

COMUNE DI CALUSO

Prot. Arrivo N. 6016

del 2-5-2001

Committente:
COMUNE DI CALUSO

Oggetto:
**RECUPERO DEL CHIOSTRO DEL CONVENTO DEI FRATI
FRANCESCANI MINORI - INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO PILASTRI**

Progetto Esecutivo
RELAZIONE TECNICA GENERALE

data: **APRILE 2001**

Progettisti:

Arch. Marco ZERBINATTI (capogruppo responsabile)
Via S. Calocero, 11 - Caluso - TO - tel. 011-9832322

Arch. Alessandro BENETAZZO
Via Roma, 74 Pont St. Martin - AO - tel. 0125-805287

Ing. Giuseppe PISTONE
Via S. Pietro, 1 Cavallermaggiore - CN - tel. 0172-381032




**ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI CUNEO**
Dott. Ing. Giuseppe PISTONE

Committenza:

PROGETTO ESECUTIVO - RELAZIONE.

GENERALITÀ, FATTIBILITÀ AMBIENTALE.

La presente relazione prende in considerazione i vari aspetti che possono emergere nella conduzione delle opere di cui si tratta. Le opere in questione riguardano il consolidamento di quattro pilastri del chiostro dell'ex Convento Franciscano che presentano evidenti segni di dissesto statico. Non si può escludere a priori che altri pilastri si trovino in condizioni di conservazione precaria ed è compito di questo lotto di interventi fornire dei dati in tal senso; per tale ragione si prevede di condurre delle indagini conoscitive su alcuni di essi, asportando localmente gli intonaci di rivestimento per valutare la presenza di dissesti, di degrado dei materiali costituenti, di concause che inducono patologie di tipo strutturale. Nel corso della redazione del progetto esecutivo è stata eseguita un'indagine geognostica per meglio conoscere le caratteristiche del terreno su cui si trova il complesso architettonico. Tale indagine è stata commissionata dal Comune di Caluso ad una Ditta specializzata, che ha eseguito un carotaggio sino a 12 metri di profondità; la relazione verrà messa a disposizione dalla Stazione Appaltante insieme agli elaborati progettuali.

I primi dati confermano la presenza prevalente, al di sotto del terreno di riporto, di strati limo-sabbiosi e ghiaiosi di varia consistenza e caratterizzati da frazioni di litotipi di diversa dimensione (cfr. documentazione fotografica). Il dato si potrà rivelare importante durante l'esecuzione dei lavori, quando verrà messo in relazione con la profondità delle fondazioni dei pilastri ora non ancora nota.

Gli interventi previsti in sede di progetto esecutivo sono attuabili mediante una serie di operazioni che non comportano rischi particolari per l'edificio del chiostro, né incompatibilità ambientale per questo complesso di valore storico-architettonico. Tali operazioni sono infatti realizzabili in sequenza mediante l'uso di macchinari e attrezzature che possono accedere e trovare spazio all'interno del chiostro senza problemi particolari. Sarà cura dell'Impresa Assuntrice fare in modo che la conduzione delle operazioni previste non arrechi danni all'edificio né alle specie arboree presenti nel cortile, adottando, in caso di necessità, tutti quei provvedimenti necessari ad evitare il verificarsi di situazioni negative e di incidenti.

Particolare cura dovrà essere posta nell'approntamento delle opere provvisorie per l'esecuzione delle operazioni più delicate di consolidamento, ovverossia il

puntellamento dei pilastri, delle volte che poggiano su di essi e la messa in opera dei ponteggi. La presenza *in situ* di puntellamenti già allestiti agevolerà l'esecuzione di alcune delle operazioni previste sui pilastri del lato nord. In questo punto l'Appaltatore dovrà provvedere a fare allargare la recinzione dell'area interessata in modo da operare con maggiore facilità; dovrà inoltre provvedere allo smontaggio parziale e progressivo dei puntellamenti in opera al fine di potere eseguire le opere previste nei modi di seguito descritti e che verranno illustrati in cantiere dalla D.L. . Inoltre si sottolinea che il puntellamento ora in opera servirà da esempio per l'approntamento delle altre opere provvisorie analoghe occorrenti.

OPERAZIONI DI CONSOLIDAMENTO.

I pilastri su cui si ritiene irrinunciabile intervenire con priorità assoluta, dato il loro evidente stato di dissesto ed il tipo di dissesto, sono tre; ad essi ne è stato aggiunto un quarto che presenta segni di degrado analoghi e su cui, in fase preliminare, si era ipotizzato soltanto la conduzione di indagini conoscitive. Queste ultime, peraltro, verranno condotte su altri pilastri onde verificare l'eventuale esistenza di altre strutture verticali che presentino una situazione analoga, meno evoluta e celata per ora dall'intonaco.

