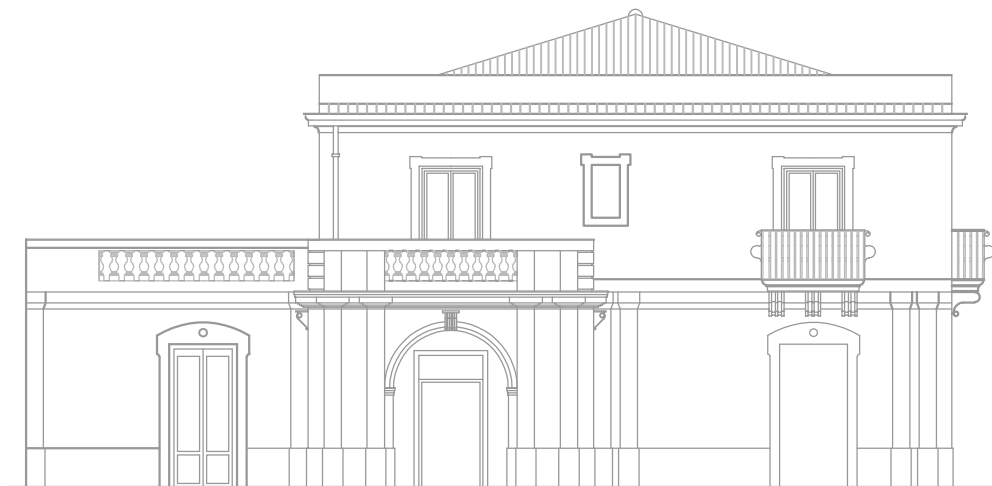


Comune di Palermo

Progetto di Restauro e Risanamento Conservativo
di Villa Lisetta interna all'Istituto Gonzaga di Palermo
in via Piersanti Mattarella, 38/42



Elaborato: ESECUTIVO

Relazione Specialistica Strutture e Relazione sui Materiali

Tavola:

R2

Scala:

Data:

10/01/2018

Gruppo di progettazione:

Ing. Paolino Gervasi
Ing. Daniele Gervasi
Ing. Maurizio Migliorino
Arch. Lavinia Romano
Arch. Ornella Correnti
Dott. Arch. Giulia Lupo

I Progettisti:

Ing. Paolino Gervasi

Ing. Daniele Gervasi

Ing. Maurizio Migliorino

Arch. Lavinia Romano

Arch. Ornella Correnti

Il Committente:

Casa della Compagnia di Gesù
detta Collegio Gonzaga

Technè Ingegneri Ass.
via Franz Lehar, 6 Palermo
technè.ing@libero.it
tel. 091.5075648



RELAZIONE TECNICA E RELAZIONE SUI MATERIALI

Premessa

La presente relazione tecnica descrittiva intende fornire le indicazioni progettuali che verranno approntate in fase di esecuzione lavori per l'adeguamento funzionale dell'edificio denominato Casina Lisetta sito nella proprietà della Casa della Compagnia di Gesù – Collegio Gonzaga.

Gli interventi principali sulle strutture riguardano:

- il consolidamento del portico d'ingresso mediante la sostituzione dei capochiave, l'inserimento di nuovi tiranti e la cucitura di alcune lesioni presenti nei conci degli archi;
- l'inserimento di un ascensore oleodinamico di collegamento tra il piano terra e il primo piano;
- lo spostamento di un vano porta al piano primo ed inserimento di architrave in profilati metallici.

Il progetto definito è stato presentato all'Ufficio Città Storica del comune di Palermo con protocollo n° 483702 del 16/06/2015; in data 27 agosto 2015 è stata indetta una conferenza di servizi, ai sensi dell'art. 5 L.R. 12.07.2011 n.12. A detta conferenza sono presenti:

- Comune di Palermo;
- Ufficio del Genio Civile di Palermo;
- Servizio Soprintendenza Beni Culturali e Ambientali di Palermo;
- Comando Provinciale dei VVF di Palermo;

In tale conferenza sono stati dati i seguenti pareri favorevoli:

- Parere Favorevole n. 5158/S16.6 del 25.08.2015 rilasciato dalla Soprintendenza BB.CC.AA;
- Parere Favorevole n. 61600 del 25.08.2015 rilasciato dall'Ufficio del Genio Civile di Palermo;
- Parere Favorevole n. 2008 del 26.08.2015 rilasciato dall' Azienda Sanitaria Provinciale di Palermo;
- Parere Favorevole del 14.08.2015 rilasciato dall' Ufficio Città Storica – Comune di Palermo.
- Parere Favorevole in sede di conferenza di servizio rilasciato dal Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco.

