

**COMUNE DI PALERMO**  
(Prov. di Palermo)

**PROGETTO DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DI UN IMMOBILE SITO IN VIA  
MORSELLI N° 6 IN PALERMO**  
(Fg. 34, Part. 1134, Sub. 5 del N.C.E.U. di Palermo)

**COMMITTENTE:**

FONDO PENSIONI PER IL PERSONALE  
DELLA C.C.R.V.E.

**PROGETTAZIONE:**

ABGroup snc  
INGEGNERIA E SERVIZI TECNICI INTEGRATI

Ing. Cristiano Bilello

ORDINE DEGLI INGEGNERI  
della Provincia di Agrigento  
**Dott. Ing. CRISTIANO BILELLO**  
SCIACCA  
Iscritto al N. 1094 dell'Albo

**R 1**

**OGGETTO: RELAZIONE GENERALE**

**DATA: 30/05/2014**

**REVISIONE: 01**

**SPAZIO PER I VISTI:**

# RELAZIONE TECNICA

1. Premessa .....	2
2. Descrizione dei luoghi .....	2
3. Stato di fatto e cause dei degradi e dei dissesti .....	3
3.1. Il degrado elettrochimico del calcestruzzo .....	4
4. Indagini effettuate .....	7
5. Interventi previsti .....	8
5.1. Intervento in copertura .....	8
5.2. Intervento aree esterne del piano terra e del piano semi-interrato .....	9
5.3. Intervento di risanamento e protezione degli elementi in c.a. ....	10
5.3.1. Note sulla logistica d'intervento .....	13
6. Elaborati di progetto .....	13
7. Quadro economico .....	14
Figure .....	15

# 1. Premessa

Per incarico ricevuto da parte del Fondo Pensioni per il Personale della Cassa del risparmio V.E. per le province siciliane , il sottoscritto Ing. Cristiano Bilello, in qualità di rappresentante legale dell'ABGroup snc, ha proceduto alla redazione del progetto dei *“Lavori di manutenzione straordinaria di un immobile sito in via Morselli n°6 in Palermo”*. Nella presente relazione sarà descritto l'immobile oggetto dell'intervento, lo stato dei degradi e dei dissesti rilevato e le cause che lo hanno determinato, gli interventi previsti nell'ambito del progetto di manutenzione straordinaria e il quadro economico di progetto.

## 2. Descrizione dei luoghi

L'edificio in oggetto è stato realizzato tra il 1988 e il 1989 e confina a Sud Est con Via D'Amelio, a Sud Ovest con Via Autonomia Siciliana e a Nord Ovest con Via Morselli.

L'immobile dispone di regolare concessione edilizia rilasciata in data 28/12/1988 e di autorizzazione ad iniziare i lavori rilasciata dall'ufficio del Genio Civile di Palermo ai sensi dell'art 18 della Legge 2/2/74 n.64; ai sensi dell'art. 4 dell'art 4 della Legge 1086/74 il progetto è stato depositato all'ufficio del Genio Civile di Palermo in data 23/03/1987 prot. 6214.

L'immobile presenta una struttura intelaiata in c.a. e si compone di un massimo di nove elevazioni, tre delle quali semi-interrate e sei fuori terra. Esso è costituito da due corpi di fabbrica giuntati: il primo (denominato corpo B), di forma trapezoidale allungata, presenta una sola elevazione fuori terra, il secondo (denominato corpo A), a forma di U, si sviluppa per tutte le elevazioni del fabbricato. I piani interrati così come il piano rialzato si estendono per circa 700 mq, mentre dal piano successivo la superficie diventa di circa 450 mq.

La costruzione è dotata di una terrazza praticabile alla quale si accede attraverso un torrino scala che ospita un vano dedicato all'impianto dell'ascensore.

La struttura portante dell'area di accesso esterna, si estende fino ai marciapiedi di bordo, ed è costituita da telai in cemento armato disposti secondo due direzioni perpendicolari, collegati al nucleo centrale attraverso appoggi Gerber o giunti tecnici. A delimitazione dell'intera struttura sono stati realizzati dei muri in cemento armato.

Gli elementi della struttura primaria sono stati realizzati in opera tranne quattro travi reticolari prefabbricate miste (REP), riconoscibili per la presenza del fondello in acciaio ai primi 4 impalcati. Setti in cemento armato sono stati realizzati per delimitare il vano scala e ascensore.

I solai sono costruiti da lastre prefabbricate in cemento armato di larghezza 120 cm e spessore di 25-30 cm (tipo Predalle) completate in opera con elementi di alleggerimento e getto di calcestruzzo.

Le facciate prospicienti le Vie Morselli, Autonomia Siciliana e Maira sono realizzati in cemento a faccia vista mentre il fronte prospiciente Via D'Amelio si presenta intonacato.

Allo stato attuale l'immobile non è fruito a causa del cattivo stato di conservazione evidenziato dai degradi e dissesti, come meglio descritti nel seguito. Nella sua destinazione originaria, e sino a quando è stato fruito, i piani più interrati, accessibili da una rampa carrabile da Via Morselli, erano adibiti a parcheggi, mentre i piani fuori terra a uffici aperti al pubblico.

### **3. Stato di fatto e cause dei degradi e dei dissesti**

La struttura, allo stato attuale, presenta un cattivo stato di conservazione, che la rende inadeguata per i criteri di sicurezza necessari al suo utilizzo (Figure 1-21).

