

POLITECNICO DI MILANO

PRINCIPI DI PATOLOGIA EDILIZIA

Perizia della scuola elementare di Via Ferrario 57

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA DEI SISTEMI EDILIZI

PROF: FIORI

A.A. 2020/2021

INDICE:

Introduzione all'edificio

Inquadramento generale dell'edificio:

Prospetto 1

Prospetto 2

Inquadramento generale delle anomalie visibili

Schede dei modi di guasto

scheda 1: mancanza o lacuna

scheda 2: dilavamento e depigmentazione

scheda 3: risalita capillare

scheda 4: espulsione copri ferro

scheda 5: colonizzazione biologica

scheda 6: distacco della membrana bituminosa

scheda 7: difetto di tenuta canale di gronda nello sporto del tetto

scheda 8: difetto di tenuta canale di gronda in una tettoia

strategia generale di intervento

conclusioni

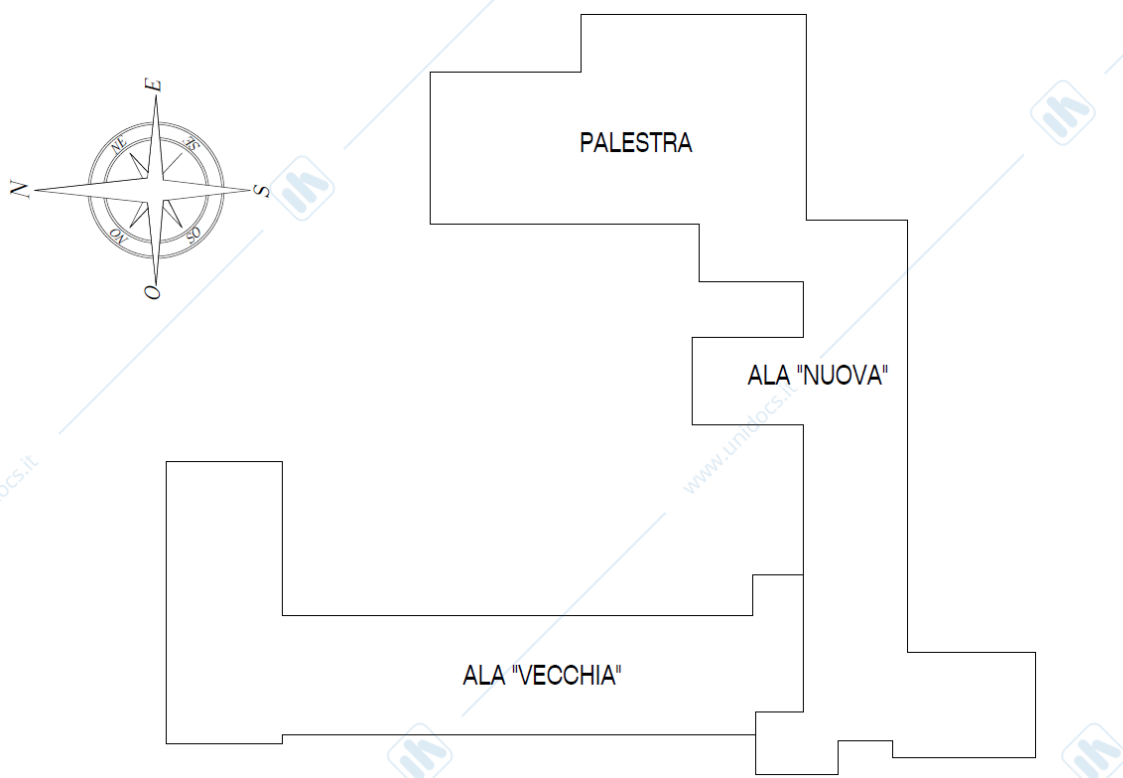
Introduzione all'edificio

Il plesso scolastico preso in questione è sito in Via Ferrario 57, ad Agrate Brianza, nella zona Nord-Est di Milano. Agrate Brianza si trova a $45^{\circ}34'42''$ N e $9^{\circ}21'08''$ E a 165 metri s.l.m., nella Pianura Padana, caratterizzata da un clima di tipo continentale con forte escursione termica annuale, pari a circa 20° .

È caratterizzato dalla presenza di 4 stagioni, due che hanno dei massimi di precipitazione (primavera e autunno) e due minimi (estate e inverno). Sono presenti fasi temporalesche durante l'estate, mentre in inverno la neve può essere presente anche in quote pianeggianti. L'umidità relativa è elevata a causa dell'intensa presenza di acque che circondano la superficie. Il carattere continentale varia in funzione della distanza dal mare, è più accentuato ad ovest, e meno a Est, per via della vicinanza al mare Adriatico.

Il paese in questione è stato classificato nella zona climatica E che, da valori tabulati, stima 2557 gradi giorno, ovvero la stima del fabbisogno energetico necessario per mantenere un clima confortevole nelle abitazioni. Si tratta di una somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale di riscaldamento, degli incrementi medi giornalieri di temperatura necessari per raggiungere la soglia di 20°C .

I lavori per la costruzione sono cominciati il 6 novembre 1928, il progetto prevedeva la realizzazione di 15 aule su due piani, che venne però ridotto a 8 aule su due piani.



I lavori di costruzione terminano il 2 ottobre 1929, che in definitiva comprendeva 10 aule su due piani e due corpi scala.

L'edificio presenta una facciata classica, tutte le finestre sono contornate da cornici in gesso ed è presente un piccolo balcone in pietra.

Nel 1935 viene proposto un ampliamento che prevede la realizzazione di uno spazio per la refezione e una palestra. Nel 1938 si concludono i lavori con la sola realizzazione del refettorio.

La Seconda Guerra Mondiale blocca ogni progetto riguardante l'ampliamento e l'edificio viene temporaneamente dismesso dal suo utilizzo iniziale e utilizzato come base tedesca



Facciata Ovest conclusa nel 1929



Facciata Nord conclusa nel 1929

Nei primi anni '50 quando tutto torna nella normalità vengono ideate delle soluzioni per ingrandire l'edificio. Il progetto prevede la realizzazione di una palestra e di un'ala destinata alla scuola media.

Nel 1962 viene inaugurata la nuova ala che verrà destinata esclusivamente alle scuole elementari, il comune si vede quindi costretto a realizzare un edificio per le scuole medie su di un altro lotto di terra.



Facciata Ovest della parte di edificio ampliata nel 1962

Negli anni settanta vengono realizzati dei laboratori e l'interrato si trasforma in un refettorio con cucina. Viene inoltre aggiunto un ascensore esterno per permettere a tutti di raggiungere il piano superiore. La scuola viene dismessa nel giugno 2008 dopo essere stato dichiarato poco salubre e di dimensioni inadeguate vista l'enorme affluenza di scolari.

Non sono presenti informazioni catastali relative alla costruzione della prima ala in quanto durante la Guerra tutti i comuni sono stati invitati a disfarsi delle carte inutili, che vengono quindi mandate al macero. Le informazioni catastali relative alla parte più moderna invece sono andate distrutte durante un allagamento dell'archivio del Comune. Ad oggi non sono presenti documenti che contengono informazioni relative al complesso.

Strategia generale di intervento

Lacuna intonaco:

- Ripristino pittura e strati di intonaco disgregati
- Rappezzati locali
- Rifacimento della facciata o di porzioni in caso di lesioni troppo estese

Dilavamento e depigmentazione:

- pulizia della facciata
- installazione rompi goccia e scossaline

Risalita capillare:

- eliminazione macchie umidità
- rattoppi locali
- inserimento taglio meccanico
- realizzazione scavo per inserire membrana impermeabilizzante

Espulsione del copri ferro:

- Applicazione sostanze che rallentano la corrosione
- rappezzo
- rimozione parti pericolanti
- rifacimento copertura in calcestruzzo

Colonizzazione biologica

- rattoppi
- pulitura con acqua debolmente additiva
- utilizzo materiali poco porosi

Distacco membrana bituminosa

- Rimozione colature
- Asportazione membrana

Difetto tenuta canale di gronda

- pulizia superficie
- rifacimento isolante
- posa nuova membrana impermeabilizzante

Conclusioni

Per ogni scheda relativa ad un odo di guasto sono state riportate delle strategie e delle soluzioni per il ripristino della parte lesionata. Questo edificio, essendo stato costruito quasi 100 anni fa prevede l'utilizzo di materiali e tecniche non attuale ma risalenti a quei tempi. Tutte le soluzioni proposte prevedono la posa di materiali nuovi, che a quei tempi non erano disponibili. Questo edificio si può quindi attualmente definire obsoleto ma, nell'anno in cui è stato costruito, era considerato un grande guadagno per l'edilizia cittadina.