Le variazioni apportate al progetto definitivo riguardano sopravvenute esigenze della committenza e prescrizioni avute in sede di conferenza di servizio; la destinazione d'uso rimane sempre quella di locali dell'amministrazione scolastica e le principali varianti sono:

- Ampliamento del parco a verde attorno il fabbricato oggetto del restauro;
- Diversa distribuzione interna di alcuni locali del solo piano terra e ricollocazione del vano corsa dell'ascensore.

Le norme di calcolo utilizzate sono Norme Tecniche per le costruzioni D.M. 14.01.2008 e circolare 02.02.2009 n°617/C.S.LL.PP.

Descrizione e consistenza dell'immobile

In merito alla data di realizzazione della Casina Lisetta non si hanno notizie certe; da alcune documentazioni si conosce che fu realizzata nel '700 e che successivamente fu residenza della famiglia Whitaker.

La Casina è costituita da due elevazioni fuori terra, in muratura portante di conci di tufo ed il rivestimento esterno è stato realizzato con intonaco in grassello di calce;

il fronte principale è caratterizzato da un portico quadrato addossato al prospetto, con archi sui tre fronti, realizzato anch'esso in muratura tufacea ma privo di intonaco e lasciato pertanto a faccia vista; il portico in questione al primo piano presenta una terrazza calpestabile con pavimentazione in cotto e balaustra scolpita in pietra tufacea. L'intradosso del portico è rivestito con maioliche dipinte.

La consistenza dell'edificio, la struttura esterna, non ha subito modifiche nella sua caratteristica originaria, a meno di una variazione rilevante compiuta intorno al 1920, quando sul suolo attiguo alla Casina, fu realizzata la prima ala del Collegio (denominato Corpo "A") collegata a mezzo di un corpo basso con il prospetto sud-est della Casina.

Per quanto concerne la distribuzione interna, al piano terra, una parte dell'immobile è stato adeguato ad archivio/biblioteca, chiamato Fondo Antico, dove sono raccolti e custoditi libri di interesse storico, mentre un'altra parte è stata destinata alla realizzazione di un piccolo bar-ristoro e servizi igienici, spogliatoi per gli impianti sportivi. Al primo piano, raggiungibile dall'androne tramite scala interna, le stanze hanno mantenuto la loro distribuzione originaria a meno di alcune variazioni dovute all'adeguamento dei servizi igienici o per necessità di spazi. In linea di massima, in entrambi i piani sono state realizzate soltanto alcune tramezzature e nessun intervento fortemente invasivo.

Descrizione dell'intervento progettuale

Al fine di adeguare gli spazi interni della Casina alle nuove esigenze della proprietà, si è proceduto ad una nuova distribuzione funzionale degli interni, cercando inoltre di restituire alla Casina il ruolo cardine originario nel contesto del Collegio Gonzaga. Il progetto si basa sulla necessità di riorganizzare gli spazi esistenti, inoltre al piano terra, col trasferimento dell'esistente Fondo Antico in altra sede, troveranno un'adeguata collocazione gli uffici dell'amministrazione della scuola. Ed infine, per rendere possibile l'accesso al piano primo da parte dei disabili, è stata prevista l'installazione di un ascensore in un luogo perfettamente accessibile, in uno spazio che non comporti elevati stravolgimenti né strutturali né

distributivi al complesso dell'edificio storico.

Pertanto le sostanziali variazioni distributive degli interni riguarderanno:

Pertanto le sostanziali variazioni distributive degli interni riguarderanno:

- **piano terra:** nell'androne d'ingresso verrà prevista la realizzazione di una hall-ingresso; la stanza attigua precedentemente occupata dall'archivio/Fondo Antico sarà divisa con un tramezzo per destinarla in parte sempre ad archivio ed in parte ai servizi igienici idonei anche per l'accesso ai disabili; l'altra stanza attigua, dove prima era situato il bar, verrà in parte destinata all'inserimento dell'ascensore per il raggiungimento del primo piano; inoltre la collocazione dell'ascensore genera una divisione netta con due locali che avranno accessi autonomi dall'esterno e ospiteranno la polisportiva. Dalla hall d'ingresso verrà riutilizzato un accesso, precedentemente murato per compartimentare il Fondo Antico, per raggiungere due grandi stanze di rappresentanza, la prima delle quali sarà ampliata, attraverso la demolizione di un tramezzo con porta REI inserito nella parte sottostante un arco, inglobando un piccolo spazio con una grande finestra ed una porta per l'uscita in caso di emergenza. Da qui viene mantenuto il collegamento, tramite una piccola scala, alla porzione di piano terra rialzata costituita da quattro stanze, tre delle quali dotate di porte finestre, e un piccolo bagno di servizio divise da un disimpegno centrale. Per rendere possibile un accesso indipendente ai locali sul prospetto nord – ovest, sarà dismessa la scala in ferro attualmente esistente per far posto ad una scala con rivestimento in pietra.