I diversi sopralluoghi effettuati hanno evidenziato un esteso degrado che interessa prevalentemente gli elementi strutturali sui prospetti esterni, i portali che sorreggono il solaio dell'area esterna di accesso all'edificio, i muretti perimetrali, i muretti che delimitano le rampe di accesso al piano sopraelevato e le velette del corpo basso.

Il degrado tipico delle strutture in c.a. ha avuto nell'edificio in oggetto, realizzato in calcestruzzo a faccia vista, un decorso molto più rapido a causa del contatto diretto delle acque meteoriche con gli elementi strutturali. Lo scenario è caratterizzato da un ampio e diffuso quadro fessurativo degli elementi strutturali e da zone, localizzate prevalentemente in corrispondenza dei nodi trave-pilastro, di espulsione, anche profonda, di copriferro. Ciò produce non solo un effetto sgradevole dal punto di vista estetico, ma soprattutto pericoloso dal punto di vista strutturale, a causa della riduzione della sezione resistente e dell'esposizione diretta delle barre agli agenti atmosferici.

Nei portali del locale cantinato il fenomeno è invece imputabile alle infiltrazioni delle acque meteoriche attraverso il giunto della struttura con il muro perimetrale contro-terra e attraverso il solaio stesso; infiltrazioni che hanno elevato il grado di umidità dell'ambiente accelerando lo sviluppo del fenomeno. Ciò deriva da una cattiva impermeabilizzazione delle aree esterne del piano terra e del ballatoio del piano cantinato, testimoniata dalle macchie di umidità ai piani inferiori, associato a un non adeguato deflusso delle acque attraverso i bocchettoni di raccolta, che risultano danneggiati e/o ostruiti dalla vegetazione.

La pavimentazione della copertura del corpo principale presenta inoltre un pessimo stato di conservazione come testimoniato dal deterioramento delle fughe, dalla vegetazione che si è sviluppata al loro interno (soprattutto lungo i bordi laterali), dai numerosi rattoppi eseguiti a seguito d'interventi manutentivi saltuari, dai bocchettoni di raccolta delle acque che appaiono parzialmente danneggiati e presentano, certamente, una capacità di deflusso ridotta.

Questi degradi superficiali, accompagnati dal deterioramento dello strato d'impermeabilizzazione sottostante, hanno determinato dei fenomeni d'infiltrazioni le cui tracce sono evidenti nel solaio sottostante, in special modo nella zona perimetrale, con qualche concentrazione in corrispondenza dei cavedi che ospitano le gronde.

Tutti i muretti di bordo, costituiti dal proseguimento dei pilastri perimetrali dell'edificio, presentano tipici fenomeni di degrado del calcestruzzo con espulsione di copriferro, in alcune zone anche di notevole entità. Questi fenomeni caratterizzano anche gli elementi strutturali del torrino scala, anche se in misura ridotta. La ringhiera di protezione, costituita da un profilo tubolare opportunamente sagomato e collegato da muretto a muretto, evidenzia un avanzato stato di corrosione.

Il fenomeno riscontrato negli elementi in c.a. prende il nome di degrado elettrochimico ed è associato alla depassivazione per effetto della carbonatazione del calcestruzzo, in presenza di ossigeno e acqua, la depassivazione provoca a sua volta l'insorgere del fenomeno di corrosione delle barre di armatura con rigonfiamento ed espulsione del copriferro; dal punto di vista fisico-meccanico esso è pienamente descritto nella sezione *Il degrado elettrochimico del calcestruzzo* cui si rimanda per approfondimenti.

### **3.1. Il degrado elettrochimico del calcestruzzo**

Il calcestruzzo è un conglomerato artificiale formato da cemento, sabbia, ghiaia e acqua, mescolati ciascuno in opportune proporzioni. Quando il calcestruzzo incorpora e avvolge un'armatura metallica, il conglomerato ottenuto è definito cemento armato o, più propriamente, calcestruzzo armato. Tale conglomerato è soggetto a fenomeni di degrado che ne alterano le proprietà.

Il degrado del calcestruzzo è difficilmente attribuibile a una sola causa poiché spesso più processi possono avvenire contemporaneamente, interagendo, a volte, in modo sinergico. Essi portano a una diminuzione del carattere protettivo del calcestruzzo dal punto di vista fisico (aumento della permeabilità, formazione di fessure, distacchi di materiale) favorendo così la penetrazione di sostanze aggressive nella matrice del materiale e promuovendo la corrosione del ferro di armatura.