Si precisa inoltre che su questo edificio non è mai stato effettuato nessun tipo di intervento di manutenzione nel corso degli anni.

Tutte le soluzioni proposte però verranno mai attuate in quanti, dopo anni di trattative si è giunti ad un'unica soluzione che prevede la demolizione dell'edificio nei prossimi mesi.

Inquadramento generale delle anomalie visibili



1
Anomalia: distacco
Scheda: 1



2
Anomalia: distacco
Scheda: 1



3
Anomalia: tenuta canale di gronda
Scheda: 7



4
Anomalia: tenuta canale di gronda
Scheda: 8



5
Anomalia: distacco membrana
Scheda: 6



6
Anomalia: distacco
Scheda: 1



7
Anomalia: dilavamento
Scheda: 2

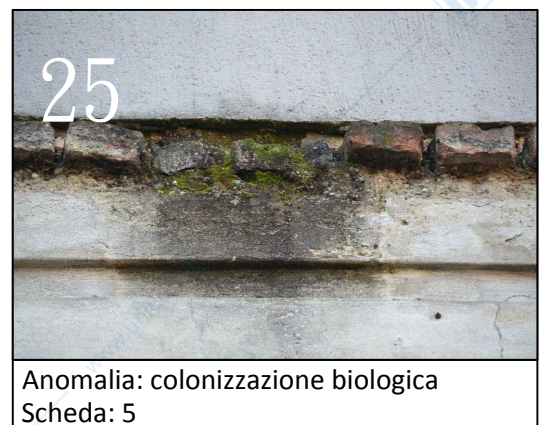


8
Anomalia: distacco
Scheda: 1

Inquadramento generale delle anomalie visibili



Inquadramento generale delle anomalie visibili



Inquadramento generale delle anomalie visibili



Anomalia: colonizzazione biologica
Scheda: 5



Anomalia: distacco
Scheda:1



Anomalia: colonizzazione biologica
Scheda: 5



Anomalia: colonizzazione biologica
Scheda: 5



Anomalia:distacco
Scheda: 1



Anomalia: risalita capillare
Scheda:3




Anomalia: risalita capillare
Scheda:3



Anomalia: risalita capillare
Scheda:3

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Lacuna dell'intonaco nello strato di facciata	Numero scheda	Keyplan
		01	

Distacco dello strato di intonaco nella facciata a causa del contrasto tra le deformazioni del rivestimento e dello strato sottostante.



Immagine A1.



Immagine A3.



Immagine A2.

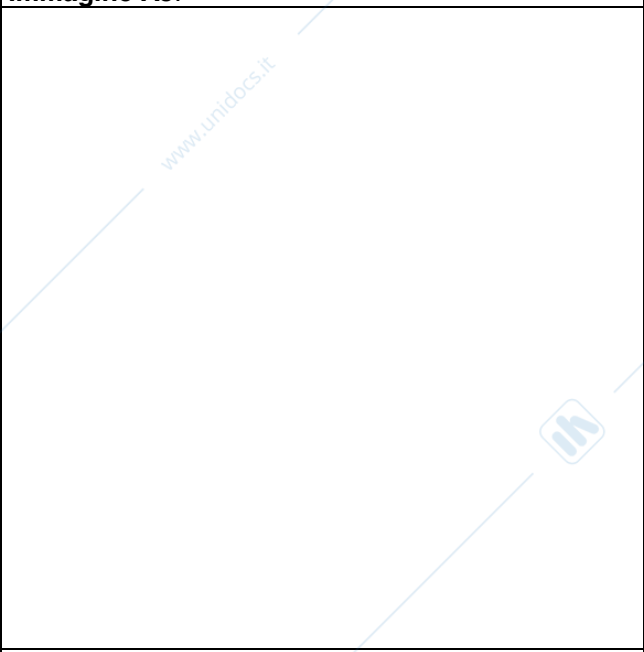


Immagine A1: mancanza di buona parte del rivestimento di intonaco, è possibile intravedere la parte di laterizio portante
 Immagine A2: mancanza di una parte di intonaco che lascia intravedere lo stato sottostante di malta che precede la parte in laterizio
 Immagine A3: distacco dello stato di intonaco più superficiale.

B TECNOLOGIE PRESENTI

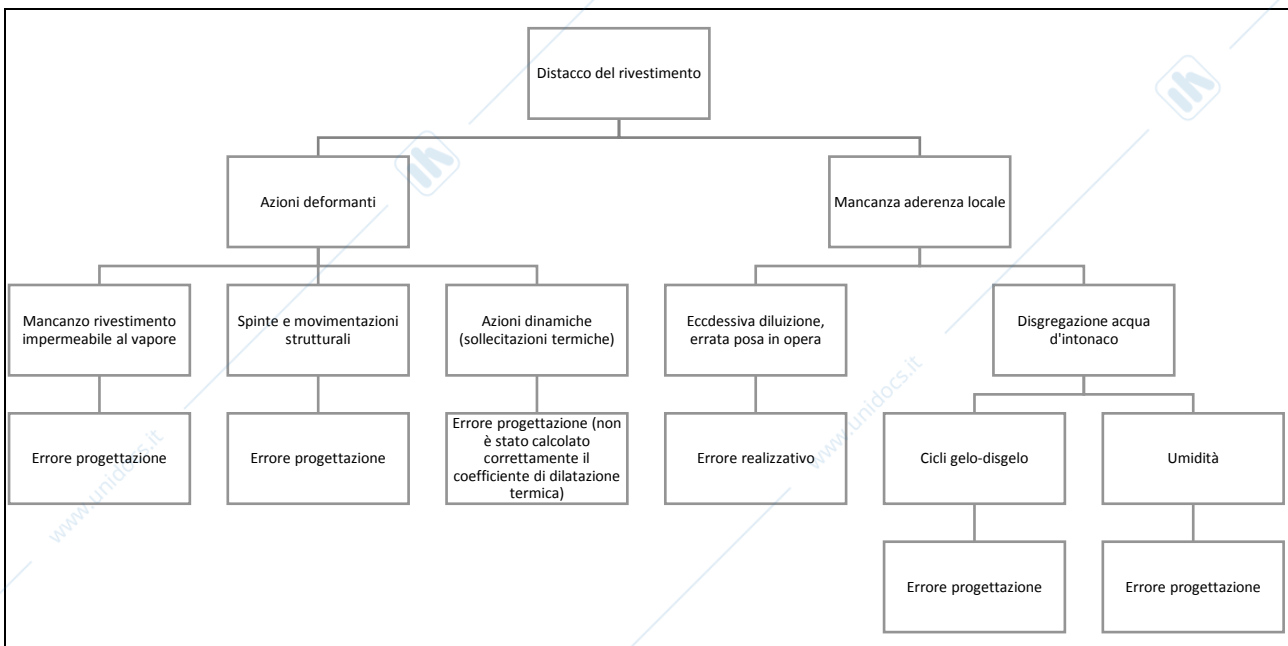
Elemento portante: chiusura verticale in muratura portante

Elemento di rivestimento: intonaco

C MECCANISMO DI GUASTO

Il distacco è dovuto al raggiungimento di uno stato tensionale non più sostenibile dal supporto. Gli stati di trazione possono essere dovuti a variazioni termiche o di acqua contenuta nei materiali, ma anche dagli stati di compressione del rivestimento che possono generare azioni che portano all'espulsione degli stessi. Nel momento in cui si ha un distacco si determina una riduzione locale delle caratteristiche di assorbimento idrico e vengono attivati altri meccanismi di alterazione. L'edificio, essendo stato costruito negli anni 30, ha subito un elevato numero di cicli di gelo-disgelo che hanno portato a significative variazioni cicliche nel rivestimento. La presenza di questi meccanismi di alterazione va a intensificare il distacco con il passare del tempo.

D SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



E AGENTI

Acqua meteorica, variazioni termiche

F DIFETTI

Distacco intonaco, assenza manutenzione facciata

G RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO

Anomalie caratteristiche

Distacchi, assenze locali dello strato di rivestimento in intonaco e di parte di esso

Altre informazioni utili

Data dell'ultimo intervento di manutenzione

H PRESTAZIONI DISATTIVATE

Tenuta all'acqua

I EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI**Descrizione**

Disgregazione dello strato di malta e del supporto murario

Criticità

Medio-bassa

Monitoraggio

Controllo periodico della situazione, se necessario eseguire una termografia per capire in che punti è presente un distacco ma non si è ancora manifestato.

