

Politecnico di Milano

Scuola di Architettura Urbanistica e Ingegneria delle costruzioni

Laurea Magistrale in Ingegneria dei Sistemi Edilizi



Analisi dei principali modi di guasto dei sistemi ETICS e definizione degli strumenti dedicati per la diagnostica

Tesi di laurea di:

Zanetta Chiara

N° matricola 904906

Relatore:

Prof. Ing. Fiori Matteo Paolo Giovanni

Anno accademico 2019/2020

Ringraziamenti

Desidero ringraziare il Professor Matteo Fiori per la disponibilità e per le competenze, che hanno reso possibile la realizzazione del seguente elaborato di tesi.

Ringrazio inoltre i miei genitori, mia sorella, i miei nonni e Luca che mi hanno supportato e sopportato durante tutto il mio percorso di studi, spronandomi a fare del mio meglio.

Inoltre, ringrazio amici e compagni che mi sono stati vicini durante tutto il percorso.

Abstract

Quando si realizza un sistema ETICS, detto anche sistema “a cappotto”, le fasi di progettazione, di posa e di manutenzione sono molto critiche, perché il sistema è complesso e ogni strato collabora per ottenere determinate prestazioni.

A causa di errori durante la fase di progettazione, errori durante la fase di posa o a causa della mancata manutenzione, i sistemi possono presentare diverse anomalie e difetti, più o meno estesi.

Le informazioni e i documenti in merito ai modi di guasto, che coinvolgono i sistemi ETICS, sono molto esigui. Le fonti dell’elaborato sono state ottenute attraverso la ricerca di articoli e documenti provenienti da banche dati, dall’Agenzia per la qualità delle costruzioni francese AQC e dal Consorzio per la qualità dei sistemi di isolamento esterno CORTEXA, come indicato in bibliografia.

Questo elaborato vuole proporre strumenti di supporto per l’analisi dei modi di guasto che coinvolgono i sistemi ETICS, ma è doveroso chiarire che i modi di guasto reali sono spesso un combinato dei modi di guasto indicati nel documento.

I principali modi di guasto che coinvolgono i sistemi ETICS vengono elencati e analizzati utilizzando delle tabelle in cui viene individuato il processo che ha portato dal difetto al guasto, le probabili cause e vengono proposte delle soluzioni per ripristinare le proprietà del sistema.

Infine, vengono proposti ed elaborati gli alberi diagnostici, ovvero gli strumenti con i quali il patologo può individuare le ipotesi diagnostiche più probabili partendo dall’anomalia individuata.

Indice

1. Introduzione.....	13
1.1 Oggetto e obiettivi della ricerca	13
2. Riferimenti normativi.....	15
2.1 Norme	15
3. Storia dell'arte dei sistemi di isolamento "a cappotto" termico esterno	17
3.1 Evoluzione dei sistemi "a cappotto" nella storia.....	17
3.2 Analisi dei componenti del sistema ETICS	18
3.2.1 Superficie di supporto	20
3.2.2 Adesivo	21
3.2.3 Isolante termico	22
3.2.4 Tasselli.....	26
3.2.5 Sistema di intonaco	29
4. Fenomenologia dei sistemi ETICS	31
4.1 Incidenza guasti sistemi ETICS	31
01 – Distacchi della superficie di supporto dalla struttura portante	37
02 – Distacchi del sistema ETICS a causa della mancata adesione dello strato di adesivo alla superficie di supporto irregolare.....	41
03 – Distacchi del sistema ETICS a causa della mancata adesione dello strato adesivo alla superficie di supporto friabile.....	45
04 – Distacchi del sistema ETICS a causa della mancata adesione dello strato di adesivo posato in condizioni errate	49
05 – Distacchi del sistema ETICS a causa della presenza di depositi di polvere, di grasso, di sostanze oleose e di materiali biologici	54
06 – Rottura del supporto a causa d'infissione dei tasselli tramite strumenti a percussione e conseguente distacco del sistema ETICS.....	58
07 – Distacchi del sistema ETICS a causa dell'incompatibilità fra i materiali dello strato di adesivo e i pannelli termoisolanti.....	62
08 – Distacchi e dislocazioni dei pannelli causati dal degrado della superficie dei pannelli termoisolanti	66
09 –Distacco pannelli termoisolanti e strati di finitura a causa della mancanza dei tasselli per il fissaggio meccanico	69
10 –Distacco pannelli termoisolanti e strati di finitura a causa della lunghezza d'ancoraggio insufficiente dei tasselli per il fissaggio meccanico	72
11a - Distacco del sistema ETICS a causa dell'errata densità della tassellatura ..	76

11b - Distacco del sistema ETICS causata dal superamento del limite a punzonamento dei pannelli termoisolanti.....	79
12 – Distacchi dello strato di finitura causati dal degrado della superficie dei pannelli termoisolanti	83
13 - Distacco degli strati di finitura di sistemi ETICS.....	87
14 –Distacco degli strati di finitura a causa della mancata applicazione a regola d'arte.....	90
15 - Distacco dello strato di rasante a causa dello spessore insufficiente.	93
16 - Distacco dello strato di rasante a causa della posa errata della rete d'armatura	96
17 – Fessure e rigonfiamenti della finitura dei sistemi ETICS per l'errata posa dello strato adesivo	99
18 – Fessure sulla superficie di finitura esterna di sistemi ETICS causate da errato accostamento dei pannelli.....	104
19 – Fessure sulla superficie di finitura esterna a causa dell'assenza dei profili di partenza e angolari.....	107
20 - Fessurazioni e distacchi causati dalla mancanza di rete d'armatura diagonale posti negli angoli delle aperture.....	110
21 - Fessure e microfessure nello strato di finitura a causa della mancanza della rete d'armatura.....	114
22 - Rigonfiamenti, fessure e distacchi causati dall'assorbimento idrico dei pannelli termoisolanti	117
23 - Fessure e rigonfiamenti causati da scarsa qualità dei pannelli termoisolanti	121
24 - Fessure e rigonfiamenti causati da infiltrazioni in corrispondenza del giunto di dilatazione	124
25 - Rigonfiamenti dovuti alla scarsa permeabilità al vapore degli strati di finitura esterna	128
26 - Fori e fessure sulla superficie di finitura causati da urti.....	131
27 – Fori sulla superficie di finitura causati da grandine.....	134
28 – Attacco biologico.....	137
29 - Attacco biologico ed efflorescenze nella fascia a contatto con il terreno della superficie di finitura causati dall'eccessiva umidità presente.....	141
30 – Anomalie cromatiche dovute a depositi di polvere in corrispondenza dei bordi dei pannelli termoisolanti	144
31 – Alterazione cromatica causata dal ponte termico in corrispondenza dei tasselli.....	148