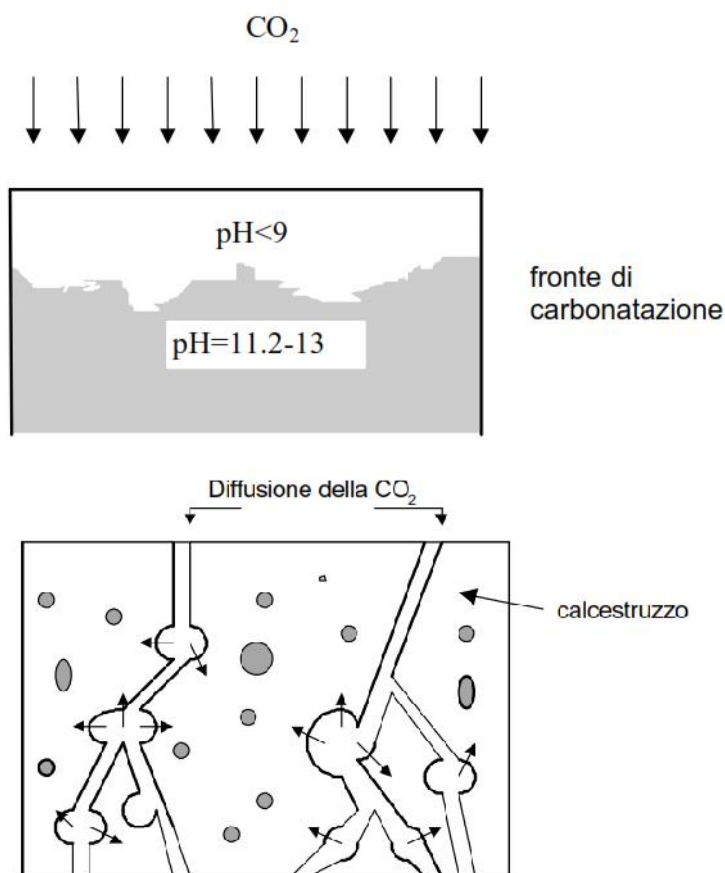
L'acciaio nel calcestruzzo, in condizioni ottimali, è molto ben protetto a causa dell'**elevata alcalinità** dell'ambiente cementizio dovuta alla presenza di una "*soluzione dei pori*" che, in condizioni normali di calcestruzzo sano, presenta valori di pH compresi tra 12,6 e 13,8.

Il ferro di armatura può assumere, in un ambiente così alcalino, condizioni di passività dovute alla formazione di uno **strato protettivo di ossidi** che riducono la velocità di corrosione a valori praticamente trascurabili.

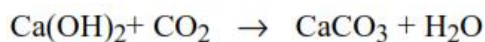
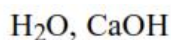
L'attivazione del ferro, nella maggior parte dei casi, è dovuta al processo di **carbonatazione**; la formazione di scaglie di ossido poroso di tipico colore rossastro con volume specifico notevolmente superiore a quello del ferro e il relativo "*spalling*" del copriferro sono le conseguenze ultime e più evidenti del processo di corrosione.

L'anidride carbonica presente nell'atmosfera (concentrazioni dell'ordine di 600-1000 mg/l) quando viene a contatto con il calcestruzzo neutralizza, a partire dagli strati più esterni, i suoi componenti alcalini. Il pH della soluzione contenuta nei pori si riduce dai valori usuali (attorno a 13-14) a valori inferiori a 9, cioè ben al di sotto del pH 11.5 che, come già osservato, è il valore necessario per assicurare, in assenza di cloruri, le condizioni di passività dell'armatura.

Il fenomeno della carbonatazione è dunque legato in maniera evidente al trasporto dell'anidride carbonica dell'atmosfera attraverso i pori del cemento.



Il processo si può rappresentare con la seguente reazione globale semplificata:



Una volta che l'armatura risulta depassivata e sono presenti sulla sua superficie acqua e ossigeno, si produce una **corrosione** di tipo generalizzato.

La carbonatazione del calcestruzzo e la conseguente depassivazione delle armature non provocano, invece, corrosione se l'acqua e l'ossigeno non sono presenti sulla superficie delle armature o lo sono in tenori molto bassi. Le condizioni di umidità ambientale più critiche per il prodursi della corrosione (una volta che la carbonatazione è avvenuta) sono quelle con umidità relativa compresa tra 80 e 98% oppure quelle caratterizzate da condizioni di alternanza asciutto – bagnato.

La carbonatazione inizia alla superficie esterna e penetra verso le regioni più interne con velocità decrescente. La legge che definisce la profondità di penetrazione nel tempo è una legge di potenza del tipo

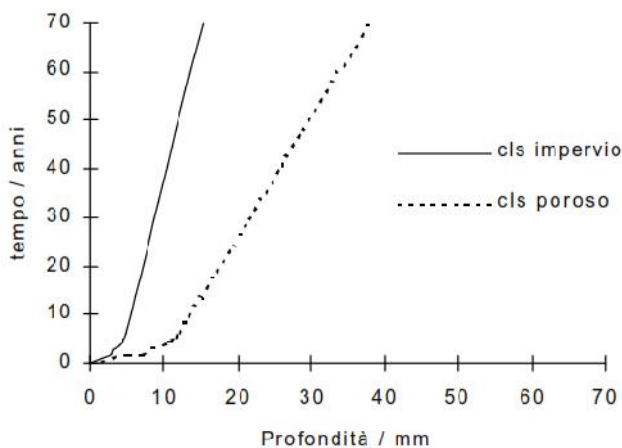
$$s = K t^{(1/n)}$$

dove  $s$  è lo spessore dello strato carbonato e  $t$  il tempo.

In calcestruzzi non particolarmente impervi e in quelli porosi l'andamento è spesso parabolico per cui il valore di  $n$  è 2. In calcestruzzi compatti la velocità di penetrazione tende, però, a ridursi più velocemente ( $n > 2$ ); in quelli molto impervi tende praticamente ad annullarsi. In ogni caso  $K$ , e quindi la **velocità** con cui il processo **di carbonatazione** avanza all'interno del calcestruzzo, dipende da fattori relativi al calcestruzzo stesso e da fattori ambientali:

- tra i fattori relativi al calcestruzzo: la sua permeabilità (e quindi i fattori che la determinano quali il rapporto acqua/cemento, la compattazione e maturazione del getto), la sua riserva di alcalinità (e quindi il tipo e la quantità di cemento impiegato);
- tra i fattori ambientali: l'umidità atmosferica ( $K$  è massimo nell'intervallo compreso tra il 50 e il 70%) e la presenza di bagnamenti intermittenti, come quelli provocati dalla pioggia, che riducono  $K$ .