Saranno mantenute e ripulite tutte le pavimentazioni in marmo esistenti ed il marmo sarà riproposto anche nelle stanze in cui è necessario effettuare una ripavimentazione. Laddove possibile sarà eliminato il controsoffitto in cartongesso, che era stato necessario per la compartimentazione antincendio dell'Archivio/Fondo Antico, anche per riportare a vista l'intradosso del solaio che in alcune zone, indicate nella planimetria di progetto "sala 1" e "sala 2", presenta un cassettonato in legno.

- **piano primo:** sarà mantenuta l'intera conformazioni iniziale a meno di alcuni piccoli cambiamenti: nella grande stanza immediatamente sopra gli ambienti della polisportiva, dove dovrà avvenire lo sbarco dell'ascensore, saranno realizzati una stanza che ospiterà la segreteria ed il corridoio che dall'ascensore renderà raggiungibile la hall di piano e quindi gli altri uffici.

Un altro intervento riguarda la stanza collocata ad angolo tra il fronte sud - est e quello sud - ovest, qui sarà abbattuto il tramezzo che la separa dal corridoio rendendola più ampia in modo tale da destinarla a sala riunioni dell'amministrazione.

Infine il vano wc-bagno sarà completamente ristrutturato e rimodulato in modo tale da consentire di ricavare un wc per disabili; inoltre l'accesso avverrà direttamente dalla hall (il vano porta è già esistente ed era stato precedentemente murato) e non più dal corridoio. Saranno rifatte tutte le pavimentazioni dell'intero piano demolendo quella in ceramica esistente, di nessuna rilevanza, ed inserendo anche qui una pavimentazione più pregiata in marmo.

Finiture architettoniche dei prospetti

Al fine di salvaguardare la configurazione architettonica originaria dei prospetti dell'edificio si è ipotizzato di procedere alla pulitura e, dove sia necessario, al ripristino delle modanature, cornici e finiture nonché all'utilizzo di quei materiali che fanno parte dell'edilizia tradizionale della città storica, pertanto sono stati individuati una serie d'interventi che verranno eseguiti e che si elencano di seguito:

gli **intonaci esterni** manterranno le caratteristiche del colore originario; oltre alla distribuzione omogenea su tutte le superfici verticali, verranno definite le modanature delle fasce orizzontali marcapiano, delle fasce verticali in prossimità degli spigoli dell'edificio e delle lesene ornamentali del prospetto, della fascia basamentale (altezza di circa 80 cm dal piano di calpestio). Inoltre nella parte basamentale verrà realizzato un intonaco speciale macroporoso per favorire la

traspirazione della parete strutturale dell'edificio che si trova contatto col terreno.

La pavimentazioni dei **balconi** saranno oggetto di ripulitura e, ove necessario, sostituzione con nuove lastre di marmo uguali a quelle originarie di almeno 3 cm di spessore, poggiate su un solaio a sbalzo, dotate di adeguato gocciolatoio su tre lati. I parapetti in ferro saranno ripuliti tramite adeguata carteggiatura e riverniciati con smalto del colore originario a quello esistente. Nel terrazzo sito sopra al porticato della palazzina sarà effettuato il necessario controllo della pavimentazione in cotto, la contestuale verifica della consistenza dei mattoni esistenti e la eventuale sostituzione di quelli danneggiati.

gli **infissi esterni** in legno saranno oggetto di smontaggio, integrazioni delle parti danneggiate, pulitura, compreso il restauro delle persiane in legno, qualora non risulti più idonea la sostituzione completa dell'infisso con infissi compatibili con quelli esistenti.

i pluviali, i canali di gronda e le scossaline per lo scolo delle acque saranno verificati nella loro funzionalità e se necessario sostituiti con nuovi elementi in lamierino metallico zincato o in rame, spessore 6/10 mm.

la **copertura a falda** dell'edificio costituita dalle tradizionali tegole curve o coppi con relativi sottocoppi, sarà revisionata e le eventuali sostituzioni saranno effettuate con tegole della stessa tipologia e colore.