L'intervento che si intende attuare ha le finalità di migliorare le caratteristiche meccaniche della muratura e di ristabilirne la continuità strutturale, mediante una fasciatura continua delle sezioni che tendono a fuoriuscire dalla sagoma originaria a causa della disgregazione per schiacciamento degli elementi costituenti la muratura.

Preventivamente è necessario effettuare un accurato puntellamento degli archi e delle volte che gravano sui pilastri oggetto di intervento, come innanzi accennato.

Indi si procederà alla fasciatura dei pilastri interessati, su tutto il perimetro e per l'intera altezza, a partire dal piano del pavimento sino alle modanature sotto l'imposta degli archi e delle volte.

Occorrerà innanzitutto procedere con l'asportazione dell'intonaco e la pulitura delle superfici su cui si deve intervenire, con l'eliminazione del legante che si presenta arido ed inconsistente e degli elementi superficiali disgregati, attraverso l'uso di spazzole metalliche, raschietti o getti di aria compressa.

Indi si procederà con la posa in opera di una serie di barre in acciaio inossidabile (o zincato, previa autorizzazione della D.L.) ϕ 8 mm, di lunghezza eccedente 30 cm la larghezza dei pilastri, posizionate in fori ottenuti tramite carotaggi di diametro 20 mm, inclinati di circa 15° rispetto al piano orizzontale, praticati negli angoli delle lesene, e sfalsati di qualche centimetro in altezza, in modo che formino successive maglie perimetrali chiuse, distanziate di circa 60 cm in verticale. Le barre dovranno essere posate in modo che fuoriescano di 15 cm per parte.

Si procederà quindi alla sigillazione dei fori mediante l'iniezione della una miscela di calce naturale a bassa viscosità, approvata dalla D. L., con una pressione variabile tra 0,6 e 1 atmosfera.

A metà distanza tra i vari livelli di cuciture perimetrali come sopra descritte saranno praticate perforazioni sub-orizzontali, inclinate di circa 15° , al centro dei vari lati dei pilastri, in modo che costituiscano una croce sul piano orizzontale. In tali perforazioni saranno inserite barre in acciaio inossidabile o zincato di diametro e lunghezza come le precedenti; si procederà quindi con il riempimento con la miscela di calce idraulica naturale. Si inizierà con le perforazioni dal basso, e si avrà cura di riempire i carotaggi a mano a mano che essi vengono praticati, per non indebolire eccessivamente le strutture interessate.

Gli spezzoni delle barre di acciaio che fuoriescono dalla muratura saranno quindi ripiegate contro la muratura stessa, da un lato verso l'alto e dall'altro verso il basso, in modo che trattengano una maglia metallica che si avrà avuto cura di posizionare, aderente alla muratura, a costituire una fasciatura continua su tutto lo sviluppo dei pilastri. La maglia, di dimensioni 40 x 40 mm, sarà costituita da tondini di diametro 2 mm in acciaio inossidabile o in acciaio zincato.

Il tutto sarà ricoperto con un intonaco di calce naturale di spessore 30 mm.

La rimozione dell'intonaco consentirà di valutare la presenza di porosità e vani all'interno della muratura, e di decidere in quali superfici della stessa praticare iniezioni a bassa pressione di legante colloidale a lungo indurimento, composto da calce idraulica naturale, silici micronizzate e specifici additivi, in grado di garantire, attraverso l'elevata fluidità e coesività della miscela, il riempimento omogeneo di ogni porosità e dei vuoti presenti all'interno della struttura muraria.

I materiali e le loro caratteristiche sono individuati in modo più approfondito nel Capitolato Speciale d'Appalto che fa parte dei documenti del contratto.

ULTERIORI INDAGINI.

Sono previste ulteriori indagini sui pilastri e sulla muratura del chiostro che possano essere utili al proseguimento dei lavori in lotti successivi al presente. Tali indagini verranno condotte prevalentemente con l'ausilio di attrezzi manuali semplici da Addetti qualificati.

Le modalità e la quantità degli approfondimenti conoscitivi predetti verranno definite dalla Direzione dei Lavori concordemente con la Stazione Appaltante; l'Appaltatore sarà tenuto ad ottemperare scrupolosamente alle specifiche prescrizioni che gli verranno impartite in tal senso.

SICUREZZA.

Data la modesta entità dei lavori in questione, non si reputa necessario dover produrre un Piano della Sicurezza specifico, in quanto è stato valutato con ragionevole certezza che i giorni effettivi di lavoro possano essere valutati al di sotto del numero di 30 e con un rapporto di uomini/giorno al di sotto di 200 (cfr. schema 1)

Schema 1

Importo preventivo lavori a misura e a corpo: £ 30.998.382

	lire	ore	gg. lavoro/uomo
Operaio specializzato, esecuzione 1/3 opere previste	10.332.794	244,8	30,6
Operaio qualificato, 1/3 opere previste	10.332.794	257,80	32,2
Operaio comune, 1/3 opere previste	10.332.794	279,40	34,9
TOTALE			97,7

Per tale ragione verranno adottati tutti quei provvedimenti generali di sicurezza che le Aziende sono tenute a rispettare e le **misure generali di tutela** di cui all'art. 8 del D. Lgs. 494/96 e s.m.i.; l'Impresa Assuntrice, dunque, dovrà adottare i provvedimenti conformi alla normativa vigente previsti dal proprio piano di sicurezza.