Indicativamente si può ritenere che  $K$  di un calcestruzzo impervio sia pari a 1 (e quindi con penetrazioni della carbonatazione pari a 8 mm in 50 anni) mentre  $K$  di calcestruzzi porosi possono avere valori anche di 10 (e quindi con penetrazioni anche maggiori di 40 mm in 15 anni).



E' opportuno notare come nelle condizioni in cui la velocità di penetrazione della carbonatazione è massima (50-70% UR) la velocità di corrosione è trascurabile (almeno in climi temperati). Per questo motivo in calcestruzzi poco umidi (ad esempio all'interno di un edificio) anche se la carbonatazione raggiunge le armature in tempi relativamente brevi, non si producono apprezzabili attacchi corrosivi.

In calcestruzzi più umidi, o soggetti all'**azione della pioggia**, succede esattamente il contrario: la penetrazione della carbonatazione avviene più lentamente, ma una volta raggiunte le armature provoca un attacco che si produce con velocità elevata (Antonio Barbucci, *Degrado e protezione delle strutture*

in calcestruzzo armato, Materiali e Tecnologie Innovative dell'Ingegneria Civile, Ciclo di Seminari Tecnico-Didattici 2000).

## 4. Indagini effettuate

Il DICA (Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Aerospaziale) per conto del CIDIS ha eseguito alcuni prelievi di calcestruzzo indurito sulle strutture dell'edificio al fine di effettuare sia il controllo della resistenza meccanica alla compressione del conglomerato cementizio in opera, che il livello di carbonatazione. Preliminarmente si sono eseguite delle prove pacometriche per il rilevamento delle armature. Di seguito si riporta una sintesi dei risultati delle prove effettuate.

### Risultati prove pacometriche

Le prove pacometriche eseguite hanno rilevato barre nei pilastri di diametro compreso tra 16/18mm, mentre le staffe presentano un passo medio compreso tra 160-200 mm.

### Risultati delle prove di resistenza meccanica

Per il carotaggio è stata ritenuta sufficiente una campionatura di n° 9 carote estratte in parti ritenute caratteristiche e identificative dell'intero complesso strutturale.

I risultati delle prove a compressione sulle 9 carote estratte è il seguente:

**Tabella 1- Resistenze carote**

Carota	Resistenza carote MPa
C1	50.5
C2	37.5
C3	33.5
C4	33.5
C5	34.2
C6	40.8
C7	32.5
C8	31.6
C9	31.8
Media	36.2

Il valore di resistenza media rilevato  $f_{cm} = 36.2$  MPa, nonostante la dispersione dei risultati, è compatibile con **calcestruzzi con una classe di progetto C28/35 e quindi di buone caratteristiche meccaniche.**

### Risultati delle analisi chimiche

Sulle carote provate sono state rilevate profondità di carbonatazione compresa tra 5 e 6 cm. Poiché lo spessore del copriferro è compreso tra 2 e 3 cm **le armature metalliche sono immerse in calcestruzzo carbonatato (ambiente non passivato), il che giustifica l'avanzato stato di corrosione che le caratterizza.**



## 5. Interventi previsti

Gli interventi previsti rientrano nell'ambito della manutenzione straordinaria e, sinteticamente, riguardano:

- il rifacimento dell'impermeabilizzazione della coperture del corpo principale (compreso il torrino scala), delle aree esterne del piano terra e del ballatoio del piano semi-interrato;
- il risanamento degli elementi strutturali dei prospetti principali, i portali che sorreggono il solaio dell'area esterna di accesso all'edificio, i muretti perimetrali, i muretti che delimitano le rampe di accesso al piano sopraelevato e le velette del corpo basso.

Gli interventi di rifacimento delle impermeabilizzazioni rispondono all'esigenza di eliminare le infiltrazioni delle acque meteoriche nei sottostanti locali, prevenendo lo svilupparsi di ulteriori fenomeni di degrado come quelli rilevati e descritti in precedenza.

Il risanamento strutturale degli elementi è invece necessario al fine di ripristinare le condizioni di sicurezza statica dell'immobile, arrestando quel fenomeno di degrado tipico del calcestruzzo che, in una struttura a faccia vista come quella in oggetto, ha assunto caratteri rilevanti.

Gli interventi suddetti richiedono lavorazioni complementari come meglio descritte nel seguito. Per i dettagli grafici si rimanda alle tavole di progetto.

### 5.1. Intervento in copertura

La copertura del corpo principale, compreso il torrino scale, è costituita da un solaio piano. Il pessimo stato di conservazione della pavimentazione è testimoniato dal deterioramento delle fughe, dalla vegetazione che si è sviluppata al loro interno (soprattutto lungo i bordi laterali), dai numerosi rattoppi eseguiti a seguito d'interventi manutentivi saltuari, dai bocchettoni di raccolta delle acque che appaiono parzialmente danneggiati e presentano, certamente, una capacità di deflusso ridotta.