Analisi strutturale

Trattando di una costruzione esistente si sono utilizzate le indicazioni di cui al punto 8 del Nuovo Testo sulle Costruzioni di cui al D.M. Industria del 14 gennaio 2008

La normativa impone di effettuare con determinate modalità alcuni tipi di verifiche, differenziandole nel caso si tratti di edifici di nuova costruzione o già esistenti, situati in zona sismica o non sismica. Per gli edifici in muratura, per la salvaguardia ed il miglioramento strutturale, più che per altre tipologie, conta l'esperienza e il buon senso del progettista e del tecnico incaricato del ripristino strutturale.

L'inquadramento della tipologia di intervento si configura per l'intervento dell'ascensore come un "nuovo intervento" mentre per gli interventi in casina sono definiti al punto 8.4.2 delle NTC, in cui si ritiene in base all'incarico ricevuto che il risanamento statico sia da considerare come "miglioramento" pertanto il progetto e la valutazione della sicurezza sono state riferite all'intera costruzione. Tutti gli interventi strutturali, rispetto alla situazione precedente alle modifiche e al degrado, non producono modifiche del sistema statico e dinamico in studio, ma migliorano o adeguano alla vigente normativa elementi preesistenti.

L'approfondimento del rilievo ha poi riguardato alcune strutture più accessibili a cui si è applicata una metodologia diagnostica per pervenire, attraverso la valutazione comparata ed integrata dei risultati delle diverse indagini svolte in situ, alla valutazione dell'efficienza della struttura e quindi alla definizione delle priorità d'intervento.

Strutture orizzontali

L'intervento non prevede di intervenire sui solai lignei in quanto in buono stato di conservazione.

In Casina l'unico solaio che andremo a modificare è quello in cui verrà inserito il vano ascensore.

In tale ambiente il solaio esistente realizzato con travi di spessore medio pari a 25 posti ad interasse di 55 cm verrà bucato per il passaggio della cabina ascensore. Per realizzare tale intervento si inseriranno dei profili in acciaio tipo IPE 180 che scaricheranno direttamente i carichi del solaio nelle murature portanti.

L'intervento verrà realizzato in modo da ripristinare la rigidità del solaio originario ed in tal senso si realizzerà al bordo del foro ascensore un cordolo in acciaio realizzato con profili IPE 180 e UPN180.

Il cordolo studiato e pensato per il posizionamento sulle murature è realizzato mediante una trave UPN 180, inghisata sulla muratura portante ed incassata nella stessa. L'ancoraggio di queste travi verrà eseguito o mediante tasselli chimici o con

barre passanti e bloccate sulla parte opposta del muro. Tale sistema permette di sostenere i solai e di essere elemento attivo nella struttura sismica che i va a migliorare in quanto tale elemento isolato crea una cerchiatura di piano con tutti i benefici noti, senza utilizzare i sistemi in c.a. che hanno creato negli eventi sismici rotture e crolli generalizzati.

Si sono considerati come sovraccarichi quelli dettati dalla NTC tab 3.1. Il cat. B2 uffici aperti al pubblico con carico permanente di 3,00 KN/m².

Architravi

L'intervento proposto prevede di spostare un vano porta al piano primo, tale intervento necessita dell'inserimento di un architrave in acciaio realizzato mediante l'accoppiamento di due profili tipo IPE120 da inserirsi all'interno della muratura esistente.

Per il dimensionamento si considera che i carichi gravanti sull'architrave sono dovuti al peso della muratura sovrastante insistente su un'area di forma parabolica, con vertice di ordinata uguale ad $1/3$ della luce; a tale valore si dovranno sommare i carichi permanenti dovuti ai solai sovrastanti (se agiscono entro un triangolo equilatero con lato pari alla luce); per gli eventuali carichi concentrati si ammette una distribuzione del carico a 60° anche se il loro punto di applicazione si trova al di fuori del triangolo ma sia tuttavia al di sotto della linea orizzontale posta 25 cm al di sopra del triangolo stesso.

Coperture

L'intervento presente non prevede interventi sulla copertura esistente, non risultando segni visibili del cattivo stato delle strutture di copertura.

Le coperture a falde sono realizzate mediante sistemi capriate in legno che scaricano sulle murature perimetrali.

Un'attenzione particolare è stata dedicata alla valutazione del comportamento sismico delle strutture a capriata e agli interventi di miglioramento e rafforzamento antisismico riguardo ai quali, in base al raffronto con le normative specifiche, sono state utilizzate le metodologie più opportune per assicurare il rispetto dei principi del restauro.

Le travi che sulla copertura della casina dovessero presentare fenomeni di fatica o di marcescenza saranno sostituite con analoghe travi di pari sezione. Verranno verificate le unioni ed eventualmente integrate con piatti metallici. I canali di scolo delle acque verranno verificate, integrate o sostituite.

