

Regione Siciliana

E.R.S.U. DI CATANIA

Ufficio Tecnico

Progetto di:

INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE DI
ALCUNI ELEMENTI IN CEMENTO ARMATO DEL PIANO
INTERRATO DELLA RESIDENZA UNIVERSITARIA "CENTRO"
SITA IN CATANIA, VIA G. OBERDAN.-

PROGETTO PRELIMINARE

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

Catania, lì

Il Progettista

.....

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

1.1 Premessa

La presente relazione si propone di richiamare in sintesi le fasi significative dell'intervento di consolidamento e ricostruzione dei pilastri del primo impalcato dell'edificio sede dell'Opera Universitaria, sito in via Oberdan a Catania e di fornire il dimensionamento, e la verifica, dell'intervento di puntellamento necessario e preliminare alla riabilitazione dei pilastri.

L'avanzato degrado in cui versano le strutture (travi, pilastri, solai), in particolare del piano interrato e del piano mensa e cucine, come si evince dalle indagini svolte dalla Sidercem ed oggetto di una precedente nota degli scriventi, ha compromesso, determinandone lo sgombero, la sicurezza d'uso dei suddetti locali. Il puntellamento pertanto risponde, nell'immediato, all'esigenza di rimuovere la condizione di pregiudizio statico accertata e successivamente, durante le attività di consolidamento e ricostruzione parziale dei pilastri, garantire un presidio statico ed assicurare le necessarie condizioni di sicurezza, infatti in tale fase il puntellamento deve fare fronte alla temporanea diminuzione di resistenza determinata dagli interventi previsti di scavo, demolizione, scarifica,....

Come premesso l'edificio in oggetto è stato interessato da una campagna di indagini che ha consentito di quantificare sia le caratteristiche meccaniche dei materiali (resistenza alla compressione dei calcestruzzi e di trazione sulle barre) che la consistenza del degrado (profondità di carbonatazione e profilo di penetrazione dei cloruri).

1.2 Risultati delle indagini

Su tutte le carote estratte è stata rilevata, con il metodo colorimetrico alla fenolftaleina, la profondità di carbonatazione, i risultati, richiamati in sintesi nella successiva tabella 1, hanno evidenziato una condizione avanzata di degrado con valori della profondità di carbonatazione compresi fra 70 mm e 210 mm. La condizione di vulnerabilità alla corrosione, che i valori di carbonatazione riscontrati determinano, è amplificata dall'anomalo contenuto di cloruri trovato, compreso fra 0.04 e 0.06.

Le prove di compressione sulle carote di calcestruzzo hanno interessato l'intero campione prelevato nella misura di almeno un provino da ciascun prelievo. I provini di forma cilindrica con diametro di 75 mm ed un rapporto $h/d \approx 1$ hanno fornito risultati, tab.1, di resistenza alla compressione compresi fra 7.4 N/mm² e 16.6 N/mm².

Tab 1 - Riepilogo dei risultati delle prove sui campioni di calcestruzzo

Denominazione carota	Denominazione pilastro	Profondità di carbonatazione	Resistenza a compressione
		[mm]	[N/mm ²]
CP2/A	11	180	7.4
CP2/B			8.8
CP3/A	17	210	9.2
CP3/B			10.7
CP4/A	12	180	14.6
CP4/B			16.6
CP5/A	19	70	11.3
CP5/B			9.0
CP7/A	4	140	8.8
CP7/B			15.3
CP8	2	130	9.9

1.3 Descrizione dell'intervento

1.3.1 Generalità

L'intervento che si prevede di realizzare, dovrà essere esteso a tutti i pilastri del piano interrato e comporta tre fasi:

fase 1 - preliminare rinforzo della fondazione;

fase 2 – puntellamento con elementi in carpenteria metallica;

fase 3 – Consolidamento e ricostruzione dei pilastri.

1.3.2 Fase 1 – Rinforzo della fondazione

Poiché si intende utilizzare come fondazione dei puntelli i plinti esistenti e giacche essi, com'era consuetudine all'epoca della costruzione, sono di forma tronco piramidale si prevede la realizzazione di baggioli per la correzione della pendenza dell'estradosso dei plinti, per consentire l'appoggio in orizzontale della base dei puntelli.