Questi degradi superficiali, accompagnati dal deterioramento dello strato d'impermeabilizzazione sottostante, hanno determinato dei fenomeni d'infiltrazioni le cui tracce sono evidenti nel solaio sottostante, in special modo nella zona perimetrale, con qualche concentrazione in corrispondenza dei cavedi che ospitano le gronde.

Tutti i muretti di bordo, costituiti dal proseguimento dei pilastri perimetrali dell'edificio, presentano tipici fenomeni di degrado del calcestruzzo con espulsione di copriferro, in alcune zone anche di notevole entità. Questi fenomeni caratterizzano anche gli elementi strutturali del torrino scala, anche se in misura ridotta. La ringhiera di protezione, costituita da un profilo tubolare opportunamente sagomato e collegato da muretto a muretto, evidenzia un avanzato stato di corrosione.

L'intervento di manutenzione si articola attraverso una serie di lavorazioni descritte nel seguito:

1. Temporanea rimozione degli impianti esistenti, intendendo con essi tutte le condotte dell'impianto di condizionamento e dell'impianto idrico presenti nel lastrico solare. Non è prevista, visto il loro ingombro, la rimozione delle macchine refrigeranti, tuttavia ciò non influirà sulla possibilità di eseguire le lavorazioni successive. Tutte le tubature saranno opportunamente accatastate in idoneo spazio per la successiva revisione e ricollocamento a operazioni concluse;

2. Rimozione della ringhiera di protezione, accatastamento in idoneo spazio per il successivo trattamento anticorrosivo, verniciatura e ricollocamento a operazioni concluse;

3. Demolizione delle pavimentazioni esistenti, inclusi gli zoccolotti perimetrali, sino al rinvenimento del massetto delle pendenze;

4. Ripristino degli elementi strutturali in c.a. (vedasi specifica descrizione);

5. Revisione e sostituzione dei bocchettoni di deflusso delle acque;

6. Realizzazione di una spianata di malta di livellamento e della sguscia lungo tutti i bordi perimetrali;

7. Posa in opera d'impermeabilizzazione costituita da elastomero di poliuretano, con caratteristiche descritte nel Capitolato Speciale d'Appalto. L'impermeabilizzazione dovrà essere applicata anche, e soprattutto, lungo i bordi perimetrali, particolarmente sensibili alle infiltrazioni, sino all'altezza di 15 cm dalla pavimentazione, dove sarà eseguito un taglio meccanico per la sigillatura con idoneo sigillante impermeabile (tipo Sika Flex)

8. Ripavimentazione con piastrelle per esterni in klinker di caratteristiche antiscivolo idonee;

9. Ricollocamento, previa revisione, della ringhiera e degli impianti rimossi. Nel ricollocamento degli impianti, e in particolare dei supporti degli stessi, bisogna aver cura di non eseguire perforazioni che possano determinare zone sensibili alle infiltrazioni.

## **5.2. Intervento aree esterne del piano terra e del piano semi-interrato**

Le problematiche riscontrate nel solaio esterno del piano terra e nel ballatoio del piano semi-interrato sono molto simili a quelle evidenziate in copertura. A causa del deterioramento della pavimentazione, dell'ostruzione e/o danneggiamento dei bocchettoni di deflusso delle acque e del deterioramento della sottostante impermeabilizzazione si evidenziano fenomeni d'infiltrazione nei sottostanti locali, prevalentemente localizzati lungo il confine con il muro di cantina, ma diffusi anche nelle parti centrali dei solai. L'intervento di manutenzione si articola attraverso una serie di lavorazioni descritte nel seguito:

10. Temporanea rimozione delle scale in acciaio che conducono dal primo piano semi-interrato, attraverso il ballatoio, al calpestio del area esterna di piano terra;

11. Demolizione delle pavimentazioni esistenti, inclusi gli zoccolotti perimetrali, sino al rinvenimento del massetto delle pendenze;

12. Ripristino degli elementi strutturali in c.a. dei muretti scala e dei muretti perimetrali (vedasi specifica descrizione);

13. Revisione e sostituzione dei bocchettoni di deflusso delle acque;

14. Realizzazione di una spianata di malta di livellamento e della sguscia lungo tutti i bordi perimetrali;

15. Posa in opera d'impermeabilizzazione costituita da elastomero di poliuretano, con caratteristiche descritte nel Capitolato Speciale d'Appalto. L'impermeabilizzazione dovrà essere applicata anche, e soprattutto, lungo i bordi perimetrali, particolarmente sensibili alle infiltrazioni, sino all'altezza di 15 cm dalla pavimentazione, dove sarà eseguito un taglio meccanico per la sigillatura con idoneo sigillante impermeabile (tipo Sika Flex)

16. Ripavimentazione con piastrelle per esterni in klinker di caratteristiche antiscivolo idonee;

17. Ricollocamento delle scale in acciaio avendo cura di non eseguire perforazioni che possano determinare zone sensibili alle infiltrazioni.

### **5.3. Intervento di risanamento e protezione degli elementi in c.a.**

L'edificio, realizzato con struttura a faccia vista, presenta degradi diffusi tipici del c.a., che interessano in misura principale i prospetti esterni e, in misura minore, elementi del piano cantinato. Il degrado è rilevante nelle zone esposte a nord dei piani alti, in cui si evidenziano ampie zone con espulsioni profonde di copriferro, mentre più superficiale appare il fenomeno nei muretti di recinzione esterna e nelle velette del corpo basso.