I costi relativi alla sicurezza sono stati valutati in funzione delle categorie di opere che dovranno essere eseguite od approntate sulla base di parametri di calcolo e stima di massima (già indicati a riferimento, ad esempio, dalla Regione Autonoma Valle d'Aosta); tali costi sono stati sintetizzati in un'unica cifra riassuntiva pari al 5% delle opere da eseguire e non potranno essere soggetti a ribasso d'asta.

VALUTAZIONI CONCERNENTI L'INDAGINE GEOGNOSTICA ESEGUITA ALL'INTERNO DEL CHIOSTRO DEI FRATI FRANCESCANI MINORI.

L'indagine condotta dalla ditta Abrate evidenzia come i terreni circostanti il complesso del Chiostro dei Frati Francescani Minori in Caluso siano superficialmente costituiti da materiali con caratteristiche di bassa resistenza meccanica.

Il sondaggio è stato richiesto per avere un quadro della natura dei terreni su cui insiste il complesso, in vista di un generale progetto di restauro e di riuso.

Dai dati emerge che fino alla profondità di $-3,80$ m sotto il piano campagna non si trova un banco di ghiaia relativamente consistente, seppure mista a tratti con sabbia debolmente limosa; soltanto a $-7,70$ m di profondità si trova un banco di ghiaia di sicura consistenza meccanica (cfr. grafico degli strati e fotografie delle carote).

La constatazione che i terreni non garantiscono un particolare affidamento sul piano statico spiega alcuni quadri fessurativi tipici che sono stati osservati nelle murature del chiostro; tali quadri potranno essere esaminati in modo più approfondito in occasione del progetto generale di restauro innanzi richiamato. In questo senso si evidenzia che il sondaggio non aveva rilevanza specifica per il progetto di consolidamento dei pilastri; d'altra parte la diagnosi per questi ultimi era di per sé evidente, trattandosi di un fenomeno di schiacciamento in fase relativamente avanzata.

Si precisa, a questo proposito, che i fenomeni di schiacciamento escludono quasi sempre problemi di cedimenti fondali, in quanto lo schiacciamento avviene in presenza di un robusto contrasto da parte del terreno di imposta nei confronti di un carico verticale non tollerabile dalla muratura portante.

Si rileva quindi che, pur in presenza di una generalizzata condizione non ottimale dei terreni, questo aspetto non può avere influito sul dissesto dei pilastri oggetto di intervento essenzialmente per due ipotesi:

- o perché i pilastri sono dotati di fondazioni sufficientemente estese e profonde (in fase di esecuzione dei lavori si provvederà ad eseguire adeguati sondaggi ed indagini mirate, mediante scavi manuali, per conoscere nel dettaglio la situazione di tali fondazioni, sempre in funzione del recupero complessivo della struttura),
- oppure perché, localmente, questi risultano sufficientemente consolidati nel tempo, nella parte fondale, dall'azione dei carichi verticali.

**VERIFICA DEI CARICHI ATTUALI RELATIVI AI PILASTRI DEL CHIOSTRO DEI FRATI
FRANCESCANI MINORI. VALUTAZIONI SUL MIGLIORAMENTO DELLE CONDIZIONI DI
ESERCIZIO A SEGUITO DELL'INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO.**

La verifica per i carichi attuali può essere eseguita nel modo seguente:

- *peso proprio muratura*: $m (3,5 \cdot 0,5 \cdot 5) \cdot 1.800 \text{ daN/m}^3 = 15.750 \text{ daN} (= 157,5 \text{ kN})$
che si arrotonda a 17.000 kN per tenere conto dei fianchi dell'arco e del peso proprio del
pilastro;

- *carico addotto da volte e solai*: $m (3,50 \cdot 2,25 \cdot 700 \text{ daN/m}^2 \cdot 2 = 11.025 \text{ daN}$
(= 110,25 kN) che si arrotonda a 11.000 daN.

La tensione attuale sui pilastri è da ritenersi perciò pari a:

$$\sigma = \frac{28.000 \text{ daN}}{\text{cm} (50 \cdot 78)} = 7,2 \text{ daN/cm}^2$$

che può essere arrotondata a 10 daN/cm².