L INDICAZIONI DI PREVENZIONE**Prevenzione in fase di progetto****Prevenzione in fase di esecuzione****Prevenzione in fase di gestione**

Esecuzione di interventi programmati di manutenzione, ogni 20 anni

M STRATEGIE PER IL RIPRISTINO**Interventi sull'anomalia**

Rappezzi locali, ripristino della pittura e degli strati di intonaco disgregati, rifacimento della facciata nel caso di lesioni troppo estese e frequenti

Interventi sull'agente**Interventi sul difetto**

Utilizzo intonaci più resistenti all'umidità e all'attacco dei solfati. Evitare che determinate zone dell'edificio siano soggette a irregolarità termiche in modo che siano meno sensibili all'attacco degli agenti esterni. Presenza di rompi goccia per evitare che la pioggia battente aumenti la lesione

N SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO**Interventi sull'anomalia**

Rappezzi locali per ripristinare la facciata

Interventi sull'agente**Interventi sul difetto**

Utilizzo intonaci adatti

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Dilavamento dell'intonaco per azione dell'acqua meteorica	Numero scheda	Keyplan
--------	--	---------------	---------

02



Dilavamento dell'intonaco e dei depositi per azione preferenziale dell'acqua meteorica



Immagine A1.



Immagine A3.



Immagine A2.

Immagine A1: dilavamento nella parte sottostante al balcone
 Immagine A2: dilavamento della parte sottostante ad una finestra
 Immagine A3: depigmentazione di una lesena decorativa

B TECNOLOGIE PRESENTI

Elemento portante: chiusura verticale in muratura portante intonacata (per le immagini 1-2)

Elemento decorativo: mattoni in cotto posti come elemento decorativo intonacato

C MECCANISMO DI GUASTO

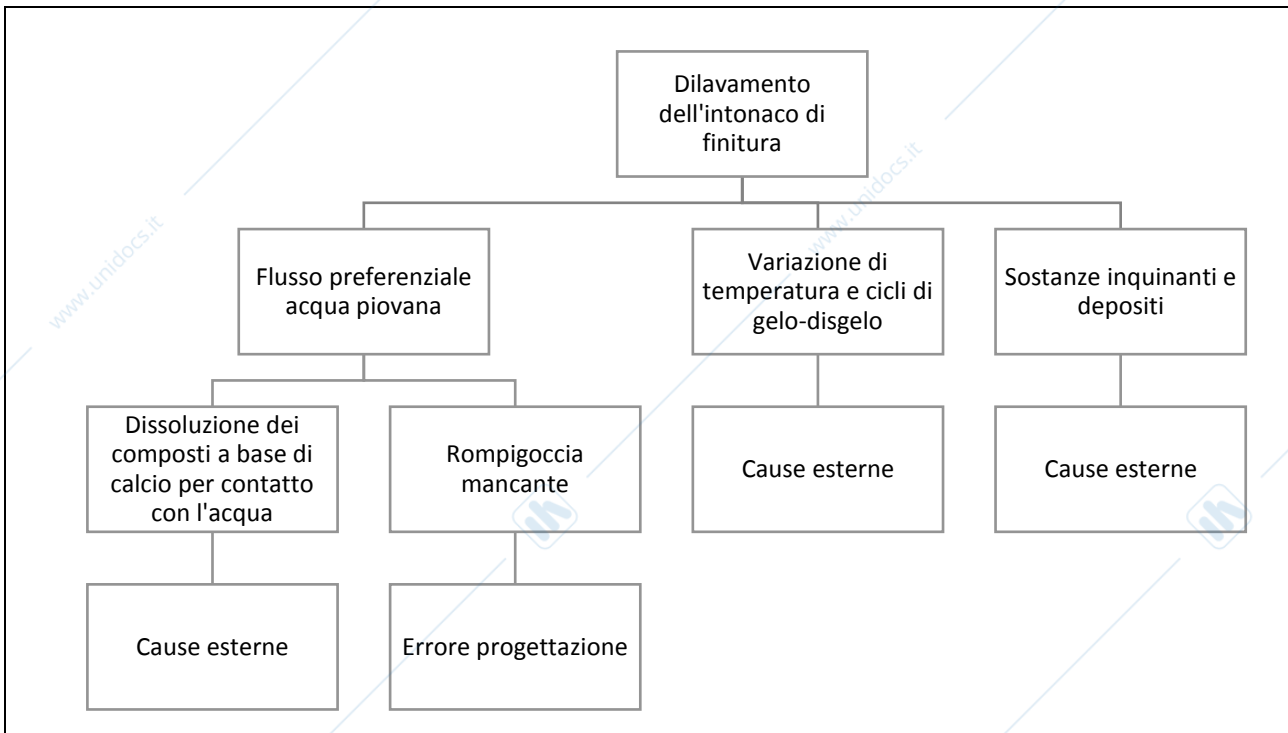
Dilavamento: meccanismo di alterazione per cui un materiale o alcuni dei suoi costituenti sono disciolti a opera di acque di durezza molto bassa che risultano molto aggressive in quanto tendono a disciogliere i composti a base di calcio del supporto cementizio. I depositi vanno incontro a trasformazioni chimiche o fisiche: l'acqua piovana, se combinata con l'azione dei venti può dilavare le superfici esterne delle pareti, innescando un fenomeno di erosione della superficie. Con il passare del tempo i depositi possono diventare più coerenti e trasformarsi in incrostazioni.

A questa azione va aggiunta l'azione meccanica di asportazione del materiale.

Immagine A1: La posizione dell'edificio, situato in un punto strategico della città, lo espone ad una strada trafficata che implica la presenza di acqua meteorica con sostanze inquinanti che aggravano il fenomeno del dilavamento. Il continuo ruscellamento dell'acqua meteorica sulla facciata, che in realtà dovrebbe essere protetta dal balcone è dovuta all'assenza di un rompi goccia. L'asportazione del particolato non è regolare, per via dell'irregolarità dello scorrimento delle acque meteoriche sulla facciata

Nell'immagine A2 è possibile vedere un dilavamento differenziale, è presente un deposito di particolato sul davanzale e di conseguenza ai lati di esso è presente una colatura. Si potrebbe trattare di una deposizione di particolato combinato con la sua gessificazione

Nell'immagine A3 si è in presenza di una depigmentazione della lesena decorativa in cotto che, essendo sporgente ha causato un ristagno di acqua sopra di essa che è andata ad assottigliare il giunto di malta che univa i mattoni tra di loro. Dopo la disgregazione il processo di dilavamento è continuato portando con sé il colore dei mattoni che ormai erano rimasti senza strato di protezione ed alcuni addirittura rotti ma anche le sostanze che si depositano nella parte superiore dell'elemento decorativo. Si è in presenza di una depigmentazione con cadenza regolare su tutta la facciata.

D SCHEMA DEL MODO DI GUASTO**E AGENTI**

Acqua meteorica, vento, agenti inquinanti

F DIFETTI

Immagini 1-2: mancanza di un rompi goccia
 Immagine 3: riduzione di spessore del giunto di malta
 Alterazione cromatica che evidenzia percorsi preferenziali del passaggio dell'acqua

G RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO**Anomalie caratteristiche**

Presenza di colature ai lati di davanzali e sporgenze, presenza di colori differenti.

Altre informazioni utili

.....

H PRESTAZIONI DISATTIVATE

Aspetto estetico della facciata

I EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI**Descrizione**

Disgregazione superficiale dell'intonaco, formazione di colonizzazione biologica, aumento della variazione cromatica e conseguente alterazione estetica

Criticità

Bassa

Monitoraggio

Controllo periodico della situazione con monitoraggio del livello di asportazione dell'intonaco

L INDICAZIONI DI PREVENZIONE**Prevenzione in fase di progetto**

Presenza di un rompi goccia e migliore progettazione della sua geometria. Progettazione di un corretto andamento di facciata per evitare la formazione di flussi concentrati.

Prevenzione in fase di esecuzione

.....

Prevenzione in fase di gestione

Pulizia della facciata

M STRATEGIE PER IL RIPRISTINO**Interventi sull'anomalia**

Pulizia della facciata, ripristino del giunto di malta o rimozione della lesena decorativa

Interventi sull'agente

.....