32 - Colature e infiltrazioni in prossimità del bordo superiore del sistema ETICS e delle aperture	152
33 – Anomalia cromatica causata da depositi prodotti da particolato presente in aria	156
34 –Scolorimento dello strato di finitura esposta ad irraggiamento solare	160
5. Strumenti di indagine diagnostica	163
5.1 Gli alberi diagnostici.....	163
A. Distacco della superficie di supporto	165
B. Distacco strato adesivo dalla superficie di supporto.....	166
C. Distacco pannelli termoisolanti.....	167
D. Distacco superficie di finitura	168
E1. Fessure sulla superficie di finitura.....	169
E2. Fessure sulla superficie di finitura	170
F. Rigonfiamenti sullo strato di finitura	171
G. Fori sulla superficie di finitura	172
H. Attacco biologico	173
I. Anomalie cromatiche.....	174
6. Conclusione.....	175
Bibliografia e sitografia.....	177

Indice delle figure

Figura 1 Grafico applicazione sistemi ETICS in Europa nel 2008	18
Figura 2 Applicazione dell'adesivo a cordolo perimetrale e per punti	21
Figura 3 Applicazione dello strato adesivo su tutta la superficie	21
Figura 4 Altri schemi di posa.....	22
Figura 5 Pannelli in polistirene espanso sinterizzato	24
Figura 6 Pannelli termoisolanti in lana minerale	24
Figura 7 Pannelli termoisolanti Aeropan	25
Figura 8 Pannelli termoisolanti in lana di pecora.....	26
Figura 9 Categorie d'uso per applicazione dei tasselli per il fissaggio meccanico in relazione al supporto	27
Figura 10 Schema di posa tasselli per il fissaggio meccanico	28
Figura 11 Schema di posa a T.....	28
Figura 12 Schema di posa a W.....	29
Figura 13 Schema di posa MW	29
Figura 14 Rinforzi in fibra per spigoli	30
Figura 15 Grafico comparativo tra le percentuali degli effetti dei guasti e i costi per le riparazioni.....	31
Figura 16 Percentuali cause reclami.....	32
Figura 17 Percentuali costi di riparazione.....	32
Figura 18 Simbologia utilizzata per la realizzazione degli alberi di guasto	35
Figura 19 Legenda simbologia alberi diagnostici.....	164

1. Introduzione

1.1 Oggetto e obiettivi della ricerca

I sistemi di rivestimento “a cappotto” sono una, tra le varie possibilità presenti in commercio, fra cui scegliere per la realizzazione di un isolamento esterno. Conosciuti anche come ETICS, ovvero External Thermal Insulation Composite System, in Europa e EIFS, External Insulation and Finishing System, negli Stati Uniti.

Negli ultimi anni, si è assistito allo sviluppo e alla crescita di soluzioni tecniche atte a rendere più efficienti gli edifici dal punto di vista energetico, sia per le nuove costruzioni sia per i progetti di riqualificazione di fabbricati esistenti.

Per ottenere un sistema con caratteristiche adeguate a isolare un edificio sono importanti la fase di progettazione e quella di posa. Per realizzare a regola d'arte i sistemi di isolamento ci sono molti parametri da considerare, come le condizioni meteorologiche al momento dell'applicazione e le condizioni della superficie di supporto. La morfologia, l'esposizione e la collocazione dell'edificio influiscono direttamente sulla scelta dei materiali e sulla progettazione dei particolari costruttivi caratteristici, sporgenze, spigoli e aggetti.

I sistemi ETICS offrono un isolamento continuo su tutta la superficie, riducendo notevolmente la nascita di ponti termici ed eliminando le possibili zone fredde.

A causa dell'incidenza sulle superfici del sole è importante limitare la colorazione dell'involucro ed escludere alcuni colori specifici poiché provocano il surriscaldamento del materiale termoisolante, colori molto scuri sono sconsigliati mentre quelli più chiari assorbiranno meno calore, di conseguenza il termoisolante riuscirà a sopportare le tensioni dovute ai cambiamenti termici.

L'involucro di un edificio deve possedere l'inerzia termica necessaria ad attenuare i picchi dell'onda termica esterna, l'inerzia di una chiusura opaca è funzione della sua capacità di accumulare il calore e di rilasciarla in maniera non immediata. Per quantificare l'inerzia termica si può utilizzare un parametro come la diffusività termica, che è il rapporto tra la capacità di condurre energia termica e la capacità di accumulare energia di un materiale.

Quindi l'installazione di sistemi ETICS può migliorare notevolmente il comfort termico degli ambienti, poiché crea un equilibrio termico tra le superfici interne delle chiusure opache verticali e l'aria in ambiente, che determina una sensazione piacevole per il corpo umano. Il comfort è costante in estate e in inverno se durante la progettazione viene considerato il regime dinamico a cui è sottoposto l'involucro, il quale deve avere la capacità di fungere da regolatore termico per assorbire il calore diurno e liberarlo durante la notte. Il calore viene ceduto sia all'esterno che all'interno dell'ambiente durante la notte, poiché si ha una temperatura più bassa, per questo i locali interni devono avere un'adeguata ventilazione che elimini il calore immagazzinato durante il giorno.

2. Riferimenti normativi

2.1 Norme

Le linee guida che vengono elencate di seguito si riferiscono alle normative internazionali vigenti e riguardano in special modo materiali isolanti di tipo EPS, MW e PU:

ETAG 004 Linee guida tecniche europee per Sistemi Isolanti a Cappotto per esterni con intonaco

EAD 330196-01-0604 Linee guida tecniche europee per tasselli in materiale plastico per Sistemi Isolanti a Cappotto

EN 13162 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di lana minerale (MW) ottenuti in fabbrica - Specifiche

EN 13163 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di polistirene espanso (EPS) ottenuti in fabbrica - Specifiche

EN 13164 Isolanti termici per edilizia- Prodotti di polistirene espanso estruso (XPS) ottenuti in fabbrica - Specifiche

EN 13165 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di poliuretano rigidi (PU) ottenuti in fabbrica - Specifiche

EN 13166 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di resine fenoliche espanse (PF) ottenuti in fabbrica - Specifiche

EN 13167 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di vetro cellulare (CG) ottenuti in fabbrica - Specifiche

EN 13170 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di sughero espanso (ICB) ottenuti in fabbrica - Specifiche

EN 13171 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di fibre di legno (WF) ottenuti in fabbrica - Specifiche

EN 13499 Isolanti termici per edilizia - Sistemi Compositi di Isolamento Termico per l'Esterno (ETICS) a base di polistirene espanso - Specifiche

EN 13500 Isolanti termici per edilizia - Sistemi Compositi di Isolamento Termico per l'Esterno (ETICS) a base di lana minerale - Specifiche

UNI/TR 11715 "Isolanti termici per edilizia - progettazione e messa in opera dei Sistemi Isolanti Termici per l'esterno (ETICS)

UNI 11716 "Attività professionali non regolamentate - Figure professionali che eseguono la posa dei sistemi compositi di isolamento termico per esterno (ETICS) - Requisiti di conoscenza, abilità e competenza

