentali, inclusi neve e vento) sia alle azioni dovute ad un evento sismico, secondo le combinazioni enunciate ai paragrafi 2.5.3. e 3.2.4. delle NT 2008.

Di seguito le tabelle con indicazione dei carichi :

Carichi permanenti

(non rimuovibili durante il normale esercizio della costruzione):

Peso proprio cemento armato	25,00 KN/mc
Peso proprio solaio con travetti prefabbricati a traliccio h=20+5	3,00 KN/mq
Peso proprio solaio con travetti prefabbricati a traliccio h=16+5	2,97 KN/mq
Peso proprio solaio con travetti prefabbricati a traliccio h=12+5	2,54 KN/mq
Sottofondi e impianti	1,35 KN/mq
Tramezze e chiusure verticali	0,70 KN/mq
Murature perimetrali in blocchi di laterizio tipo Normatris 41*25*19	775 KN/mc

Sovraccarichi variabili:

Ambienti non suscettibili ad affollamento (locali abitazione e relativi servizi, alberghi, uffici non aperti al pubblico) e relativi terrazzi e livello praticabili (solaio di copertura piano nuovo edificio)	2,00 KN/mq
Neve (solaio di copertura inclinato h=16+5)	1,60 KN/mq

Di seguito tabella riepilogativa dei carichi permanentemente portati ed accidentali gravanti sui nuovi solai considerati per il dimensionamento della struttura.

Solaio con travetti prefabbricati a traliccio h=20+5	Perm. 2,50 KN/mq + 2,00 KN/mq
Solaio con travetti prefabbricati a traliccio h=16+5	Perm. 2,50 KN/mq + 1,60 KN/mq
Solaio con travetti prefabbricati a traliccio h=12+5	Perm. 1,50 KN/mq + 2,00 KN/mq

6. MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE DI CALCOLO

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

Calcestruzzo tipo C25/30 (Resistenza caratteristica $R_{ck}=30$ N/mm²)

Ne risultano le seguenti caratteristiche minime:

- Massimo rapporto a/c: 0,6
- Minima classe di resistenza: C25/30
- Minimo contenuto in cemento: 300 kg/m³

Oltre a ciò si definisce che il valore minimo del copriferro deve risultare di 2,5 cm per strutture fuori terra e 4 cm per le opere in fondazione e che la maturazione si intende al 28° giorno, senza alcun processo accelerante.

Barre di acciaio ad aderenza migliorata Acciaio tipo B450C (resistenza caratteristica $F_{yk}=450$ N./mm²)

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

Blocchi di laterizio portante alveolato tipo "Normatris" per la muratura in zona sismica con fori verticali a sezione rettangolare con dimensioni 41*25*19 utilizzati per le chiusure perimetrali con le seguenti caratteristiche :

- percentuale volumetrica degli eventuali vuoti 44% del volume totale del blocco,
- resistenza caratteristica a rottura nella direzione portante (f_{bk}), calcolata sull'area al bordo delle forature, 22,98 N/mm²,
- resistenza caratteristica a rottura nella direzione perpendicolare a quella portante ossia nel piano di sviluppo della parete (f_{bk}) 4,58 N/mm²

Tutti i materiali impiegati dovranno essere comunque verificati con opportune prove di laboratorio secondo le prescrizioni della vigente Normativa.

7. VERIFICA MURATURE PORTANTI

Gli elementi da utilizzare per costruzioni in muratura portante devono essere tali da evitare rotture eccessivamente fragili. A tal fine gli elementi devono possedere i seguenti requisiti:

- percentuale volumetrica degli eventuali vuoti non superiore a 45% del volume totale del blocco,
- resistenza caratteristica a rottura nella direzione portante (f_{bk}), calcolata sull'area al bordo delle forature, non inferiore a 5 Mpa,
- resistenza caratteristica a rottura nella direzione perpendicolare a quella portante ossia nel piano di sviluppo della parete (f_{bk}), calcolata nello stesso modo, non inferiore a 1,5 Mpa

Nel caso specifico si adotterà un blocco portante per la muratura in zona sismica con fori verticali a sezione rettangolare con dimensioni 41*25*19 tipo Normatris. Di seguito le caratteristiche del blocco:

- percentuale volumetrica degli eventuali vuoti 44% del volume totale del blocco,
- resistenza caratteristica a rottura nella direzione portante (f_{bk}), calcolata sull'area al bordo delle forature, 22,98 N/mm²,
- resistenza caratteristica a rottura nella direzione perpendicolare a quella portante ossia nel piano di sviluppo della parete (f_{bk}), 4,58 N/mm²

Di seguito la distinta dei carichi considerati per il dimensionamento della struttura:

4. peso proprio muratura 775 kg/m²
5. peso solaio piano (20+5cm)..... 750 kg/m²
6. peso solaio piano gronda (12+5cm)..... 604 kg/m²