Interventi sul difetto

Installazione di rompi goccia e scossaline sotto i davanzali così da deviare il flusso d'acqua concentrato, causando così un dilavamento omogeneo sulla facciata

N SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO**Interventi sull'anomalia**

Pulizia della facciata dai depositi di sostanze inquinanti, ripristino giunto di malta nella lesena decorativa

Interventi sull'agente

.....

Interventi sul difetto

Installazione di rompi goccia e scossaline in presenza di davanzali di ogni infisso

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Risalita capillare e conseguente distacco di intonaco	e di	Numero scheda	Keyplan
			03	



Risalita capillare e conseguente distacco di intonaco dovuto all'acqua meteorica



Immagine A1.



Immagine A3.



Immagine A2.

Immagine A1: questa risalita non è collocata sul prospetto ovest, ma si trova nella facciata sud-ovest, un punto dell'edificio quasi sempre in ombra
 Immagine A2: risalita capillare e formazione di colonizzazione biologica in corrispondenza dell'attacco a terra
 Immagine A3: risalita capillare dovuta al ristagno di acqua sulla lesena decorativa

B TECNOLOGIE PRESENTI

Elemento portante: chiusura verticale in muratura portante intonacata

C MECCANISMO DI GUASTO

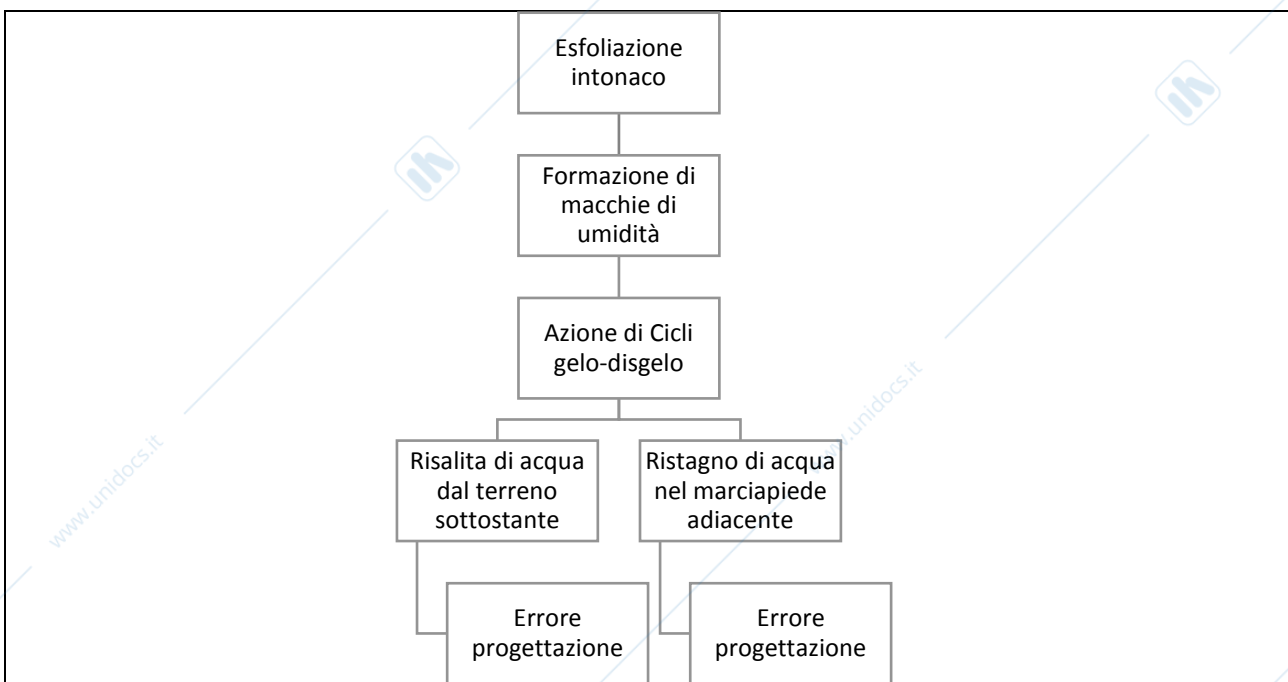
Nelle immagini A1, A2 si è in presenza di una risalita capillare quando le mura, a contatto con l'acqua contenuta nel sottoterra e con la terra umida lasciano risalire l'acqua. Maggiore è la capillarità e maggiore è la risalita dell'acqua nella parete. Si ha la manifestazione di macchie scure alla base del muro.

L'acqua assorbita, subendo cicli di gelo-disgelo aumenta di volume ed esercita una pressione sui pori causando un distacco di parti superficiali (esfoliazione intonaco). L'acqua che risale contiene minerali o Sali igroscopici che possono portare ad efflorescenze o alla formazione di salnitro. La risalita, creando un ambiente umido favorisce lo sviluppo di funghi, lo sgretolamento degli intonaci e l'indebolimento della struttura.

Si presenta quando l'impermeabilizzazione manca o è difettosa.

Nell'immagine A3 la risalita capillare è dovuta a un ristagno di acqua nell'elemento decorativo. Si creano degli strati tensionali tra i mattoni e l'intonaco di copertura e di conseguenza si ha la disgregazione di esso.

D SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



E AGENTI

Acqua meteorica, umidità del terreno

F DIFETTI

Immagine A1: risalita capillare che va ad evidenziare il marcapiano (si tratto di un edificio rialzato di circa 50 cm)

Immagine A2: presenza di risalita capillare nella fascia di edificio a terra e anche nella parte superiore a questo "battiscopa" intonacato.

Immagine A3: risalita dovuta al ristagno dell'acqua sulla lesena decorativa e dovuta al rimbalzo dell'acqua sullo stesso punto con conseguente disgregazione dell'intonaco sia all'assenza di elementi di controllo della risalita capillare (taglio idrico)

G RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO**Anomalie caratteristiche**

Esfoliazione e nei casi limite mancanze di intonaco, formazione di macchie di umidità su superficie intonacata

Altre informazioni utili

.....

H PRESTAZIONI DISATTIVATE

Tenuta all'acqua

I EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI**Descrizione**

Disgregazione superficiale dell'intonaco, formazione di colonizzazione biologica

Criticità

Medio-bassa

Monitoraggio

Controllo periodico della situazione

L INDICAZIONI DI PREVENZIONE**Prevenzione in fase di progetto**

Inserimento di un elemento di separazione in corrispondenza della zoccolatura

Inserimento di uno strato di pendenza sul marcapiano o sull'elemento di tenuta

Prevenzione in fase di esecuzione

.....

Prevenzione in fase di gestione

.....

M STRATEGIE PER IL RIPRISTINO**Interventi sull'anomalia**

Eliminazione macchie di umidità, rattoppi locali

Interventi sull'agente

.....

Interventi sul difetto

Inserimento del taglio meccanico alla base delle murature con conseguente blocco di risalita dell'acqua per capillarità. Si tratta di una tecnica invasiva perché può provocare lesioni e cedimenti. È inoltre una tecnica differenziata in funzione della presenza di un piano interrato o meno.

Applicazione di corrente elettrica che provoca la ridiscesa dell'umidità.

Applicazione di intonaci evaporanti, questa soluzione non risolve il problema in quanto resta dell'umidità all'interno aumentando la dispersione termica.

Realizzare uno scavo per inserire una membrana impermeabilizzante

N SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO**Interventi sull'anomalia**

Eliminare alterazioni visibili

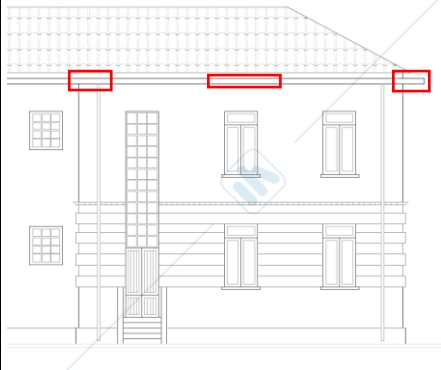
Interventi sull'agente

.....

Interventi sul difetto

Inserimento membrana impermeabilizzante

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Espulsione copri ferro della copertura in calcestruzzo	Numero scheda	04	Keyplan	
--------	---	---------------	-----------	---------	--

Espulsione del copri ferro della copertura in calcestruzzo per carbonatazione delle armature



Immagine A1.



Immagine A3.



Immagine A2.

Immagine A1, A3: espulsione del copri ferro nella parte angolare.
Immagine A2: espulsione di una barra di armatura in una parte lineare dell'edificio.