EOTA TR 025 “Linee guida per trasmittanza termica puntuale per tasselli per ETICS”
(Point thermal transmittance of plastic anchors for ETICS)

EOTA TR 026 “Linee guida per la resistenza allo stappo per piattelli di tasselli per ETICS” (Plate stiffness of plastic anchors for ETICS)

EOTA TR 051 “Linee guida per i test da realizzare in situ per tasselli e viti”
(Recommendations for job site tests of plastic anchors and screws)

UNI EN 1991-1-4 “Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento”

EN 998-1 Specifiche per malte per opere murarie - Parte 1: Malte per intonaci interni ed esterni

EN 15824 Specifiche per intonaci esterni e interni a base di leganti organici

3. Storia dell'arte dei sistemi di isolamento “a cappotto” termico esterno

3.1 Evoluzione dei sistemi “a cappotto” nella storia

Nel XX secolo in seguito della rivoluzione del settore chimico, l'industria chimica iniziò a produrre nuovi materiali e nuove tecnologie. Nacquero così un ampio ventaglio di possibilità innovative e tecnologicamente avanzate in materia di isolamento. A partire dagli anni '40 del 1900 vi furono due impulsi che contribuirono allo sviluppo e alla produzione di materiali come la lana di vetro o gli isolanti cellulari polimerizzati e le resine fenoliche, il primo fu la necessità di ricostruire in poco tempo gran parte del patrimonio edilizio distrutto durante i conflitti mondiali e il secondo fu la conversione delle scoperte ottenute in campo bellico in innovazioni per il settore delle costruzioni. [38]

Nel XIX secolo vengono introdotte e si sviluppano nuove tecniche di costruzione, nuovi materiali da costruzione e sistemi strutturali basati su calcoli complessi. Le nuove strutture necessitavano maggiore protezione, fornita dai materiali isolanti, per evitare la formazione di crepe, danni e distorsioni sulle chiusure opache verticali.

In Germania a seguito dei primi esperimenti effettuati negli anni '30, utilizzando come materiale termoisolante paglia, alla fine degli anni '50 nascono le prime “pareti a mantello”, che si diffondono negli anni '60 in Europa centrale e orientale dove il clima è più rigido. [30][35]

La nascita dei sistemi “a cappotto” moderni risale agli anni '70, quando a causa dell'aumento del consumo di energia e del costo dei combustibili fossili, dovuto alla crisi petrolifera, si cercò di conferire prestazioni migliori alle abitazioni oltre ad una nuova connotazione architettonica agli edifici; attraverso l'uso e l'incentivazione dei materiali espansi, successivamente estrusi e resine sottoforma di schiume. [3]

I primi sistemi erano costituiti da pannelli di materiale termoisolante molto sottili, incollati e fissati con elementi metallici, attraverso lo studio e l'esperienza vennero migliorati per far diminuire le perdite dell'involucro. La crescita del settore si deve a tre fattori principali:

- La richiesta di comfort più elevati per le residenze, gli uffici e le altre tipologie di edificio;
- L'urgenza di occuparsi dell'inquinamento prodotto e dell'eccessivo consumo energetico;
- Un alto livello tecnologico anche nel settore delle costruzioni.

In epoca più recente il settore della coibentazione sta vivendo una “seconda giovinezza”, grazie all'implementazione degli studi su materiali di origine sostenibile per il settore delle costruzioni. Oggi vengono riscoperti tanti dei materiali utilizzati prima del XX secolo, migliorando proprietà come la resistenza al fuoco, all'attacco di parassiti animali e vegetali come muffe e microorganismi.

Gli studi non sono finalizzati solo alla ricerca di nuovi materiali isolanti sostenibili, ma anche al miglioramento di quelli derivati dal settore industriale; i nuovi prodotti rispondono a caratteristiche più selettive e nascono per settori come quello aerospaziale.

Inizialmente questi sistemi erano utilizzati quasi esclusivamente negli edifici per i servizi, ma grazie alla diminuzione dei prezzi sul mercato sono diventati comuni anche per edifici residenziali. I sistemi ETICS secondo i dati riportati nell'articolo di B. Amato [2], riferiti all'anno 2008, sono largamente utilizzati in Germania e Polonia dove la loro applicazione è pari circa al 30% del totale degli edifici, mentre in Portogallo la percentuale è molto bassa circa del 1%.

Applicazione sistemi ETICS nel 2008

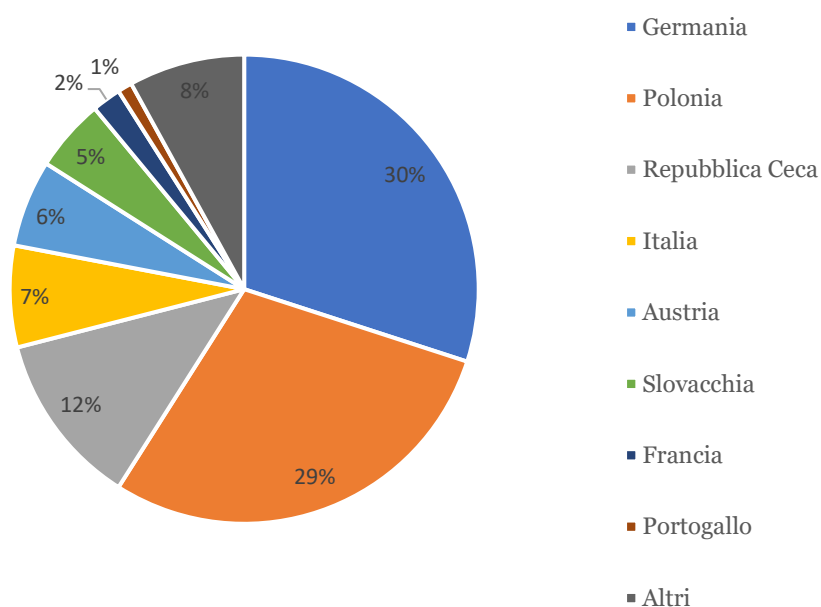


Figura 1 Grafico applicazione sistemi ETICS in Europa nel 2008

3.2 Analisi dei componenti del sistema ETICS

I sistemi sono composti da più parti che collaborano tra loro per migliorare le prestazioni delle chiusure opache verticali.

La giusta collaborazione tra i vari strati, materiali e il loro fissaggio portano agli stabili molti vantaggi, sia che esso sia un intervento su un edificio di nuova costruzione sia che esso sia un intervento di recupero. Attraverso l'applicazione di uno strato continuo di isolante su tutta la superficie esterna vengono eliminati i ponti termici ed inoltre non viene ridotta l'area interna delle superfici calpestabili, mantenendo lo spazio abitativo interno inalterato. L'elevata inerzia termica conferita alle pareti perimetrali migliora il comfort termico sia in estate che in inverno, riducendo anche il fabbisogno energetico annuale. Durante l'inverno viene accumulato il calore prodotto dai sistemi di riscaldamento poi rilasciato in seguito allo spegnimento degli impianti di notte, mentre durante l'estate riesce a produrre uno sfasamento dell'onda termica ritardando i rientri

di calore. Intervenendo su uno stabile con un intervento economico, che può rivalutarne il valore immobiliare, si proteggono la facciata e le chiusure verticali da possibili fenomeni di condensazione interstiziale e dalla crescita di muffe gli ambienti interni degli edifici avranno standard igienici migliori. Tra i vantaggi è importante ricordare la riduzione dei livelli di CO₂ emessi e quella del consumo di risorse fossili, sia per la produzione dei pannelli che per il riscaldamento dei locali.