Le fondazioni risultano costituite, dopo un ispezione visiva, da plinti isolati a sezione variabile (Tav. 2 sez. B-B) è necessario pertanto procedere allo scavo fino al piano di imposta, al rilievo della geometria del plinto e quindi, solo a scavo aperto, sarà possibile il proporzionamento dell'armatura integrativa della quale il particolare della richiamata tav. 2 sez, B – B costituisce lo schema operativo.

La posa in opera dell'armatura integrativa dovrà essere preceduta dalla scarifica del calcestruzzo in maniera da eliminare le parti più degradate e disaerate, quindi dovranno essere realizzati i fori di inghisaggio e solo dopo la pulizia del foro e la rimozione delle parti incoerenti, si potrà procedere alla solidarizzazione dell'armatura integrativa con il plinto mediante sigillatura con HILTI HIT-HY 150.

Posizionata l'armatura integrativa il plinto verrà inglobato, fino al piano di imposta dei puntelli, in un getto di calcestruzzo reoplastico. In tale fase saranno posizionate le armature di ripresa per il successivo rinforzo del pilastro.

1.3.3 Fase 2 – Puntellamento con elementi in carpenteria metallica

Il puntellamento, nel caso più generale a tre vie e cioè della convergenza nel nodo di tre travi, è costituito da per ciascuna trave da un tubo in acciaio S355, posto a c.ca 60 cm dal filo attuale del pilastro, delle dimensioni Φ 168.3/7.11 chiuso alla base da una piastra saldata, un foro filettato in posizione centrale dovrà consentire l'alloggiamento di una vite (M64/8.8) e di un dado mediante i quali realizzare lo stato di coazione necessario a rendere il puntello collaborante. La trasmissione degli sforzi alla fondazione sarà assicurata da due piastre saldate rispettivamente 150x150x40 mm e 300x300x40 mm alloggiate su una base di livellamento in malta reoplastica di c.ca 400x400x40 mm.

La parte superiore del pilastro sarà costituita da una piastra saldata 300x300x40 mm e, fino al contatto con l'intradosso della trave, da una serie opportuna di distanziatori.

Ultimata la fase 2 si può considerare realizzata la messa in sicurezza dell'immobile nel periodo transitorio previsto per l'attuazione della successiva fase 3.

1.3.4 Fase 3 – Consolidamento e ricostruzione dei pilastri

L'ultima parte delle attività, certamente più complessa, prevede la demolizione del collare di c.a., con asportazione dell'armatura integrativa, realizzato nel precedente intervento del 1998 (?), la scarifica, fino alla rimozione di tutto lo spessore carbonatato ovvero almeno 10 mm oltre la posizione dell'armatura originaria, e la sabbiatura "al bianco" della stessa armatura del pilastro, in ultimo il trattamento di tutta l'armatura con un prodotto passivante tipo BASF Nanocrete AP. Per quanto riguarda l'armatura integrativa questa verrà solidarizzata al nucleo confinato del pilastro mediante l'inghisaggio (BASF Concrecive) delle barre. Le operazioni verranno completate con la ricostruzione della sezione resistente, fino alla sezione di progetto, mediante betoncino a ritiro compensato (BASF EMACO Reodinamico B1 Formula) e la protezione delle superfici esterne con un prodotto idrorepellente (BASF Protectosil Cit) .

1.4 Classe di resistenza del calcestruzzo

La resistenza delle *carote* prelevate va convertita nella corrispondente resistenza del calcestruzzo *in situ* prima di essere adoperata nei calcoli di verifica.

Per la conversione può utilizzarsi la seguente relazione, recentemente formulata¹:

$$f_{cls} = C_{h/D} C_{dia} C_a C_d f_{car}$$

dove:

$$C_{h/D} = \frac{2}{1.5 + \frac{D}{h}}$$

è il coefficiente correttivo per rapporti h/D diversi da 2.

$$C_{dia} = \begin{matrix} 1.06 & D = 50\text{mm} \\ 1.00 & \text{per } D = 100\text{mm} \\ 0.98 & D = 150\text{mm} \end{matrix}$$

è il coefficiente correttivo relativo al diametro.

$$C_a = \begin{matrix} 1.03 & \text{per } \phi = 10 \\ 1.13 & \phi = 20 \end{matrix}$$

è il coefficiente correttivo relativo alla presenza di armature incluse, variabile in funzione del diametro della barra.

$$C_d = \begin{matrix} 1.20 & \text{per } f_{car} < 20\text{MPa} \\ 1.10 & f_{car} > 20\text{MPa} \end{matrix}$$

è il coefficiente correttivo per tener conto del disturbo arrecato alla carota nelle operazioni di estrazione e preparazione.