Strutture verticali

La muratura è dotata di notevole resistenza a compressione mentre è trascurabile la sua resistenza a trazione. Pertanto, se i carichi sono verticali ed agenti nel piano medio della parete muraria, il comportamento della muratura è ottimo. Tuttavia oltre questi carichi, sulla muratura agiscono anche azioni orizzontali ortogonali al piano della parete, dovute al vento, al sisma oppure alla spinta del terreno, che generano sollecitazioni di taglio e flessione.

Se la struttura è costituita da pareti murarie distribuite in modo da creare un complesso scatolare, le azioni orizzontali, attraverso la monoliticità e rigidità estensionale dei solai, sono ripartite esclusivamente tra i setti murari che hanno l'asse forte" parallelo alla direzione delle forze. Le azioni ortogonali al piano delle pareti invece, agendo nella direzione dell'asse debole generano sollecitazioni di taglio e flessione molto più pericolose perché, come si è detto, agiscono nel piano di minima rigidità del setto murario.

Pertanto, se i carichi verticali sono modesti, le trazioni dovute alla flessione non possono essere compensate e, a causa della scarsa resistenza a trazione della muratura, i setti si fessurano.

In passato nelle strutture murarie si inserivano meccanismi differenti, quali tiranti in ferro e contrafforti murari al fine di evitare le tensioni di trazione. È abbastanza comune infatti osservare la rottura dei setti murari conseguente ad una ridistribuzione delle forze interne. La limitata resistenza a trazione è ancora più

vincolante nelle strutture soggette a carichi dinamici, come quelli sismici o del vento, in quanto inducono sollecitazioni flessionali di segno alterno. Nel nostro caso sono presenti lesioni negli archi del portico di ingresso a causa sia dell'ossidazione delle teste dei tiranti presenti sia perché non essendo stati manutenzionati con il controllo della messa in tiro negli anni. Questa anomalia ha fatto sì che i tiranti perdessero la loro funzione di compressione favorendo lo spostamento del concio di imposta dell'arco con la conseguente formazione delle cerniere che hanno trasformato il sistema da iperstatico a isostatico; la formazione della quarta cerniera provocherà il crollo dell'arco. Bisognerà integrare il tirante esistente con uno analogo avente diametro di 30 mm e posto all'altezza di circa 3,3 m.

Saranno previste inoltre un sistema di chiodature dell'arco mediante barre in fibra di vetro inghisate con malta tixotropica al fine di consolidare i conci con le strutture murarie.

Fondazioni

Le strutture di fondazione della struttura muraria sono realizzati mediante conci tufacei che si spingono sotto il piano di campagna per una profondità pari a 1.5 metri circa. Non si evincono sulle murature lesioni che possano fare pensare a cedimenti o spostamenti di qualsiasi genere. Non si prevedono cambi di destinazione d'uso dei locali o modifiche strutturali che comportino l'aumento delle sollecitazioni in fondazione.

Ascensore

La struttura dell'ascensore sarà isolata dalla struttura esistente; verrà realizzato una piastra di fondazione avente spessore pari a 30 cm avente dimensione di 300 x 250 cm, sormontata da setti aventi altezza 120 e larghi 20 cm; sopra i setti verrà collocato un castelletto formato con profili tubolari di acciaio a sezione rettangolare autoportante. Nei punti di contatto tra la struttura dell'ascensore e il solaio verranno inseriti dei giunti strutturali di adeguato spessore.

Conclusioni

L'analisi condotta mediante l'utilizzo del calcolatore modellando la struttura con l'ausilio del software 3D Macro ha consentito di potere confrontare gli indicatori di rischio della struttura nella configurazione iniziale denominata "stato di fatto" e nella configurazione finale denominata "stato di progetto" i risultati in termini di PGA e tempo di ritorno della verifica globale sia in termini di vulnerabilità sismica nello stato limite di Danno sia nella medesima condizione nello stato limite di salvaguardia della vita sono migliorativi come si evince dal confronto dei due grafici allegati e pertanto l'insieme sistematico di opere previsto in progetto sono classificabili come Intervento di miglioramento coerentemente con quanto prescrivono le norme tecniche D.M. Infrastrutture 14/01/2008.