Vi sono d'altro canto diversi svantaggi legati all'impiego di un sistema di rivestimento a cappotto, come la ridotta resistenza agli urti e al punzonamento che contraddistinguono diverse tipologie di pannelli isolanti, per questo ne è sconsigliato l'uso in ambienti soggetti a urti intensi. Le varietà di finiture compatibili al sistema sono molto ristrette perché il sistema non può sopportare sollecitazioni eccessive che potrebbero causare un distacco. L'integrazione impiantistica risulta molto difficile e deve essere affrontata da personale specializzato.

L'isolamento "a cappotto" dovrà soddisfare alcuni requisiti, come la resistenza meccanica ai carichi dinamici, principalmente causati dal vento, saranno gli elementi per il fissaggio meccanico, i tasselli, e l'adesivo a rispondere a questa richiesta. Oppure il comportamento del sistema in caso di incendio, al quale dovrà essere garantito un tempo entro il quale non subisce danni e mantiene la sua capacità portante in presenza di un incendio, inoltre dovranno essere limitate la produzione di fumi e di fuoco soprattutto all'interno dell'edificio, per questo dovranno essere indicate le classi di appartenenza dei materiali isolanti secondo la UNI EN 13501-1.

Possono avvenire due tipologie di fenomeni condensativi diversi, quelli superficiali e quelli interstiziali, i primi sono dovuti alla ridotta massa del rivestimento e della finitura esterni dei pannelli di isolante termico che durante la notte subisce un ampio e rapido raffreddamento, il quale può produrre cicli di gelo e disgelo con il conseguente deterioramento del rivestimento. La condensazione interstiziale è dovuta alle differenze di temperatura e di pressione tra l'ambiente interno e l'esterno, attraverso analisi effettuate con il diagramma di Glaser si può valutare la diffusione del vapore acqueo evidenziando il rischio di formazione della condensa tra gli strati, per ovviare a questo problema è importante valutare la resistenza alla diffusione del vapore dei materiali da costruzione.

Le componenti del sistema elencati dall'interno verso l'esterno:

- Adesivo
- Isolante termico
- Tasselli per il fissaggio meccanico
- Intonaco di fondo
- Rete di armatura
- Intonaco di finitura
- Finitura esterna
- Accessori (rete angolare, profili...)

Ognuno di essi può essere realizzato con svariati materiali e dimensioni differenti, è importante verificare che essi siano compatibili tra loro e soprattutto che ognuno riporti la marcatura CE come stabilito dall'ETAG 004. Per ogni componente si dovrà tenere traccia delle modalità di trasporto e di stoccaggio in cantiere perché non vengano compromessi. [3][24][36][41][47]

3.2.1 Superficie di supporto

Con il termine superficie di supporto si intende la superficie sulla quale andrà installato il sistema ETICS, potrebbero esserci differenze tra le superfici realizzate per nuove chiusure verticali e quelle su cui il sistema andrà inserito su strutture esistenti, ma in entrambi i casi sarà necessario che personale qualificato, ispezioni l'area, prima della posa. Ogni asperità e irregolarità individuata comprometterebbe l'adesione e le prestazioni del sistema, per questo devono essere rimosse sporgenze, avvallamenti ed anche le tracce di polvere, olio, grasso, sporco, e altre sostanze che potrebbero essere presenti sulla superficie, al fine di ripristinare la planarità della stessa.

Gli esami e le procedure per verificare l'idoneità del supporto comprendono un sopralluogo atto a individuare la possibile presenza di umidità del supporto, il rischio di risalita dell'acqua o l'esistenza di crepe. Tramite lo sfregamento del palmo della mano o di un panno sulla superficie si possono individuare e rimuovere polveri, efflorescenze o rivestimenti friabili, mentre per individuare la capacità di resistenza ai carichi si faranno prove di incisione con oggetti appuntiti e duri determinando la resistenza alla scalfittura, prove di bagnatura invece servono a individuare la capacità di assorbimento del supporto.

Quando i sistemi di isolamento vengono utilizzati per riqualificare edifici esistenti, le aree di posa coincidono con le superfici delle chiusure verticali esterne esistenti intonacate e colorate, quindi dovranno essere verificate la stabilità e l'adesione alla struttura portante e in caso contrario dovranno essere asportate le porzioni compromesse, e successivamente ripristinate.

La superficie di supporto deve rispondere ai requisiti di resistenza meccanica e di resistenza allo sfilamento del sistema di fissaggio meccanico.

Vi sono molte tipologie di materiali con cui può essere realizzata la struttura portante, ognuna ha caratteristiche differenti, per questo bisogna valutare il sistema di fissaggio meccanico e anche la scelta degli strumenti utilizzati per creare i fori per l'inserimento dei tasselli e delle viti, oltre al sistema di isolamento in base al carico aggiuntivo che questa può sopportare.

Su strutture di supporto nuove o non intonacate è facile accertarsi dell'effettivo stato del supporto, cosa invece sarà più difficile dalla presenza di altri strati. Prove di resistenza allo strappo e di estrazione dei tasselli possono determinare l'effettiva resistenza della struttura nel caso in cui non ci siano a disposizione i dati necessari.

3.2.2 Adesivo

Lo strato serve per il fissaggio dei pannelli termoisolanti alla superficie di supporto, esso deve garantire l'adesione delle superfici, anche quando viene sottoposto a carichi verticali, come il peso proprio del sistema, e a carichi orizzontali, come le spinte del vento.

Affinché la miscela sviluppi le caratteristiche indicate dal produttore e richieste dal progettista, è importante seguire le istruzioni elencate sulle confezioni, per amalgamare il preparato. Il prodotto dovrà essere steso direttamente sul retro del pannello isolante termico, che poi verrà posato sul supporto e lasciato riposare per permettere la presa. L'applicazione sul pannello può essere fatta in due modi, su tutta la superficie in modo uniforme con una spatola (1,5 - 2 cm), oppure con il metodo "a strisce e punti" disponendo un cordolo esterno e dei punti al centro del pannello equidistanti. [40]

- Fissaggio con metodo a cordolo perimetrale e per punti:

Si procede applicando un cordolo di adesivo sul perimetro della lastra e due/tre punti equidistanti internamente, è importante che l'adesivo ricopra almeno il 40% della superficie della lastra.