Effettuate tali considerazioni si procede alle seguenti verifiche:

Resistenza caratteristica a compressione:

Dalle *NTC tabella 11.10.IV* con malta M8 (resistenza a compressione 8 N/mm²) e blocchi con $f_{bk}=22,98$ N/mm² si ottiene $f_k=7,50$ N/mm²

dove f_k : resistenza caratteristica a compressione del blocco
 f_{kb} : resistenza caratteristica del blocco

Resistenza di calcolo f_d (con blocchi di categoria II e classe di esecuzione 2, condizione peggiore):

$$f_d = f_k / \gamma_m = 7,50 / 3 = 2,5 \text{ N/mm}^2 \text{ (tab. 4.5.II);}$$

$$f_d = f_k / \gamma_m = 7,50 / 2 = 3,75 \text{ N/mm}^2 \text{ (par. 7.8.1.1, progetto sismico)}$$

Resistenza di progetto f_d (calcolata in corrispondenza della sezione c-c maggiormente sollecitata):

$$f_{d\text{progetto}} = 0,255 \text{ N/mm}^2 \text{ ----- Verificato}$$

Resistenza caratteristica a taglio:

La resistenza caratteristica a taglio della muratura è definita dalla relazione

$$f_{vk} = f_{vk0} + 0,4 \sigma_n$$

dove: - f_{vk0} è la resistenza caratteristica a taglio in assenza di carichi verticali
(Secondo valori tabellari e in base al tipo di malta $f_{vk0} = 3 \text{ kg/cm}^2$)
- σ_n è la tensione media dovuta ai carichi verticali agenti nella sezione di verifica
($\sigma_n = 0,85 \cdot f_d = 31,87 \text{ kg/cm}^2$)

si avrà pertanto:

$$f_{vk} = 3 + 12,75 \text{ kg/cm}^2 = 15,75 \text{ kg/cm}^2$$

deve risultare inoltre

$$f_{vk} < f_{vk,lim} \quad (1,4 f_{bk} = 64,12 \text{ kg/cm}^2) \text{ ----- verificato}$$

dove: - $f_{vk,lim}$ valore massimo della resistenza caratteristica a taglio che può essere impegnata nel calcolo
- f_{bk} valore caratteristico della resistenza degli elementi in direzione orizzontale e nel piano del muro (da schede tecniche $f_{bk} = 45,8 \text{ kg/cm}^2$)

8-BONIFICA GEOTECNICA DELLO STRATO DI FONDAZIONE

Alla luce di quanto emerso dalle prove geologico-tecniche e dall'analisi stratigrafica del terreno, al fine di garantire un adeguato piano di posa delle fondazioni e per limitare l'entità dei cedimenti, risulta necessaria l'esecuzione di una bonifica geotecnica del terreno, tale operazione di facile esecuzione consiste nell'asportare il materiale di scarsa qualità geotecnica presente alla quota superficiale, sostituendolo con materiale più grossolano e competente. In tal modo le opere di fondazione andranno a insistere su depositi compatti e geotecnicamente migliori.

Pertanto si consiglia:

- partendo dalla quota di imposta delle fondazioni, a circa 0,5/0,6 m dal piano campagna, realizzazione di uno scavo fino alla profondità di circa -1,5/1,7 m dal piano campagna,
- asportazione di circa 1,0/1,1 m di materiale con scarse caratteristiche geotecniche
- posa di geocomposito che avrà la funzione di ripartitore di carico e di rendere iniforme l'interfaccia tra terreno naturale e di riporto,
- riquotatura mediante stesa di materiale con diametro massimo dei ciottoli non superiore a 20 cm e fuso granulometrico pieno, è di fondamentale importanza infatti anche una matrice fine che renda di fatto compatto il materiale,

- il materiale di riporto dovrà essere messo in posto per strati aventi uno spessore pari a circa 30 cm, opportunamente rullati e compattati

Al fine di garantire la corretta esecuzione della bonifica e garantire il suo ottimale funzionamento geotecnico, è consigliata l'esecuzione di una prova di carico su piastra a due cicli di carico.

I risultati della prova dovranno fornire un valore di Modulo di Deformazione (Md) non inferiore a 600 (o 700) kg/cmq, misurato sull'intervallo 150-250 kPa, ed un grado di costipamento (dato dal rapporto tra il modulo di deformazione relativo al primo ed al secondo ciclo di carico) di almeno 0,30.

(il tecnico)

revisione aprile 2016

Arch. Giorgio Ingaramo
Vicolo Agogna 8
28021 BORGOMANERO
0322 846793 - 339 2118301
E-mail: g.ingaramo@tiscali.it

Arch. Laura Apollonio
Via Alfieri 27
28021 BORGOMANERO
0322 844078 - 347 0328968
E-mail: laura.apo@iol.it