Indicatori di rischio in termini di PGA								Chiudi
Evento	Accelerazione al suolo (PGA)	Tempo di ritorno (Tr)	Indicatori di Rischio SLO	Indicatori di Rischio SLD	Indicatori di Rischio SLV	Indicatori di Rischio SLC	Analisi	Elemento
Rottura a taglio nella muratura	0.0911 g	105 anni	1.355	1.023	0.407	0.322	Pushover +Y Acc	Pannello 457
Rotazione limite nella muratura	0.0435 g	30 anni	0.648	0.489	0.194	0.154	Pushover +Y Acc	Pannello 331
Rottura a taglio in un'asta	non rilevata							
Rotazione di snervamento in un'asta	non rilevata							
3/4 della rotazione ultima in un'asta	non rilevata							
Rottura a flessione in un'asta	non rilevata							
Crisi per ribaltamento fuori piano (SLE)	non verificata							
Crisi per ribaltamento fuori piano (SLU)	non verificata							
Verifica globale in termini di forza	0.16 g	380.46 anni	--	--	0.712	--		
- Direzione X	0.193 g	627.598 anni	--	--	0.862	--		
- Direzione Y	0.16 g	380.46 anni	--	--	0.712	--		
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLD)	0.122 g	197.392 anni	--	1.373	--	--		
- Direzione X	0.18 g	514.004 anni	--	2.018	--	--		
- Direzione Y	0.122 g	197.392 anni	--	1.373	--	--		
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLV)	0.155 g	355.967 anni	--	--	0.693	--		
- Direzione X	0.288 g	2057.44 anni	--	--	1.286	--		
- Direzione Y	0.155 g	355.967 anni	--	--	0.693	--		

Figura 1 Indicatori di rischio Stato di Fatto

Indicatori di rischio in termini di PGA								Chiudi
Evento	Accelerazione al suolo (PGA)	Tempo di ritorno (Tr)	Indicatori di Rischio SLO	Indicatori di Rischio SLD	Indicatori di Rischio SLV	Indicatori di Rischio SLC	Analisi	Elemento
Rottura a taglio nella muratura	0.083 g	88 anni	1.236	0.933	0.371	0.293	Pushover +Y Acc	Pannello 457
Rotazione limite nella muratura	0.12 g	188 anni	1.781	1.345	0.534	0.423	Pushover -Y Acc	Pannello 653
Rottura a taglio in un'asta	non rilevata							
Rotazione di snervamento in un'asta	non rilevata							
3/4 della rotazione ultima in un'asta	non rilevata							
Rottura a flessione in un'asta	non rilevata							
Crisi per ribaltamento fuori piano (SLE)	non verificata							
Crisi per ribaltamento fuori piano (SLU)	non verificata							
Verifica globale in termini di forza	0.158 g	368.788 anni	--	--	0.703	--		
- Direzione X	0.176 g	485.755 anni	--	--	0.786	--		
- Direzione Y	0.158 g	368.788 anni	--	--	0.703	--		
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLD)	0.128 g	219.074 anni	--	1.433	--	--		
- Direzione X	0.183 g	538.552 anni	--	2.053	--	--		
- Direzione Y	0.128 g	219.074 anni	--	1.433	--	--		
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLV)	0.166 g	418.235 anni	--	--	0.740	--		
- Direzione X	0.289 g	2071.2 anni	--	--	1.288	--		
- Direzione Y	0.166 g	418.235 anni	--	--	0.740	--		

Figura 2 Indicatori di Rischio stato di Progetto

RELAZIONE SUI MATERIALI

Progetto dei lavori di Riqualifica della Casa della Compagnia di Gesù detta collegio Gonzaga da eseguire in Palermo, via Mattarella Piersanti 38, foglio 44, particella 101, sub 1-2

Per la realizzazione delle opere in oggetto si dispone l'utilizzo dei seguenti materiali:

- Conglomerato cementizio armato di **Classe C25/30** conforme alla **UNI EN206-1**;
- Conglomerato cementizio armato di **Classe C12/15** conforme alla **UNI EN206-1** per il magrone;
- Acciaio **B450C** in barre per c.a. **o marcato CE o con Attestato di Qualificazione** del Servizio Tecnico Centrale;

Per quanto attiene ai materiali strutturali, da utilizzarsi nel cantiere in oggetto, l'impresa edile deve rispettare la "regola dell'arte" ed in particolare osservare scrupolosamente le seguenti disposizioni:

Aggregati

Gli aggregati (naturali e/o di frantumazione) utilizzati nel confezionamento del cls strutturale devono essere conformi alla **UNI EN 13055-1**, costituiti da elementi resistenti al gelo e non friabili, non devono presentare alterazioni volumetriche in presenza di acqua.

Devono essere privi di sostanze organiche, limose e argillose, gessi, ecc; non devono produrre reazioni nocive a contatto con il cemento e i suoi prodotti d'idratazione.