Tenendo conto di sicuri fenomeni di pressoflessione legati alla spinta non
sufficientemente contrastata delle volte del portico, tale valore può essere stimato non
inferiore a 1,5 volte il valore precedentemente calcolato, cioè pari a:

$$\sigma = 7,2 \text{ daN/cm}^2 \cdot 1,5 = 10,8 \text{ daN/cm}^2.$$

Quindi, il valore di una tensione che si aggira intorno a 10 ÷ 11 daN/cm² è stato
sufficiente per portare a collasso la muratura dei pilastri.

Poiché la normativa italiana vigente in materia (D.M. 20/11/1987; cfr. Titolo 1°,
Cap. 2°, 2.4.2.1) prescrive un coefficiente di sicurezza per le tensioni ammissibili pari a 5,
assumendo una tensione di esercizio pari a 22 daN/cm² è richiesta una resistenza
caratteristica di 55 daN/cm².

Il progetto di consolidamento prevede appunto di migliorare la resistenza
caratteristica della muratura mediante due tipi di intervento:

1 - il primo consiste nell'esecuzione di iniezioni di mascele di calce idraulica naturale in
grado di suturare tutte le cavità interne e la porosità della muratura; la muratura viene
pertanto trasformata in una muratura tendenzialmente continua ed omogenea. Per questo

tipo di opera la bibliografia di riferimento indica tensioni stimabili intorno ai $40 \div 50$ daN/cm².

2 - Il secondo consiste nel confinamento della muratura con un intonaco armato sul perimetro; la dilatazione impedita aumenta in modo sostanziale la resistenza e, quantomeno, la raddoppia.

Il valore finale della resistenza caratteristica (ad intervento ultimato) è da stimare non inferiore a 80 daN/cm^2 , ampiamente superiore al valore precedentemente stimato di 55 daN/cm^2 .

**CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI DI CONSOLIDAMENTO DI PILASTRI ALL'INTERNO
DEL CHIOSTRO DELL'EX CONVENTO DEI FRATI MINORI FRANCESCANI**

DIAGRAMMA DI GANT RELATIVO AI LAVORI DI CONSOLIDAMENTO DEI PILASTRI DEL CHIOSTRO DELL'EX CONVENTO FRANCESCANO A CALUSO		1^ settimana							2^ settimana							3^ settimana							4^ settimana							5^ settimana						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33		
		L	M	M	G	V	S	D	L	M	M	G	V	S	D	L	M	M	G	V	S	D	L	M	M	G	V	S	D	L	M	M	G	V		
1	Verifiche preliminari in sito																																			
2	Installazione cantiere e segnaletica																																			
3	Montaggio puntellature, modifica di quelle in opera																																			
4	Rimozione cauta di intonaci																																			
5	Opere di pulizia e trattamento delle murature																																			
6	Perforazioni, realizzazione iniezioni																																			
7	Posa in opera reti metalliche																																			
8	Realizzazione intonaci strutturali																																			
9	Smantellamento cantiere e pulizia																																			

La tempistica riportata nel diagramma prende in considerazione condizioni ambientali e climatiche favorevoli all'esecuzione delle opere previste. L'impresa appaltatrice potrà, concordemente con la Direzione dei lavori e la Stazione Appaltante, prevedere lo spostamento di alcune lavorazioni per una ottimizzazione delle operazioni da condurre o per una riduzione dei tempi di esecuzione.

**CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI DI CONSOLIDAMENTO DI PILASTRI ALL'INTERNO
DEL CHIOSTRO DELL'EX CONVENTO DEI FRATI MINORI FRANCESCANI**

DIAGRAMMA DI GANT RELATIVO AI LAVORI DI CONSOLIDAMENTO DEI PILASTRI DEL CHIOSTRO DELL'EX CONVENTO FRANCESCANO A CALUSO		agosto-01														settembre-01													
		6 L	7 M	8 M	9 G	10 V	11 L	12 M	13 M	14 G	15 M	16 G	17 V	18 L	19 M	20 G	21 V	22 L	23 M	24 M	25 G	26 V	27 L	28 M	29 G	30 V	31 L		
1	Verifiche preliminari in sito																												
2	Installazione cantiere e segnaletica																												
3	Montaggio puntellature, modifica di quelle in opera																												
4	Rimozione cauta di intonaci																												
5	Opere di pulizia e trattamento delle murature																												
6	Perforazioni, realizzazione iniezioni																												
7	Posa in opera reti metalliche																												
8	Realizzazione intonaci strutturali																												
9	Smantellamento cantiere e pulizia																												

La tempistica riportata nel diagramma prende in considerazione condizioni ambientali e climatiche favorevoli all'esecuzione delle opere previste. L'Impresa appaltatrice potrà, concordemente con la Direzione dei lavori e la Stazione Appaltante, prevedere lo spostamento di alcune lavorazioni per una ottimizzazione delle operazioni da condurre o per una riduzione dei tempi di esecuzione.