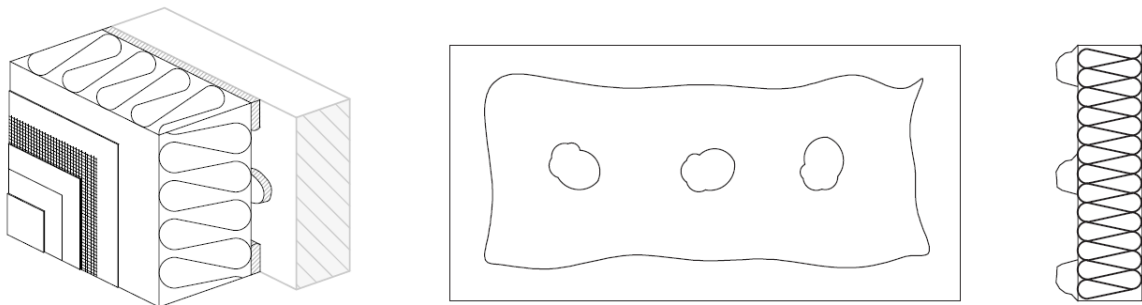


Figura 2 Applicazione dell'adesivo a cordolo perimetrale e per punti

- Fissaggio con il metodo a tutta la superficie

L'applicazione dell'adesivo su tutta la superficie può essere effettuata con una spatola dentata, ma questa tecnica può essere utilizzata solo su superfici di supporto sufficientemente planari.

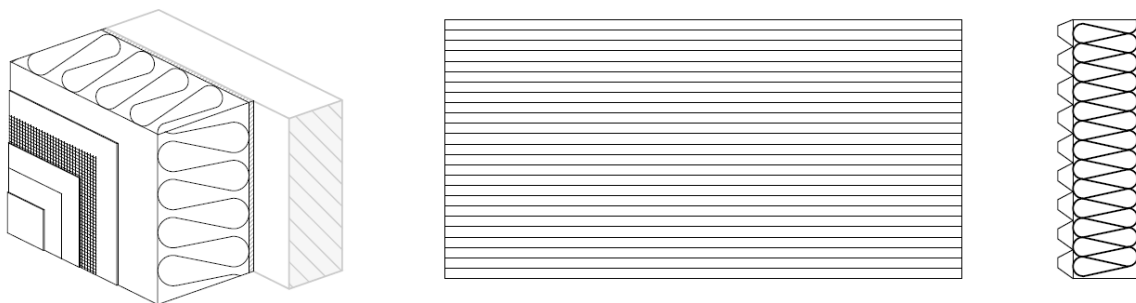


Figura 3 Applicazione dello strato adesivo su tutta la superficie

Nel caso in cui venga utilizzato un incollaggio con proiezione meccanica continua si possono usare i seguenti schemi di posa per l'adesivo sui pannelli.

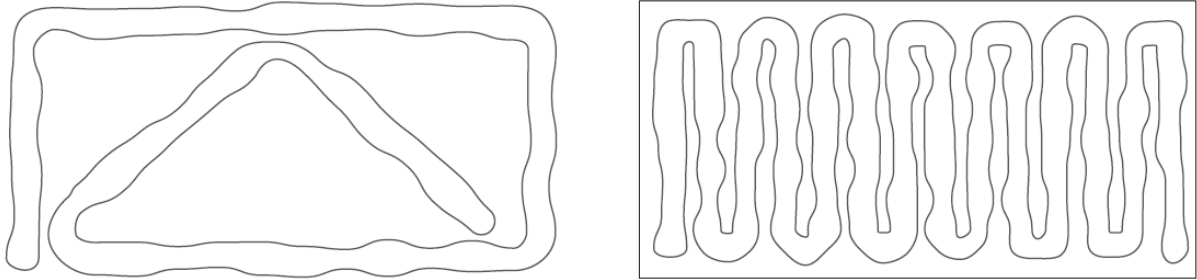


Figura 4 Altri schemi di posa

Ogni produttore indicherà quale metodologia è più adatta per la posa dei pannelli isolanti ma generalmente per i pannelli in polistirene espanso (EPS), poliuretano espanso rigido (PU) è più efficace il metodo a cordoli perimetrali e punti, mentre per lamelle in lana minerale si preferisce l'incollaggio su tutta la superficie. [24]

Tra la superficie del supporto e quella dei pannelli termoisolanti non deve passare aria poiché porterebbe alla formazione dell'effetto camino. Per l'applicazione dei pannelli nelle aree di raccordo superiori viene suggerito il metodo di posa Floating-Buttering, che prevede l'applicazione dello strato di adesivo in maniera incrociata sia sull'isolante termico che sul supporto, questo evita l'insorgenza di ponti termici ed effetto camino.

Ogni operazione deve essere effettuata nelle condizioni atmosferiche ottimali perché si possano raggiungere le proprietà meccaniche adatte a resistere agli stati tensionali che nascono nel sistema a causa delle azioni esterne.

3.2.3 Isolante termico

Il materiale termoisolante è una parte molto importante dei sistemi di isolamento esterno.

Le funzioni svolte dai pannelli termoisolanti, qualunque sia la loro natura, sono quella di ridurre le dispersioni di calore e quella di limitare i rientri di calore rispettivamente nella stagione invernale e in quella estiva, grazie alla loro particolare attitudine a opporre resistenza alla trasmissione del calore. Per scegliere tra le molte tipologie di materiali isolanti, quella che risulta più adatta all'impiego nel progetto, non basta considerare la conducibilità termica indicata dal produttore ma devono anche essere valutate: l'energia usata per la produzione, l'energia risparmiata durante l'esercizio, la resistenza al fuoco, la sensibilità all'acqua ed altri fattori.

La proprietà caratteristica di questo strato del sistema ETICS è la conducibilità termica λ (W/mK) attitudine del materiale a trasmettere il calore, più sarà elevata la capacità di isolare più λ si abbasserà.

Ci sono diverse categorie di termoisolanti:

- Isolanti di origine minerale: sono materiali più resistenti di quelli di origine vegetale, vengono infatti ricavati dalle rocce, soprattutto di origine vulcanica. Alcune tipologie devono essere trattate per resistere all'acqua, all'umidità e alle muffe. Rispondono alle specifiche riportate nella norma UNI EN 13162.
 Conducibilità termica λ : 0,035-0.070 W/mK
 Coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore μ : 1-5
 Assorbimento acqua : $\leq 1 \text{ kg/m}^2$
 Classe resistenza al fuoco: A1
- Materiali di sintesi petrolchimica: hanno origine dalla filiera produttiva del petrolio, sono caratterizzati da valori di conduttività termica estremamente bassi. Si presentano in due forme, il polistirene espanso (EPS) e il polistirene estruso (XPS). Rispettivamente le normative di riferimento sono la UNI EN 13163 per EPS e la UNI EN 13164 per XPS.
 Conducibilità termica λ : 0,035-0.056 W/mK
 Coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore μ : EPS 20-100; XPS 80-300
 Assorbimento acqua : EPS $\leq 0.5 \text{ kg/m}^2$; XPS $\leq 1.5 \text{ volume\%}$
 Classe di resistenza al fuoco: indicata dal produttore
- Materiali isolanti di origine vegetale: provengono solo da materie prime rinnovabili, tramite processi non dannosi per l'ambiente e per l'uomo. Ad esempio, i pannelli in fibra di legno, creati con il legname di scarto oppure i pannelli in sughero creati con cellule contenenti aria, caratterizzati da una elevata resistenza al fuoco. La normativa di riferimento è la UNI EN 13171.
 Conducibilità termica λ : 0,040-0.060 W/mK
 Coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore μ : 5-10
 Assorbimento acqua : $\leq 1.0 \text{ kg/m}^2$
 Resistenza al fuoco: Classe 1 / Classe B2
- Materiali isolanti di origine animale: principalmente provengono da lana di pecora, lavorata per formare rotoli adatti all'applicazione nelle intercapedini, in grado di assorbire umidità e rilasciarla senza bagnarsi. Non vi sono normative di riferimento, ma le indicazioni sono pubblicate dai singoli produttori.
 Conducibilità termica λ : 0,035-0.040 W/mK
 Coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore μ : 1-5
 Resistenza al fuoco: Classe B2

I materiali isolanti più utilizzati sono i pannelli in polistirene espanso sinterizzato (EPS) e i pannelli in lana minerale (MW), ma in commercio ce ne sono molti altri.

Per valutare le prestazioni di un elemento tecnico si deve valutare lo sfasamento, la trasmittanza dinamica periodica e il fattore di attenuazione. Il primo si misura in ore ed esprime il tempo che occorre perché si manifestino gli effetti dell'aumento di temperatura esterna anche sulla superficie della parete interna. La seconda invece misura l'efficacia con cui la stratigrafia si oppone alle sollecitazioni termiche dinamiche, tanto il valore è più basso quanto più sarà performante la chiusura verticale. Il terzo parametro invece misura come la chiusura riesce ad attutire le variazioni di temperatura cicliche esterne.

Di seguito vengono riportati gli elementi termici utilizzati per realizzare lo strato di isolamento termico per i sistemi ETICS, partendo dai più comuni ed utilizzati e arrivando a descrivere materiali meno frequenti o utilizzati per realizzare dettagli, come angoli o spigoli.

Pannelli in polistirene espanso sinterizzato

I pannelli di origine sintetica con una conducibilità termica pari circa a 0.03 W/mK , risultato di processi produttivi che creano un efficiente isolamento a fronte di spessori



Figura 5 Pannelli in polistirene espanso sinterizzato

ridotti. I pannelli sono molto leggeri e allo stesso tempo resistono agli urti e all'assorbimento di acqua, hanno una buona permeabilità al vapore d'acqua e la posa risulta facile e veloce.

Pannelli in lana minerale

I pannelli sono costituiti di un silicato amorfo ricavato dalla roccia, grazie alla loro versatilità e duttilità vengono impieganti nel campo dell'edilizia. Il materiale può sopportare temperature molto alte, grazie alle capacità termiche, inoltre grazie alla sua struttura macroscopica, nella quale viene immagazzinata molta aria, offre un buon comportamento al fuoco. Invece hanno una scarsa resistenza a trazione.



Figura 6 Pannelli termoisolanti in lana minerale

Pannelli in poliuretano espanso rigido

I pannelli sono costituiti da un polimero reticolato termoindurente, vengono utilizzati in virtù delle caratteristiche di isolamento termico, resistenza meccanica e la stabilità dimensionale. Se immerso completamente in acqua e successivamente estratto e fatto asciugare non presenta variazioni dimensionali e mantiene inalterate le caratteristiche chimico-fisiche. La struttura chimica costituita da celle chiuse permette di ridurre l'assorbimento d'acqua. Grazie a un'elevata resistenza meccanica possono essere utilizzati per applicazioni industriali, mentre la resistenza agli agenti chimici e biologici ne fa un prodotto adatto ad applicazioni in condizioni climatiche e ambientali molto sfavorevoli. I pannelli non sono biodegradabili, per questo l'eventuale smaltimento potrebbe essere una fonte di inquinamento.

I seguenti materiali vengono utilizzati meno di frequente o in particolari condizioni.

Pannelli in fibra di legno

I pannelli in fibra di legno possono anche essere costituiti da fili di cellulosa, hanno una grande compatibilità con vari sistemi di supporto. Si possono creare anche pannelli con fibre di legno derivate dal riciclaggio di legno di scarto che ottengono elevata resistenza meccanica e a bassa conduttività termica. [29]

Pannelli in Aerogel

L'Aerogel è un prodotto nato dagli studi sviluppati nel settore aerospaziale, possiede una minima conduttività termica, elevata flessibilità e resistenza alla compressione. Inoltre, è un materiale idrofobico e la facilità di posa ne fanno un prodotto adatto a garantire un buon isolamento termico sia nelle strutture nuove che da riqualificare. Le applicazioni in campo edile sono svariate poiché può essere sottoposto a condizioni ambientali molto sfavorevoli, senza che ne vengano alterate le prestazioni e la durabilità nel tempo. Il ridotto spessore dei pannelli in Aerogel ne fanno un ottimo prodotto da utilizzare in caso di spazi ridotti o di vincoli architettonici che impediscono l'uso di pannelli più spessi. A causa del costo elevato viene utilizzato per porzioni ridotte come angoli e spigoli.



Figura 7 Pannelli termoisolanti Aeropan

Pannelli termoisolanti di origine animale

Per realizzare pannelli di origine animale può essere usata la lana di pecora che ha una elevatissima permeabilità al vapore oltre che una conducibilità termica pari a 0.04-0.06 W/mK, al contempo possiede una elevata capacità di assorbimento. Possiede una buona reazione al fuoco e se trattata con pesticidi naturali può resistere al degrado per umidità, immagazzinando l'umidità e rilasciandola gradualmente, senza bagnarsi. Inoltre, è un materiale 100% riciclabile, i pannelli non vengono intaccati dal tempo, mantenendo le loro proprietà.



Figura 8 Pannelli termoisolanti in lana di pecora

Per evitare l'insorgere di guasti sul sistema è importante prestare molte accortezze durante la posa del materiale termoisolante, per prima cosa dopo la posa dovrà essere verificata la planarità della superficie ed in caso contrario è necessario livellare l'area con molatura per pannelli in EPS e PU oppure con l'aggiunta di rasante per pannelli in MW. I pannelli prima della posa dell'intonaco devono essere protetti dall'umidità e dall'effetto dei raggi UV, che possono deteriorare la superficie del materiale termoisolante, e danneggiare il sistema.

3.2.4 Tasselli

Gli elementi per il fissaggio meccanico hanno il compito di integrare la capacità di adesione al supporto, contrapponendosi alle pressioni e depressioni generate dal vento sul sistema, per questo è molto importante che la posa avvenga dopo che la presa dell'adesivo è stata effettuata e deve anche essere effettuata seguendo gli schemi di posa forniti dalle case produttrici.