B TECNOLOGIE PRESENTI

Elemento portante: chiusura orizzontale in calcestruzzo con scossalina in rame

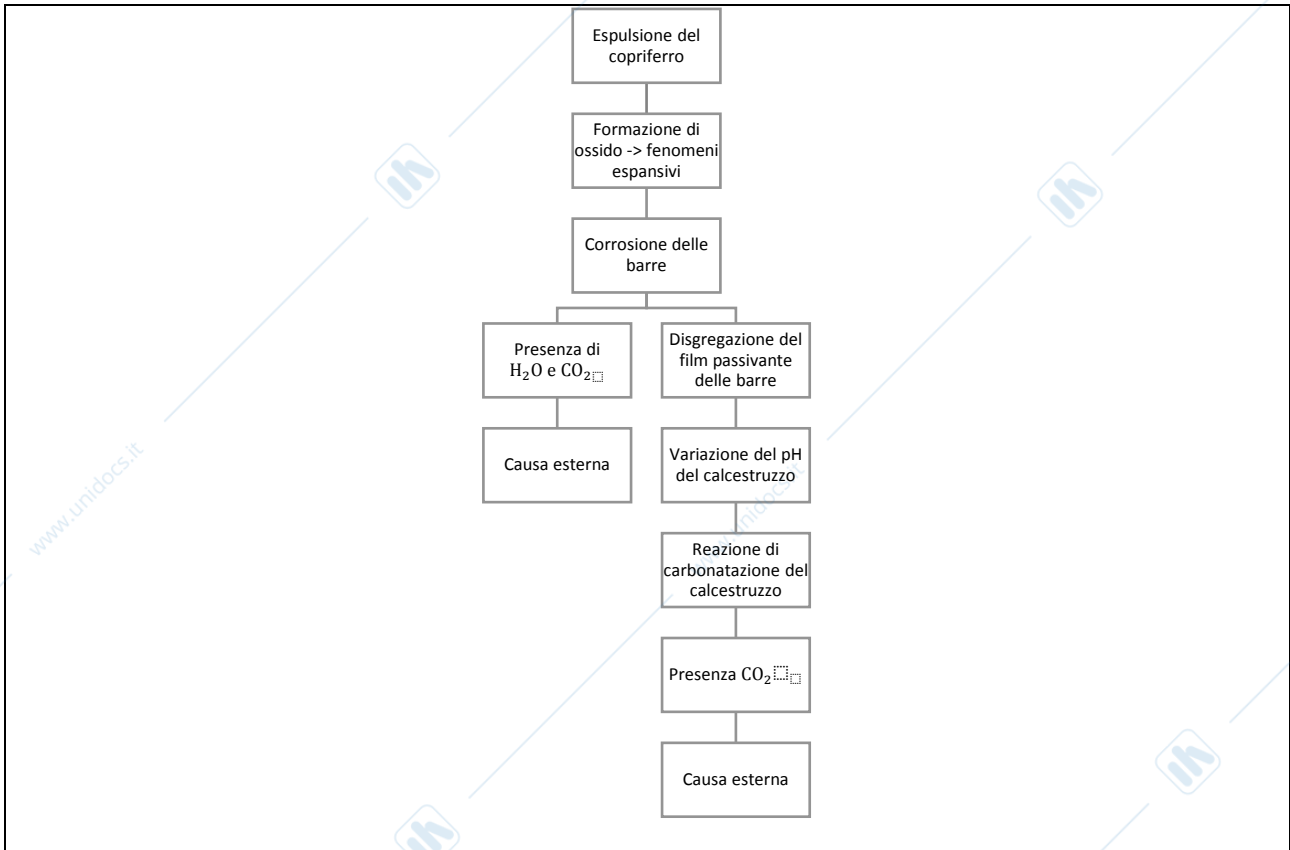
C MECCANISMO DI GUASTO

Il caso limite della corrosione delle armature è l'espulsione, o spalling, del copri ferro prodotta dall'ossido generato all'interno.

Il processo inizia con la carbonatazione del calcestruzzo e la progressiva riduzione del suo naturale potere protettivo nei confronti dell'acciaio inglobato. Dopo il processo di carbonatazione ha inizio la corrosione delle barre di acciaio da parte dell'ossigeno libero o disciolto nell'acqua assorbita dal calcestruzzo.

Questo difetto può essere dovuto a un non corretto dimensionamento del copri ferro oppure a un'elevata permeabilità all'acqua.

D SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



E AGENTI

Acqua

F DIFETTI

Inefficace dimensionamento della protezione del copri ferro oppure troppa permeabilità all'acqua

G RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO

Anomalie caratteristiche

Macchie di ruggine sulla superficie del calcestruzzo ed espulsione dello spessore di copri ferro

Altre informazioni utili

.....

H PRESTAZIONI DISATTIVATE

Assottigliamento ed espulsione del copri ferro disattiva le proprietà protettive nei confronti delle armature esponendole agli agenti aggressivi

I EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI

Descrizione

Aumento della velocità del fenomeno di corrosione che porta a una diminuzione della sezione delle armature e può provocare riduzione dell'aderenza conducendo il disancoraggio delle armature.

Criticità

Alta

Monitoraggio

Monitorare andamento del processo di deterioramento

L INDICAZIONI DI PREVENZIONE

Prevenzione in fase di progetto
Dimensionamento opportuno dello spessore del copri ferro
Prevenzione in fase di esecuzione
Evitare aggiunta di acqua in cantiere
Prevenzione in fase di gestione
Controllo periodico

M STRATEGIE PER IL RIPRISTINO

Interventi sull'anomalia
Pulitura superficie esposta e rimozione parti pericolanti, applicazione malte epossidiche che rallentano la corrosione
Interventi sull'agente


Interventi sul difetto
Rifacimento della copertura in calcestruzzo

N SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO

Interventi sull'anomalia
Ripristino della zona interessata da carbonatazione applicando sulle armature sostanze che rallentano la corrosione
Interventi sull'agente

Interventi sul difetto
Rappezzo nei punti di copertura dove si ha l'espulsione del copri ferro

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Formazione di colonizzazione biologica sulla facciata	Numero scheda	Keyplan
		05	

Formazione di colonizzazione biologica in corrispondenza di punti in cui si ha un ristagno di acqua e in punti non colpiti dai raggi solari.



Immagine A1.



Immagine A3.



Immagine A2.

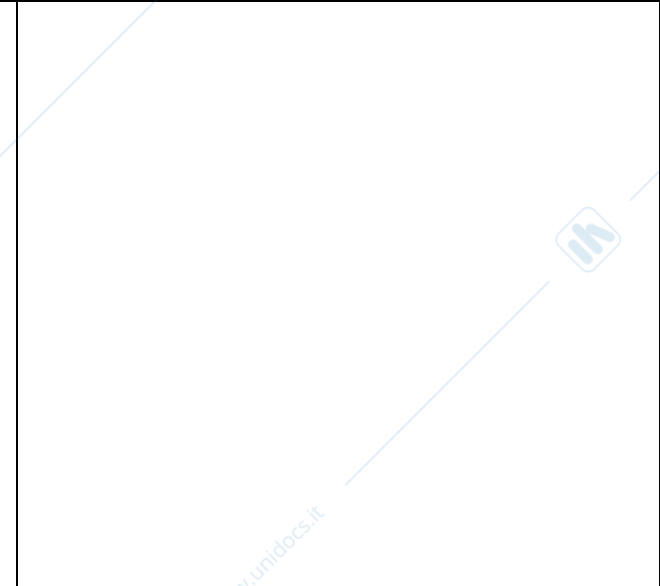


Immagine A1: colonizzazione biologica nella parte posteriore di un canale di gronda
 Immagine A2: colonizzazione biologica dovuta al ristagno di acqua sul davanzale
 Immagine A3: formazione di piante nella parte superiore dell'edificio nella vicinanza con il canale di gronda

B TECNOLOGIE PRESENTI

Elemento portante: chiusura verticale in muratura portante intonacata

C MECCANISMO DI GUASTO

La colonizzazione biologica è un meccanismo di guasto causato dalla presenza di organismi animali, vegetali o batteri. La presenza di questi organismi provoca un'alterazione superficiale in quanto si vanno ad insediare nel materiale, in particolare nelle zone che rimangono umide, come parapetti e davanzali dove l'acqua percola sulla facciata

Con il passare del tempo tendono ad assumere una colorazione scura, da non confondere con le croste.