Si prevede dapprima il risanamento strutturale delle zone ammalorate e successivamente un trattamento protettivo diffuso delle barre e del calcestruzzo. Per eseguire le operazioni suddette, ed evitare ogni interferenza, è necessaria la rimozione, revisione e successivo ricollocamento, di alcuni infissi (incluse le soglie) e degli impianti (raccolta acque, antincendio, condizionamento) sui prospetti principali. Nel prospetto sud-est, nelle zone d'intervento si dovrà preliminarmente procedere alla rimozione dell'intonaco di tipo Li Vigni, attualmente presente, che dovrà essere ripristinato ad operazione conclusa. In questo caso per evitare uno sgradevole effetto a 'macchia di leopardo' si prevede l'applicazione dello strato di finitura su tutta la superficie intonacata.

Si sottolinea che per i pilastri maggiormente interessate dai degradi, sarà opportuno procedere a una **puntellatura di sicurezza**, a cavallo dell'elemento strutturale, per l'intera altezza dell'edificio dallo spiccato delle fondazioni, posta in opera sino al ripristino dello strato ammalorato. Inoltre si avrà cura di eseguire l'intervento **gradualmente**, nell'ambito dello stesso elemento strutturale e dello stesso piano, procedendo dai piani alti verso il basso.

L'intervento di risanamento e protezione si articola, nel dettaglio, nelle seguenti fasi.

*Asportazione del calcestruzzo degradato*

Rimozione di tutto il calcestruzzo degradato e privo di coerenza con il sottofondo, asportandolo accuratamente per una profondità che consenta un ripristino di malta di almeno 10mm di spessore; irruvidimento della superficie d'intervento (dovrà presentar asperità di circa 5mm) mediante martellatura o scalpellatura sino al raggiungimento della parte sana e compatta, meccanicamente resistente; messa a nudo dei ferri liberandoli dal calcestruzzo ammalorato.

La superficie del cls dovrà poi essere pulita ricorrendo a sabbiatura a secco, idro-sabbiatura, bocciardatura, spazzolatura con spazzola metallica oppure con un getto di vapore d'acqua a 100°C ad una pressione di 7-8 atm

#### *Pulizia dei ferri d'armatura*

I ferri d'armatura posti a vista dovranno essere puliti per asportare polvere e ruggine; l'operazione potrà essere eseguita con spazzole metalliche o sabbiatura in funzione del livello di degrado raggiunto e, comunque, fino ad ottenere una superficie pulita e lucida a 'metallo bianco'.

#### *Ricostruzione del copriferro: bagnatura del supporto*

Nel caso in cui non sia stato impiegato il vapore per la pulizia del sottofondo, si dovrà procedere a bagnatura fino a saturazione, evitando veli o di ristagni d'acqua che andranno rimossi mediante stracci o aria compressa.

#### *Ricostruzione del copriferro: protezione delle barre d'armatura*

La protezione dell'armatura avverrà mediante l'applicazione a pennello di una mano di boiaccia passivante anticarbonatante, reoplastica-pennellabile, realizzando uno strato continuo di almeno 1mm. Le caratteristiche minime della boiaccia dovranno essere : adesione all'armatura ed al cls > 2.5 MPa; resistenza alla nebbia salina dopo 120 h nessuna corrosione, pH >12; tempo di lavorabilità a 20°C e 50% U.R. circa 40-60min, temperatura limite di applicazione +5°C e +35°C, classe 0 di reazione al fuoco. Trascorse almeno 2-3 ore dall'applicazione si procederà alla stesura di una seconda mano per uno spessore di circa 2 mm.

#### *Ricostruzione del copriferro: ripristino della sezione originaria*

Trascorse 24 ore dall'applicazione dell'ultima mano di boiaccia passivante, previa scrupolosa bagnatura delle parti di calcestruzzo si applicherà uno strato di malta a base di leganti idraulici, fibrorinforzata, a consistenza tissotropica, a ritiro controllato, ad alta adesione, con inibitori di corrosione organici, impastata con solo acqua e senza far uso di casseforme fisse.

La malta dovrà essere premuta bene sul supporto, cercando di compattarla con l'ausilio della cazzuola, spatola o tavolette di legno per gli spigoli. Lo spessore potrà essere dato in una sola mano siano a 25-30mm, oltre i quali sarà necessario procedere in più mani, sino al raggiungimento dello spessore necessario.

A posa ultimata la superficie della malta dovrà essere mantenuta umida per almeno 24 h irrorandola, se necessario, con acqua nebulizzata.

Le caratteristiche minime della malta dovranno essere: adesione > 2 MPa; impermeabilità all'acqua <15mm; modulo elastico < 25000MPa; resistenza a compressione dopo 7 giorni > 35 MPa; resistenza a compressione dopo 28 giorni > 40 MPa; resistenza a flessione dopo 7 giorni > 4.5 MPa; resistenza a flessione dopo 28 giorni > 7 MPa; inerti costituiti da sabbia silicea con granulometria massima di 2mm; tempo di lavorabilità a 20°C e 50% U.R. circa 30-40min, temperatura limite di applicazione +8°C e +35°C, classe 0 di reazione al fuoco.

#### *Protezione e finitura*

Lo strato protettivo finale sarà applicata a tappeto su tutte le parti esposte degli elementi in c.a. dei prospetti principali, dei muretti di recinzione, nelle velette del corpo basso, negli elementi strutturali e nelle pareti del muro contro-terra sottostanti le aree esterne del piano terreno, e nei pilastri a vista di tutti i piani interrati, a prescindere essi siano stati soggetti all'intervento di risanamento o meno. L'intervento consiste nell'applicazione, in mani successive, di un inibitore della corrosione e da una malta rasante protettiva e impermeabilizzante per il cls.