Nel nostro caso è

$$D = 75 \text{ mm}$$

$$H = 75 \text{ mm}$$

$$C_{h/D} = 1$$

$$C_{dia} = 1.03$$

$$C_a = 1$$

$$C_d = 1.20 \quad \text{se } f_{car} < 20\text{Mpa}$$

Se si fa riferimento ad un fattore di confidenza $FC=1.35$, commisurato al livello di conoscenza raggiunto (LC1), la tensione di calcolo, riferita alla resistenza minima, vale:

$$f_{cd} = \frac{f_{cm}}{FC} = \frac{10.93}{1.35} = 8.1\text{MPa}$$

¹ Masi A., *La stima della resistenza del calcestruzzo in situ mediante prove distruttive e non distruttive*, Il giornale delle prove non distruttive Monitoraggio Diagnostica, n.1, 2005.

1.5 Carico sui puntelli

Dai risultati delle prove sui campioni prelevati nel corso delle indagini si ottiene una resistenza di calcolo $f_{cd} = 8.1 \text{ N/mm}^2 = 81 \text{ kg/cm}^2$ e una profondità media di carbonatazione di 16 cm. La riduzione della sezione resistente determina un abbassamento della resistenza alla compressione del pilastro che deve essere compensata dalla presenza dei puntelli.

$$f_{cd} = 81 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{resistenza di calcolo})$$

pilastrini in corrispondenza della sala mensa:

$$A_c = 135 \times 65 = 8775 \text{ cm}^2$$

escludendo l'intonaco e la profondità di carbonatazione $\approx 20 \text{ cm}$

$$A_{c,n} = 95 \times 25 = 2375 \text{ cm}^2$$

$$N_{Rd,n} = f_{cd} A_{c,n} = 192 \text{ t}$$

$$N_{Sd} = \gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}G_2 + \gamma_Q Q_k = 381 \text{ t}$$

$$\Delta N = N_{Sd} - N_{Rd,n} = 189 \text{ t} \quad (\text{carico sui 3 puntelli})$$

$$N_p = 63 \text{ t} \quad (\text{carico sul puntello})$$

pilastrini in corrispondenza della cucina:

$$A_c = 135 \times 65 = 8775 \text{ cm}^2$$

escludendo l'intonaco e la profondità di carbonatazione $\approx 20 \text{ cm}$

$$A_{c,n} = 95 \times 25 = 2375 \text{ cm}^2$$

$$N_{Rd,n} = f_{cd} A_{c,n} = 192 \text{ t}$$

$$N_{Sd} = \gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}G_2 + \gamma_Q Q_k = 312 \text{ t}$$

$$\Delta N = N_{Sd} - N_{Rd,n} = 120 \text{ t} \quad (\text{carico sui 2 puntelli})$$

$$N_p = 60 \text{ t} \quad (\text{carico sul puntello})$$

1.6 Verifica dei puntelli

Tubo 168.3x7.11

DATI DI INPUT

Diametro	D	16.83	(cm)
Spessore	t	0.711	(cm)
Diametro	d	15.41	(cm)
Area della sezione	A	36.00	(cm ²)
Momento d'inerzia della sezione	J	1171.62	(cm ⁴)
Modulo resistenza elastico	W _{el}	139.23	(cm ³)
Modulo resistenza plastico	W _{pl}	184.85	(cm ³)
raggio d'inerzia	i	5.70	(cm)
acciaio	classe	S 355	
resistenza caratteristica snervamento	f _{yk}	3550	(kg/cm ²)
classe della sezione	classe	1	
coeff. sicurezza materiale	γ _{M0}	1.05	
coeff. sicurezza instabilità	γ _{M1}	1.05	

Sollecitazioni

N	63	(ton)
---	----	-------

Verifica instabilità

A	36.00	(cm ²)
L ₀	250	(cm)
β	1.0	
L ₁	250	(cm)
J	1172	(cm ⁴)
f _{yk}	3550	(kg/cm ²)
E	2100000	(kg/cm ²)
N _{cr}	389	(ton)
λ _c	0.57	
α	0.21	
Φ	0.70	
χ	0.900	
γ _{M1}	1.05	
N _{b,Rd}	110	(ton)
N	63	(ton)
N _{Sd} / N _{b,Rd} < 1	0.58	