Immagine 3: in questo caso si ha la condizione adatta alla crescita di una pianta che, non nel nostro caso in quanto si trova nel canale di gronda, può provocare un'alterazione di tipo meccanico in quanto le radici si sviluppano verso l'interno.

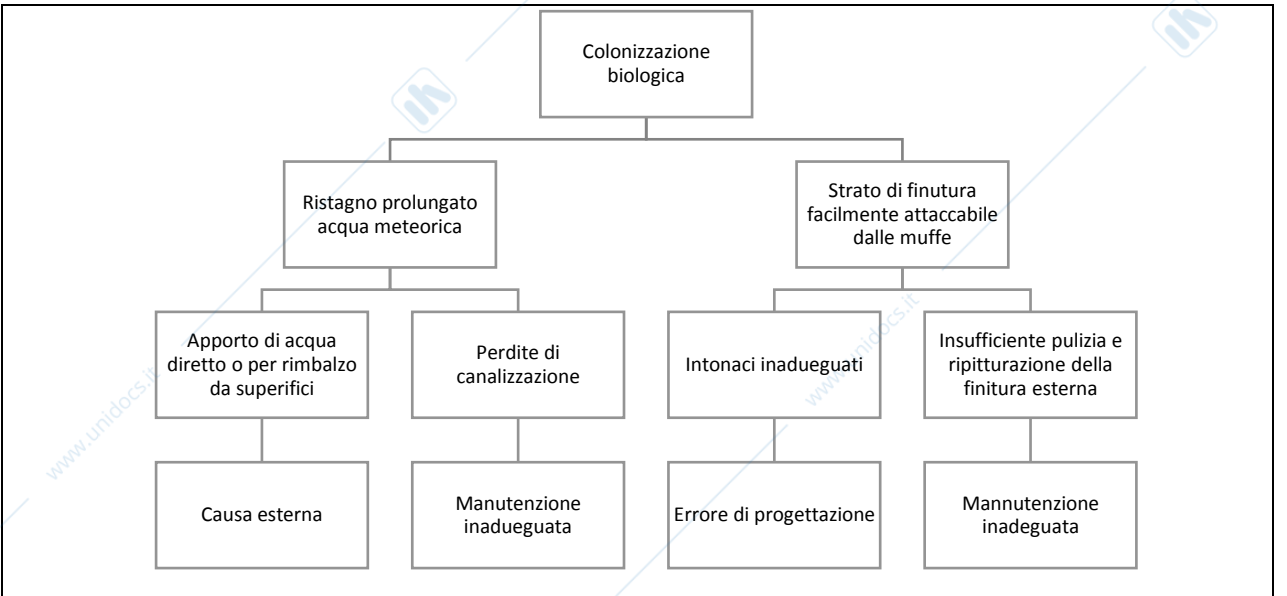
Se il fenomeno è in aumento si può avere anche la disgregazione di piccoli spessori di materiali.

La colonia biologica si viene a formare se una superficie si mantiene umida per il tempo necessario.

Le cause della formazione di colonizzazione biologica possono essere differenti: acqua meteorica battente di stravento, temperatura, umidità e insolazione della superficie, che determinano il potenziale di evaporazione.

La colonizzazione biologica è reversibile fino a quando è possibile rimuovere lo strato di muschi, nel momento in cui si ha la disgregazione di intonaco questa non è più reversibile

D SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



E AGENTI

Acqua meteorica e vento

F DIFETTI

Presenza costante di acqua, rugosità della superficie che permette una facile adesione delle colonie batteriche, presenza di fessure ed irregolarità

G RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO

Anomalie caratteristiche
Presenza di colori differenti e piante nei canali di scolo delle acque piovane
Altre informazioni utili
.....

H PRESTAZIONI DISATTIVATE

Aspetto estetico, permeabilità all'acqua

I EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI**Descrizione**

Disgregazione superficiale dell'intonaco, distacco di alcune parti, aumento rischio infiltrazioni si acqua

Criticità

Bassa

Monitoraggio

Controllo periodico della situazione

L INDICAZIONI DI PREVENZIONE**Prevenzione in fase di progetto**

Minimizzare l'esposizione della superficie alla pioggia, utilizzare superfici traspiranti

Prevenzione in fase di esecuzione

Utilizzare materiali conformi a quanto previsto, evitare che intonaco formi cavillature, aggiungere una pellicola di protezione (pitturazione)

Prevenzione in fase di gestione

Pulizia e rinnovo della pitturazione possono evitare l'aumento di forme vegetali

M STRATEGIE PER IL RIPRISTINO**Interventi sull'anomalia**

Rattoppi per ripristinare lo strato di intonaco

Interventi sull'agente**Interventi sul difetto**

Pulizia con acqua debolmente additiva è sufficiente fino a quando la crescita non comporta la disgregazione del materiale.

Posare materiali meno porosi

Una piccola scossalina può eliminare il problema, a patto che non ci siano giunture significative perché sennò si avrà una colonizzazione localizzata in presenza della giunzione.

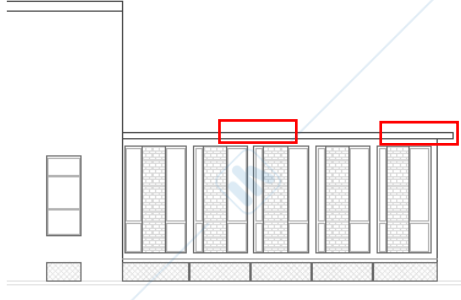
N SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO**Interventi sull'anomalia**

Rattoppi locali

Interventi sull'agente**Interventi sul difetto**

Pulizia con acqua debolmente attiva

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Distacco di membrana bituminosa nella copertura	Numero scheda	Keyplan
		06	

Distacco della membrana bituminosa impermeabilizzante posta sulla copertura piana e conseguente colatura nella parte di copertura sporgente



Immagine A1.

Immagine A3.



Immagine A2.

Immagine A1, A2, A3: colatura della membrana bituminosa della copertura dell'edificio

B TECNOLOGIE PRESENTI

Elemento portante: oggetto della copertura in calcestruzzo armato con strati di impermeabilizzazione e intonaco

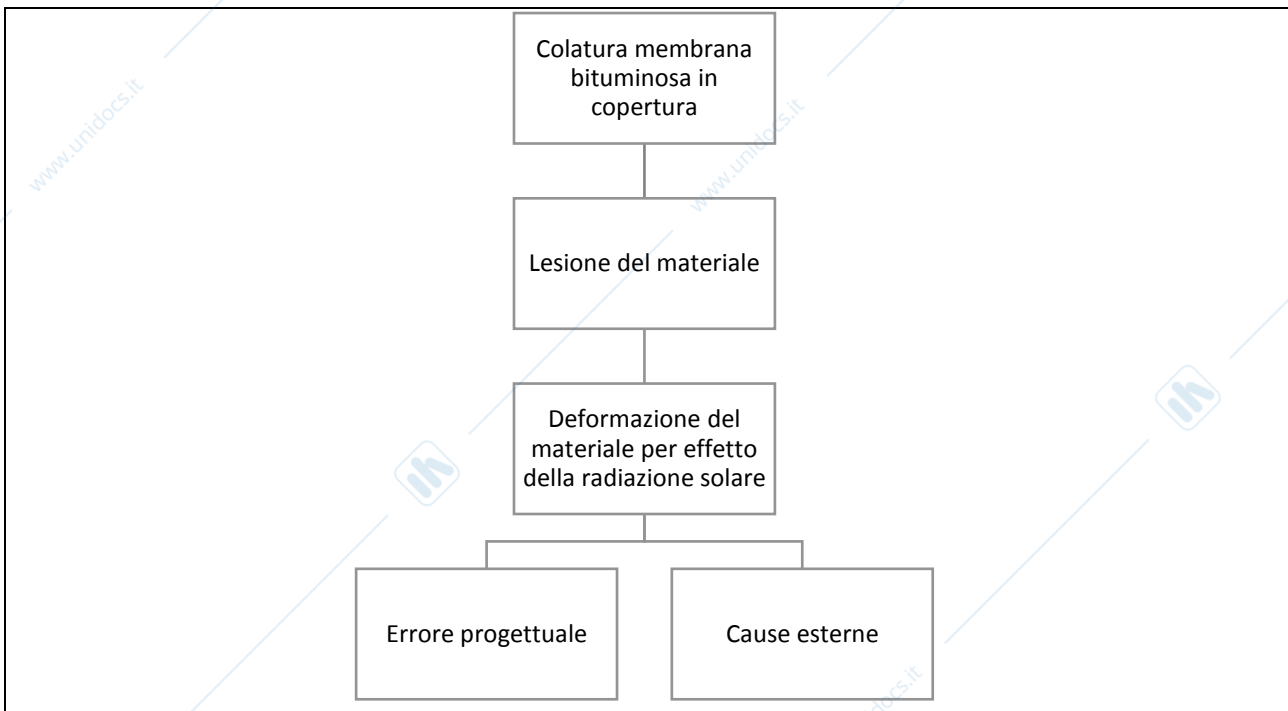
Elemento decorativo: scossalina in pietra o calcestruzzo

C MECCANISMO DI GUASTO

In questo edificio si ha la presenza di una membrana bituminosa (ipoteticamente anti radice) posta come ultimo strato della copertura, che subisce un invecchiamento termico per azione dei raggi UV e una conseguente riduzione della capacità della membrana di sopportare le deformazioni.