L'inibitore di corrosione, basato su componenti organici, applicato in superficie penetra nel calcestruzzo e forma uno strato protettivo monomolecolare sulla superficie delle armature incrementando sensibilmente la vita utile della struttura. Il prodotto, tipo **Sika FerroGard 903+**, deve essere applicato a saturazione a pennello, rullo o attrezzatura a spruzzo a bassa pressione o airless. Il numero di strati dipende dalla porosità e dal contenuto di umidità, comunque normalmente vanno posati 1-2 strati su superfici orizzontali, evitando ristagni, e 2-3 strati su superfici verticali. Dopo l'applicazione dell'ultima mano, appena la superficie diventa opaca, è necessario lavare con acqua a bassa pressione (con tubo flessibile). Il giorno successivo all'applicazione le superfici trattate vanno lavate con acqua in pressione (circa 10 MPa - 100 bar). Le caratteristiche del prodotto sono meglio specificate nel Capitolato Speciale d'Appalto.

In fine si applicherà un rasante protettivo e impermeabilizzante, per una finitura simile al calcestruzzo a faccia vista. Si utilizzerà una malta premiscelata monocomponente fibrorinforzata, a base di resine sintetiche, leganti modificati e additivi speciali, tipo **Sika MonoTop -621 Evolution**, per la regolarizzazione di vecchi substrati, supporti piastrellati o malte da ripristino. La presenza di resine modificate, fibre sintetiche e particelle fini di aggregato di dimensioni selezionate aumenta le proprietà adesive della malta: questa formulazione consente adesione ottimale su substrati eterogenei, anche in presenza di residui di vernice di diversa natura chimica.

La malta cementizia dovrà essere mescolata mediante miscelatore elettrico a bassa velocità (~ 500 giri al minuto) e applicata a spatola sul substrato bagnato a rifiuto esercitando una buona pressione per compattare adeguatamente sul substrato in spessore massimo di 5 mm.

Una buona finitura superficiale può essere ottenuta mediante l'utilizzo di un frattazzo di spugna, metallo o legno, da utilizzarsi appena iniziato l'indurimento della malta.

### 5.3.1. Note sulla logistica d'intervento

Sebbene le prove eseguite dai laboratori del DICAT abbiano identificato un calcestruzzo di buone caratteristiche meccaniche, è indubbio che l'attuale stato dell'edificio richiede particolare cura nell'esecuzione delle lavorazioni, soprattutto quelle riguardanti il ripristino degli elementi in c.a.

La diffusione e l'entità dei degradi negli elementi strutturali ne ha ridotto le capacità portanti, anche se in modo non sostanziale. Per tale ragione, prima d'intervenire nei pilastri sui prospetti principalmente interessati dal fenomeno, e dopo aver smontato gli infissi esterni (con le relative soglie), è stata prevista la puntellatura ai lati dei pilastri, per l'intero sviluppo dell'edificio. In ogni caso si procederà gradualmente a partire dai piani alti dell'edificio e, nell'ambito dello stesso elemento, per sotto-cantieri di lavoro.

La stessa attenzione dovrà essere prestata all'intervento nei portali di sostegno del solaio dell'area esterna di accesso all'edificio, per i quali è altresì prevista una puntellatura di sicurezza.

## 6. Elaborati di progetto

Costituiscono parte integrante della documentazione di progetto i seguenti elaborati:

ELABORATO	DESCRIZIONE	
RELAZIONI	R 1	Relazione tecnica generale
	R 2	Piano di manutenzione
	R 2.1	Manuale di manutenzione
	R 2.2	Manuale d'uso
	R 2.3	Programma di manutenzione
	R 3	Analisi dei nuovi prezzi
	R 4	Elenco prezzi
	R 5	Computo metrico
	R 6	Quadro d'incidenza della mano d'opera
	R 7.1	Piano di sicurezza e coordinamento
	R 7.2	Analisi e valutazione dei rischi
	R 8	Fascicolo dell'opera
	R 9	Cronoprogramma
R 10	Stima dei costi della sicurezza	
R 11	Quadro economico	
R 12	Capitolato speciale d'appalto	
R 13	Schema di contratto	

ELABORATO	DESCRIZIONE	
TAVOLE	T 1	Inquadramento cartografico
	T 2	Rilievo fotografico
	T 3	Stato di fatto: rilievo dei degradi e dei dissesti
	T 4.1	Particolare intervento in copertura
	T 4.2	Particolare intervento area esterna del piano terra e del primo piano semi-interrato
	T 4.3	Particolare intervento di ripristino e protezione degli elementi in c.a.