Le dimensioni degli inerti ($D_{max} = 20 \text{ mm}$) devono essere idonee e tali da commisurarsi con la geometria della carpenteria e con l'ingombro delle armature.

Acqua

L'acqua da utilizzare per gli impasti deve essere conforme alla **UNI EN 1008:2003**, presentarsi limpida, priva di sali in percentuali dannose (in particolare cloruri e solfati) e non aggressiva. Il ph dell'acqua deve essere compreso tra 5 e 7. Il rapporto acqua/cemento deve essere contenuto nel valore massimo $A/C = 0,6$ compresa l'eventuale umidità contenuta negli inerti e comunque deve garantire le caratteristiche meccaniche richieste nel progetto strutturale di cui alla presente.

Non potranno essere impiegate:

- a) le acque eccessivamente dure o aventi alto tenore di solfati o di cloruri, gessose e salmastre; le acque di rifiuto, anche se limpide, provenienti da fabbriche chimiche in genere, da aziende di prodotti alimentari, da aziende agricole, da concerie o altre aziende industriali;
- b) le acque contenenti argille, humus e limi;
- c) le acque contenenti residui grassi, oleosi e zuccherini;
- d) le acque piovane prive di carbonati e bicarbonati che potrebbero favorire la solubilità della calce e quindi impoverire l'impasto.

Cemento

I leganti idraulici da utilizzare devono preferibilmente essere provvisti di certificato di conformità alla **UNI EN 197** e con **C_{min}= 300 Kg**. Se lo stoccaggio avviene in sacchi questi devono essere conservati in luogo coperto, asciutto e protetto dall'umidità.

Sabbia

La sabbia sarà prelevata esclusivamente da fiumi e da fossi; sarà costituita da elementi prevalentemente silicei, di forma angolosa e di grossezza assortita; sarà aspra al tatto senza lasciare traccia di sporco; sarà esente da cloruri e scevra di materiali terrosi, argillosi, limacciosi o polverulenti; non conterrà fibre organiche, sostanze friabili o comunque eterogenee. Saranno soltanto tollerate materie finissime o argillose fino al 2% del peso dell'aggregato oltre a quanto stabilito dal D.M. 30 maggio 1974; la corrispondenza granulometrica della sabbia potrà essere quella eventualmente migliore che risulterà da dirette esperienze sui materiali impiegati.

Additivi

L'impiego di additivi, come quello di ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti;
- aeranti;
- ritardanti;
- acceleranti;
- fluidificanti - aeranti;

- fluidificanti - ritardanti;
- fluidificanti - acceleranti;
- antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea EN 934-2.

L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- devono essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non devono contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- non devono provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- non devono interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo; in tal caso si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio potranno essere impiegati solo dopo valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco.

Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

Additivi acceleranti

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare a un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento; in caso di prodotti che non contengono cloruri tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso esso dovrà essere opportunamente diluito.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 e delle norme UNI vigenti; la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123. In generale per quanto non specificato si rimanda alla UNI EN 934-2.

Additivi ritardanti

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della direzione dei lavori, per:

- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro
- corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche;
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2. del D.M. 14 gennaio 2008 e delle norme UNI vigenti;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni; la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo. In generale per quanto non specificato si rimanda alla UNI EN 934-2.

Additivi antigelo

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento, che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso esso dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2. del D.M. 14 gennaio 2008 e delle norme UNI vigenti;
- la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni; la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

Additivi fluidificanti e superfluidificanti

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

L'additivo superfluidificante di prima additivazione e quello di seconda additivazione dovranno essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela. Dopo la seconda aggiunta di additivo sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo; la direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla UNI EN 934-2.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla UNI 8020;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2. del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI vigenti;
- la prova di essudamento prevista dalla UNI 7122.

Additivi aeranti

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- la determinazione del contenuto d'aria secondo la UNI 6395;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal paragrafo 11.2. del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI vigenti;
- prova di resistenza al gelo secondo la UNI 7087;
- prova di essudamento secondo la UNI 7122;

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

Agenti espansivi

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica che quando è indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra il 7% e il 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme:

UNI 8146 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo.

UNI 8147 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo.

UNI 8148 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo.

UNI 8149 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2. del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI vigenti;
- determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

Antievaporanti

Gli eventuali prodotti antievaporanti filmogeni devono rispondere alle norme UNI, da UNI 8656 a UNI 8660. L'appaltatore deve preventivamente sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione. Il direttore dei lavori deve accertarsi che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (per esempio con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

Disarmanti

Come disarmanti è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti. Dovranno invece essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma UNI 8866 parti 1 e 2 per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito.