L'uso è necessario ogni volta in cui i pannelli superano lo spessore di 10 centimetri, nel caso in cui il sistema composto da uno strato di adesivo, isolante termico e finitura ha un peso superiore a 30 kg/mq e nel caso in cui si vada a installare un sistema ETICS su una superficie intonacata. Questi vincoli rendono l'applicazione dei tasselli inevitabile per la realizzazione di sistemi ETICS a regola d'arte.

Per scegliere la tipologia di tassello, si fa riferimento alle prescrizioni della norma EAD 330196-01-0604, nella quale a partire da parametri come la rigidità e la portata del piattello, oltre che il coefficiente di conducibilità termica puntuale, viene fornita una

tabella in cui ogni strato di supporto viene collegato una categoria che definisce i campi d'impiego del tassello.

LE CATEGORIE D'USO SECONDO L'EAD 330196-01-0604 DEFINISCONO I CAMPI DI IMPIEGO DEL TASSELLO IN RELAZIONE AI VARI TIPI DI SUPPORTO				
A	B	C	D	E
Calcestruzzo normale	Blocchi pieni	Blocchi cavi o forati	Calcestruzzo alleggerito	Calcestruzzo cellulare

Figura 9 Categorie d'uso per applicazione dei tasselli per il fissaggio meccanico in relazione al supporto

Nel caso in cui non fosse identificabile la struttura di supporto dovranno essere fatte alcune prove di strappo direttamente in cantiere, per valutare la tenuta della struttura portante.

I fori in cui vengono inseriti i tasselli devono essere fatti solo dopo che l'adesivo si è completamente indurito, ma nel caso in cui non fosse possibile come per pannelli troppo pesanti per il solo adesivo è necessario prestare molta attenzione. Possono essere utilizzati trapani a percussione solo nel caso in cui la struttura portante fosse in calcestruzzo o in mattoni pieni, in caso contrario si deve seguire le indicazioni fornite dai produttori. I pannelli in lana minerale devono essere forati preventivamente a trapano spento per evitare perché non si deteriorino.

I tasselli possono essere prodotti in materiali diversi, ma hanno uno schema caratteristico, composti da un disco a cui è collegato ad un'asta che avrà il compito di sopportare i carichi e tensioni, la sua lunghezza è espressa dalla seguente formula:

$$Lunghezza\ tassello = sp.\ isolante + sp.\ adesivo + sp.\ intonaco + profondit\grave{a}\ ancoraggio$$

I tasselli devono essere inseriti a filo con l'isolante termico come si può notare dell'immagine a sinistra, ma nel caso in cui fossero incassati nell'isolante termico, l'incavo creato dovrà essere riempito con un disco di materiale termoisolante e non con l'intonaco esterno, come si nota nell'immagine di destra.

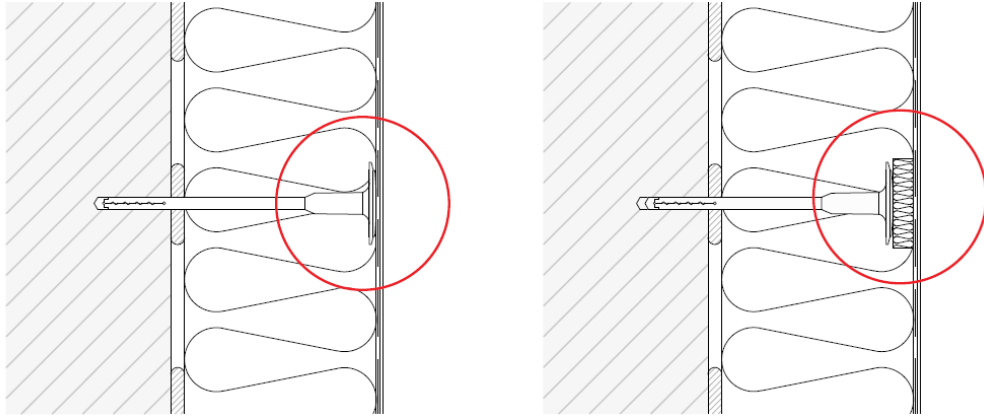


Figura 10 Schema di posa tasselli per il fissaggio meccanico

Per definire la quantità di tasselli da applicare si deve tenere conto di parametri riguardanti le dimensioni dello stabile e la sua collocazione geografica, oltre che alle proprietà del tassello.

I pannelli disposti sul perimetro delle facciate saranno particolarmente sollecitati, a causa dell'influenza del vento, per cui sarà necessario un infittimento dei tasselli per il fissaggio meccanico. I parametri che servono a determinare il numero di tasselli sono: l'altezza dell'edificio; la velocità specifica del vento; la topografia del luogo.

Per determinare la quantità di tasselli necessaria nelle fasce perimetrali dell'isolante termico, vengono utilizzate alcune tabelle che considerano anche le dimensioni dei pannelli termoisolanti, il carico utile dei tasselli, oltre ai parametri citati in precedenza.

Lo schema secondo cui posare i tasselli deve essere definito prima della posa, seguendo le prescrizioni della casa produttrice, di seguito vengono riportati gli schemi tipici, che possono essere infittiti e modificati all'occorrenza. [24]