## 7. Quadro economico

QUADRO ECONOMICO DI PROGETTO			
A	Importo dei lavori escluso oneri sicurezza	€	469.864,35
B	Oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso d'asta	€	74.904,60
<b>C</b>	<b>Importo dei lavori (A+B)</b>	€	<b>544.768,95</b>
<b>D</b>	<b>Somme a Disposizione</b>		
D.1	IVA sui lavori 22%	€	119.849,17
D.2	Imprevisti sui lavori 5% su C	€	27.238,45
D.3	<i>Spese tecniche CNPAIA(4%) inclusa</i>		
D.3.1	Progettazione definitiva ed esecutiva	€	21.190,18
D.3.2	Coordinamento della sicurezza in fase di progettazione (CSP)	€	5.433,25
D.3.3	Detrazione per anticipo progettazione	-€	9.438,00
D.3.4	Direzione lavori, misura e contabilità	€	25.445,84
D.3.5	Coordinamento della sicurezza in fase esecutiva (CSE)	€	13.583,26
D.3.6	IVA sui servizi 22%	€	12.367,20
<b>E</b>	<b>Totale Somme a Disposizione</b>	€	<b>215.669,34</b>
<b>F</b>	<b>Totale di Progetto (C+E)</b>		<b>€ 760.438,29</b>

## Figure



Figura 1 Immagine satellitare dell'immobile





**Figura 4** Prospetto Sud Ovest



**Figura 5** Nord Ovest (Via Morselli)



**Figura 6** Scorcio prospetto Sud Est



**Figura 7** Corte interna, Prospetto Sud Est



**Figura 8 Travi interessate da estesa espulsione del copriferro**



**Figura 9 Pilastro interessato da estesa espulsione del copriferro**



**Figura 10 Zone interessate da degrado sottoposte ad interventi manutentivi precedenti**



**Figura 11 Zone interessate da degrado sottoposte ad interventi manutentivi precedenti**



**Figura 12** Lesione zona di appoggio portale piano cantinato



**Figura 13** Infiltrazione nel piano cantinato in corrispondenza del muro perimetrale



**Figura 14** Lesione piano cantinato in corrispondenza del ballatoio



**Figura 15** Lesione portale in corrispondenza dell'appoggio al muro perimetrale



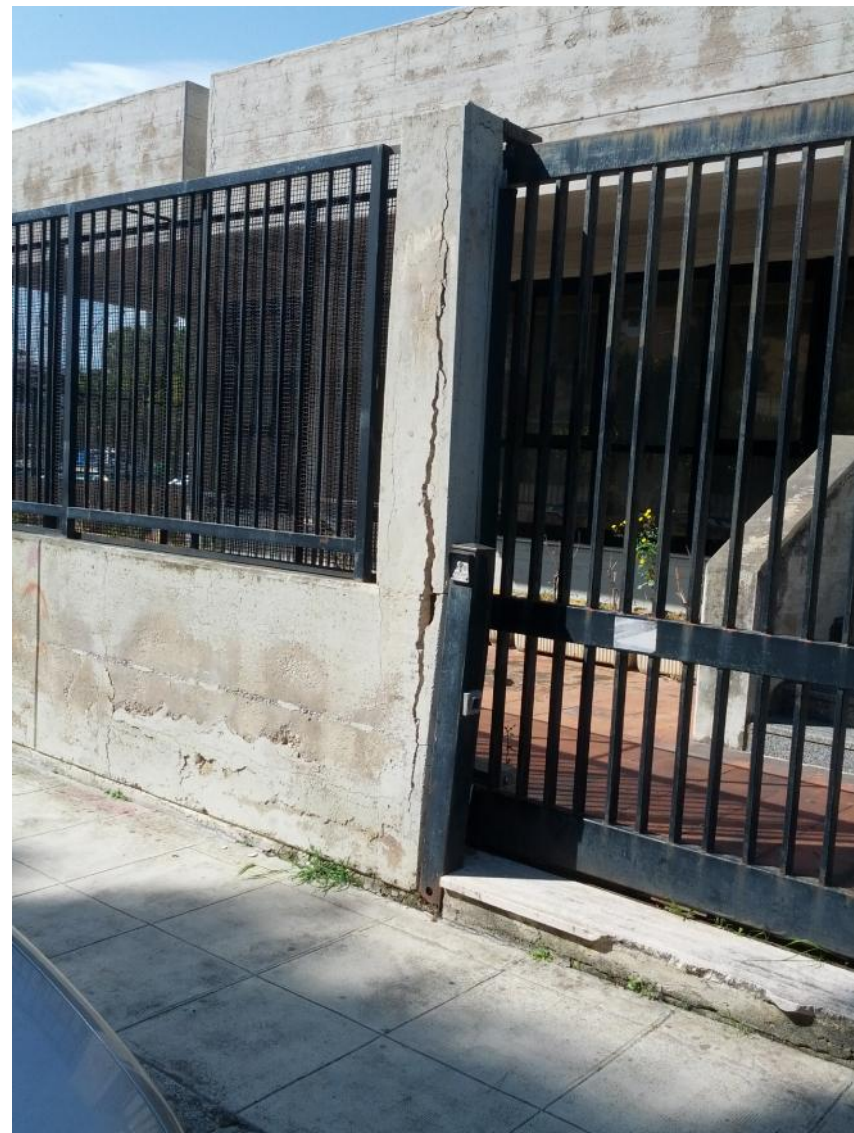
**Figura 16 Presenza di vegetazione nella pavimentazione del ballatoio del piano cantinato**



**Figura 17 Pavimentazione a quota strada e bocchettoni per il deflusso delle acque completamente ostruiti**



**Figura 18** Lesioni sui parapetto delle scale di accesso all'immobile



**Figura 19** Lesioni in corrispondenza del collegamento tra il muretto di recinzione e il cancello su via Morselli



**Figura 20** Vegetazione presente in corrispondenza dei bocchettoni di deflusso delle acque in copertura



**Figura 21** Vegetazione lungo il perimetro della copertura e evidenze d'interventi precedenti sulla pavimentazione