Questa lesione è dovuta all'assenza di una protezione della membrana, in quanto se fosse stata posata una membrana ardesiata non si sarebbe verificato questo guasto. (L'edificio risale ad anni in cui non esisteva tale membrana, è stata quindi posata uno strato bituminoso, che potrebbe anche essere catrame).

L'azione dei raggi solari ha formato delle lesioni che, anche se non visibili ad occhio nudo compromettono la tenuta del sistema impermeabile. In questo caso la membrana bituminosa è sormontata da una scossalina in pietra sulla parte perimetrale. Siamo in presenza di una colatura della membrana dovuta alle temperature che si misurano sulla superficie che è totalmente di colore nero.

D SCHEMA DEL MODO DI GUASTO**E AGENTI**

Raggi solari, vento

F DIFETTI

Presenza di una membrana non resistente alla radiazione solare

G RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO**Anomalie caratteristiche**

Presenza di colature ai lati di davanzali e sporgenze, presenza di colori differenti

Altre informazioni utili

.....

H PRESTAZIONI DISATTIVATE

Nel caso di una membrana anti radice danneggiata ci può essere formazione di colonizzazione biologica e può non essere garantita la tenuta all'acqua.

I EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI**Descrizione**

Depigmentazione della membrana dopo la successiva colatura

Criticità

Medio-bassa

Monitoraggio

Controllo periodico della situazione

L INDICAZIONI DI PREVENZIONE**Prevenzione in fase di progetto**

Posa di una membrana "ardesiata" per proteggere lo strato bituminoso dalla radiazione solare

Prevenzione in fase di esecuzione**Prevenzione in fase di gestione**

Evitare la formazione di micro lesioni che rovinano la membrana

M STRATEGIE PER IL RIPRISTINO**Interventi sull'anomalia**

Rimozione delle colature di guaina dallo sporto in calcestruzzo

Interventi sull'agente**Interventi sul difetto**

Asportazione della membrana, posa di un nuovo strato impermeabilizzante in membrana bituminosa ardesiata resistente alla radiazione solare, posa di uno strato di protezione alla radiazione solare

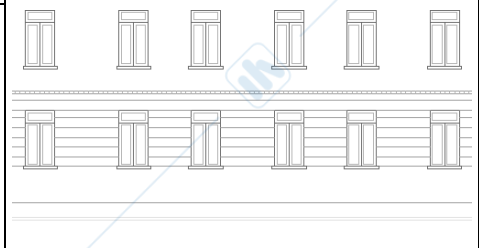
N SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO**Interventi sull'anomalia**

Rimozione delle colature di guaina dallo sporto in calcestruzzo

Interventi sull'agente**Interventi sul difetto**

Asportazione della membrana fino alla soletta portante, posa di due guaine a contatto tra loro di cui una, quella a contatto con l'esterno con finitura ardesiata per contrastare l'azione dei raggi solari.

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Difetto tenuta dei sistemi di convogliamento acqua meteoriche nello sporto della copertura	Numero scheda	Keyplan
		07	

Difetto di tenuta dei sistemi di convogliamento delle acque meteoriche nello sporto della copertura, distacco dell'elemento di tenuta e conseguente infiltrazione di acqua con formazione di colonizzazione biologica



Immagine A1. **Immagine A3.**



Immagine A2.

Nelle immagini sono identificabili le macchie causate dall'infiltrazioni di acqua

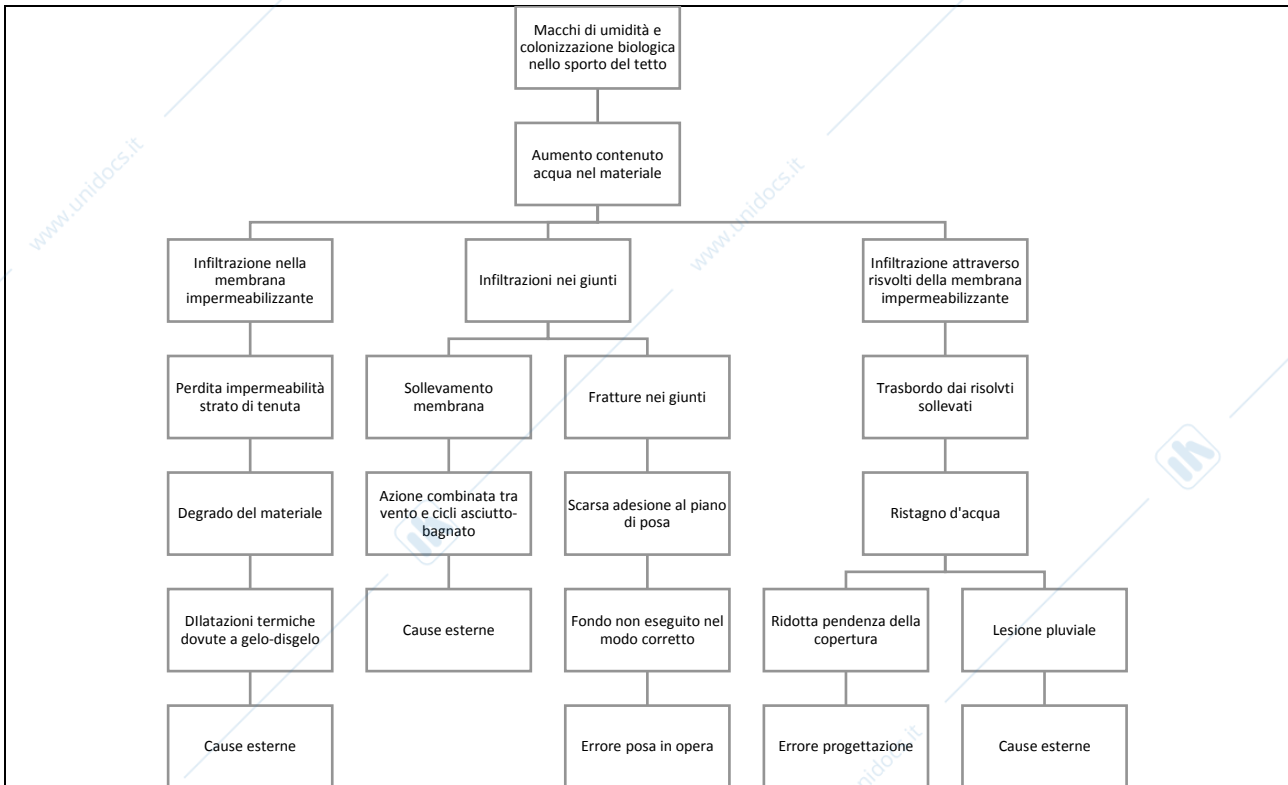
B TECNOLOGIE PRESENTI

Elemento portante: aggetto della copertura in calcestruzzo armato

Elemento decorativo: scossalina in rame, tetto a coppi

C MECCANISMO DI GUASTO

Sulla parte superiore dello sporto del tetto è collocato il canale di gronda che, con il passare degli anni, in seguito ad un evento climatico di forte impatto è stato lesionato uniformemente. Questa lesione del canale di gronda (frattura e disgregazione) ha portato ad una lesione della membrana impermeabilizzante posta sotto di esso. Si sono quindi formate infiltrazioni di acqua in tutto lo sporto del tetto che sono visibili ad occhio nudo guardando il tetto. Queste infiltrazioni hanno causato la formazione di muffe e muschi, facilmente visibili in quanto hanno causato una variazione di colore di tutto lo sporto. Questa lesione esterna ha avuto ripercussioni anche nella parete interna, in particolare nell'angolo in alto coincidente con la chiusura dove le macchie di umidità sono presenti e in continuo aumento.