Impasti

I getti devono essere costipati adeguatamente e vibrati. La consistenza dell'impasto deve essere pari, **S4 per i pilastri, travi e fondazioni.**

Non deve essere aggiunta acqua al di fuori dei valori richiesti al momento del confezionamento; la superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni. Non si deve porre in opera il conglomerato a temperature ambiente inferiori a +5°C. Si devono inoltre predisporre idonei provini da inviare ai laboratori autorizzati alle prove secondo le indicazioni della DD.LL.

Riepilogando:

Calcestruzzo	D_{max} inerti	Classe di resistenza	Classe di esposizione	Copriferro	Slump	Dosaggio cls	Rapporto a/c
<i>Fondazioni</i>	20 mm	C25/30	XC2	35 mm	S4	300 Kg	0,6

Nel caso sia previsto il getto di cls con autopompa, si prescrive una classe di consistenza S4, che sarà testata in cantiere con il cono di Abrams.

Il getto del conglomerato cementizio deve avvenire in modo da evitare la separazione degli aggregati, specificamente dovranno essere evitate cadute dall'alto: nel getto dei pilastri si deve utilizzare una tubazione che raggiunge il piede del pilastro e sarà sollevata con il procedere del getto. Si dovrà procedere al disarmo dei diversi elementi strutturali nel rispetto dei seguenti tempi minimi di stagionatura (avendo particolare cura di procedere per gradi e in modo da evitare azioni dinamiche):

- sponde di casseri 3 gg.
- puntelli, centine di travi, ecc. 24 gg.
- strutture a sbalzo 28 gg.

Durante i giorni in cui la temperatura dovesse aggirarsi intorno a 0°C non si dovrà procedere al getto di alcun elemento strutturale, a meno che non si impieghino specifici additivi di efficacia certificata secondo le norme tecniche vigenti.

Durante i giorni in cui la temperatura dovesse superare i 30°C si dovrà proteggere la superficie dei

getti con provvedimenti adeguati (d esempio: annaffiature), almeno nei primi tre giorni dopo il getto.

Acciaio

Gli acciai per strutture in cemento armato devono rispettare le prescrizioni delle Norme tecniche per le costruzioni approvate con il D.M. 14 gennaio 2008, siano essi destinati a utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso o a utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche, devono essere prodotti con un sistema di controllo permanente della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione..

Le barre metalliche utilizzate nei getti non devono presentare corrosioni, ossidazioni o difetti superficiali, non devono essere ricoperte da sostanze estranee (grassi, oli, terra o fango) che ne potrebbero ridurre l'aderenza al conglomerato cementizio.

Le barre d'acciaio, in attesa di montaggio, devono essere adeguatamente conservate in luogo asciutto al riparo dagli agenti atmosferici.

<i>Acciaio</i>	<i>Tipo</i>
Barre	B 450C
Reti	B 450C
Profili	S275

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme UNI EN 9001 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI EN 45012.

Ai fini della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee disponibili EN 10080, EN 10138, EN 10025, EN 10210, EN 10219.

Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 di recepimento della direttiva 89/106/CE, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti del paragrafo 11.3 del D.M. 14 gennaio 2008 non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

Il Servizio tecnico centrale della Presidenza del Consiglio superiore dei lavori pubblici è organismo

abilitato al rilascio dell'attestato di qualificazione per gli acciai di cui sopra.

La procedura di qualificazione del prodotto prevede:

esecuzione delle prove di qualificazione a cura del laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 incaricato dal Servizio tecnico centrale su proposta del produttore;

invio dei risultati delle prove di qualificazione da sottoporre a giudizio di conformità al Servizio tecnico centrale da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 incaricato;

in caso di giudizio positivo il Servizio tecnico centrale provvede al rilascio dell'Attestato di qualificazione al produttore e inserisce il produttore nel Catalogo ufficiale dei prodotti qualificati che sarà reso disponibile sul sito internet;

in caso di giudizio negativo, il produttore può individuare le cause delle non conformità, apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione sia al Servizio tecnico centrale che al laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di qualificazione.

Il prodotto può essere immesso sul mercato solo dopo il rilascio dell'Attestato di qualificazione.

La qualificazione ha validità cinque anni.

A fine lavori l'impresa deve consegnare alla DD.LL. le copie di tutte le bolle di consegna dei materiali strutturali utilizzati e le copie conformi, con timbro e firma della ditta venditrice in originale, dei certificati di origine degli acciai utilizzati e dei documenti di trasporto.