D SCHEMA DEL MODO DI GUASTO**E AGENTI**

Vento, pioggia

F DIFETTI

Lesione di membrana impermeabilizzante e infiltrazione di acqua

G RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO**Anomalie caratteristiche**

Formazione di macchie

Altre informazioni utili

La presenza di macchie di umidità ha causato la proliferazione di muffe (identificate dal colore bluastro). Questo difetto di tenuta ha influenzato anche la parte interna dell'edificio che non è possibile visionare ma da perizia effettuata da Enti Territoriali risultano presenti macchie in corrispondenza degli spigoli superiori.

H PRESTAZIONI DISATTIVATE

Tenuta all'acqua

I EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI**Descrizione**

Aumento colonizzazione biologica

Criticità

Media

Monitoraggio

Controllo periodico della situazione

L INDICAZIONI DI PREVENZIONE**Prevenzione in fase di progetto**

Corretto dimensionamento dei punzonamenti della membrana per evitare la lesione dovuta al distacco della scossalina

Prevenzione in fase di esecuzione**Prevenzione in fase di gestione**

Evitare la formazione di micro lesioni che rovinano la membrana

M STRATEGIE PER IL RIPRISTINO**Interventi sull'anomalia**

Pulizia della superficie

Interventi sull'agente**Interventi sul difetto**

Rifacimento del canale di bordo

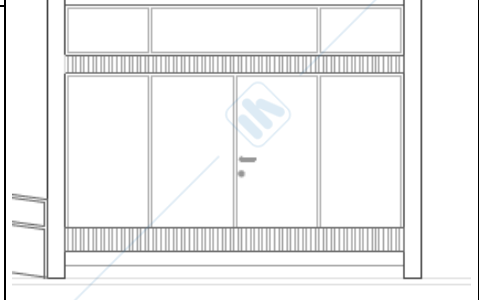
N SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO**Interventi sull'anomalia**

Pulizia della superficie

Interventi sull'agente**Interventi sul difetto**

Rifacimento isolante, posa di una nuova membrana impermeabilizzante

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Difetto tenuta dei sistemi di convogliamento acque meteoriche nella tettoia	Numero scheda	Keyplan
		08	

Difetto di tenuta dei sistemi di convogliamento delle acque meteoriche nella tettoia , distacco dell'elemento di tenuta e conseguente infiltrazione di acqua con formazione di colonizzazione biologica



Immagine A1.



Immagine A3.



Immagine A2.

Nelle immagini sono identificabili le macchie causate dall'infiltrazioni di acqua per difetto di tenuta del canale di gronda della tettoia

B TECNOLOGIE PRESENTI

Elemento portante: oggetto della copertura in calcestruzzo armato

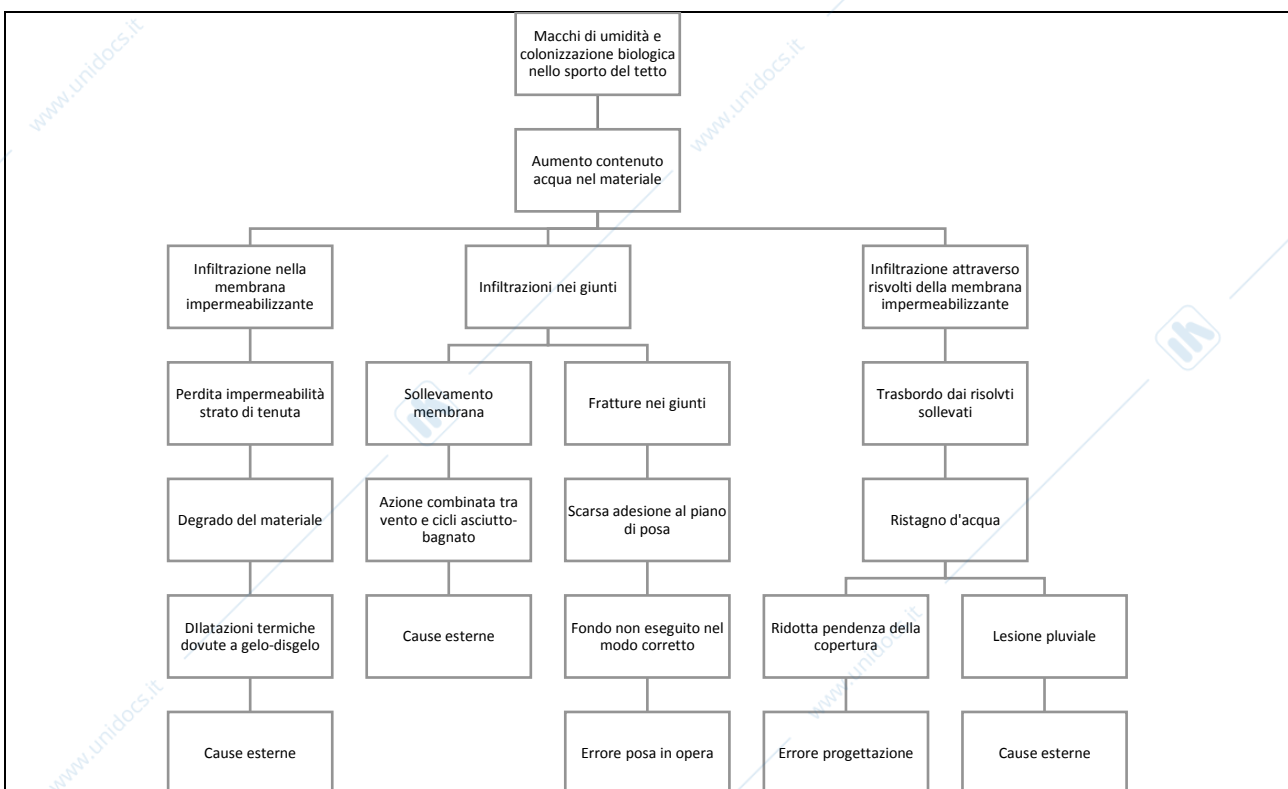
Elemento decorativo: scossalina in rame

C MECCANISMO DI GUASTO

Siamo in presenza dello stesso modo di guasto della scheda precedente in quanto, come nello sporto del tetto, anche sopra queste tettoie che coprono gli ingressi sono posti dei canali di gronda che sono stati lesionati.

Questa lesione del canale di gronda (frattura e disgregazione) ha portato ad una lesione della membrana impermeabilizzante posta sotto di esso. Si sono quindi formate infiltrazioni di acqua in tutto lo sporto che sono visibili ad occhio nudo guardando il tetto. Queste infiltrazioni hanno causato la formazione di muffe e muschi, facilmente visibili in quanto hanno causato una variazione di colore di tutto lo sporto. Questa lesione esterna ha avuto ripercussioni anche nella parete interna anche se in modo minore, ma comunque evidenti in quanto si sono formate macchie di umidità dovute a un passaggio di acqua in moda capillare.

D SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



E AGENTI

Vento, pioggia

F DIFETTI

Lesione di membrana impermeabilizzante e infiltrazione di acqua

G RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO

Anomalie caratteristiche

Formazione di macchie

Altre informazioni utili

La presenza di macchie di umidità ha causato la proliferazione di muffe (identificate dal colore bluastro). Questo difetto di tenuta ha influenzato anche la parte interna dell'edificio che non è possibile visionare ma da perizia effettuata da Enti Territoriali risultano presenti macchie in corrispondenza degli spigoli superiori.

H PRESTAZIONI DISATTIVATE

Tenuta all'acqua

I EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI**Descrizione**

Aumento colonizzazione biologica

Criticità

Media

Monitoraggio

Controllo periodico della situazione

L INDICAZIONI DI PREVENZIONE**Prevenzione in fase di progetto**

Corretto dimensionamento dei punzonamenti della membrana per evitare la lesione dovuta al distacco della scossalina

Prevenzione in fase di esecuzione

Prevenzione in fase di gestione

Evitare la formazione di micro lesioni che rovinano la membrana

M STRATEGIE PER IL RIPRISTINO**Interventi sull'anomalia**

Pulizia della superficie

Interventi sull'agente

Interventi sul difetto

Rifacimento del canale di bordo

N SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO**Interventi sull'anomalia**

Pulizia della superficie

Interventi sull'agente

Interventi sul difetto

Rifacimento isolante, posa di una nuova membrana impermeabilizzante