- Schema a T

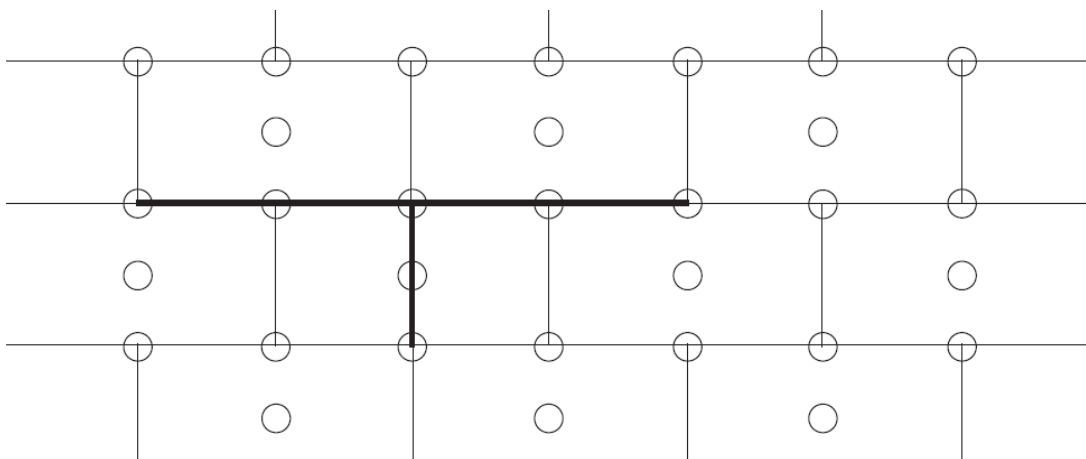


Figura 11 Schema di posa a T

- Schema a W

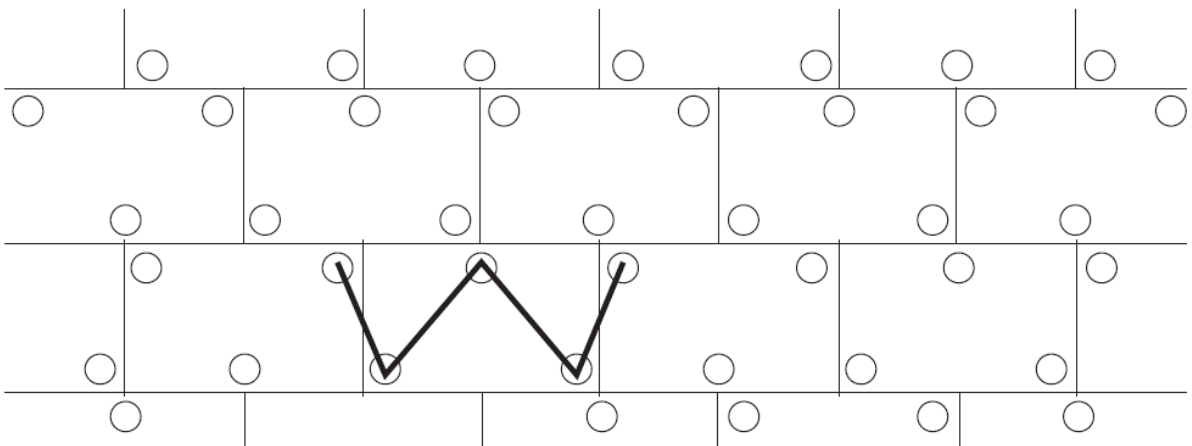


Figura 12 Schema di posa a W

- Schema tassellatura con pannelli MW a fibre verticali

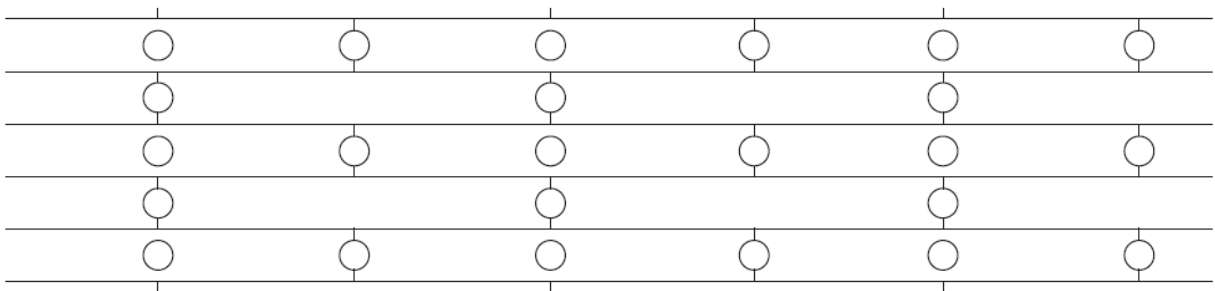


Figura 13 Schema di posa MW

3.2.5 Sistema di intonaco

A differenza dei precedenti elementi che compongono i sistemi ETICS, con “sistema di intonaco” non si considera un solo strato e/o materiale, ma come dice la parola “sistema” si tratta di un insieme di strati e materiali che collaborano per svolgere una funzione. Il sistema di intonaco è quindi composto da una prima mano di intonaco ed una seconda tra le quali viene interposta una rete d’armatura.

Per realizzare la prima rasatura è possibile scegliere tra vari tipi di intonaco valutando le caratteristiche dei pannelli termoisolanti sui quali andrà posato. Le polveri d’intonaco andranno miscelate solo con acqua pulita e fresca, per le proporzioni e le modalità di miscelazione si deve seguire le indicazioni fornite dal costruttore. In seguito all’applicazione a mano o a macchia dello strato di intonaco di fondo dovrà essere applicata la rete d’armatura in fibra di vetro, posandola dall’alto verso il basso con una sovrapposizione alle estremità di almeno 10 cm. Solo dopo il necessario tempo di asciugatura verrà applicata la seconda mano d’intonaco, o intonaco di finitura, se i tempi non venissero rispettati si avrebbero problemi di stabilità e si potrebbero creare una serie di macchie sulla superficie. La rete deve essere posizionata al centro delle due mani di intonaco perché possa contrastare le sollecitazioni meccaniche.

Importanti sollecitazioni meccaniche si verificano in corrispondenza di spigoli e delle aperture, perciò in questi particolari punti l'inserimento della rete deve essere fatto con particolare attenzione. Agli angoli di finestre e porte devono essere inserite strisce di rete d'armatura inclinate di 45° rispetto all'angolo, come riportato in figura a sinistra. Gli spigoli devono essere realizzati con appositi paraspigoli con rete incollata e dove necessario deve essere inserito anche l'apposito elemento che protegge lo spigolo ed è fornito di gocciolatoio.

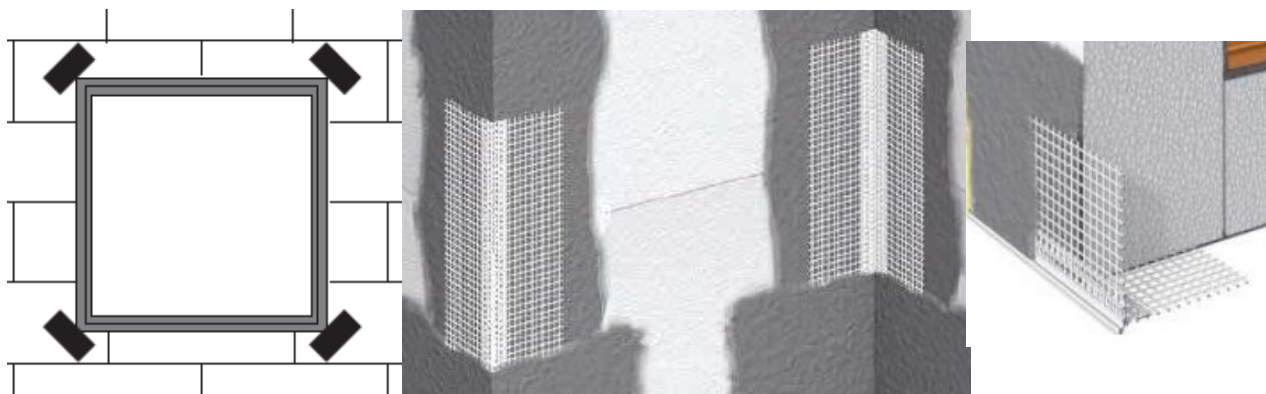


Figura 14 Rinforzi in fibra per spigoli

Il sistema sarà a diretto contatto con gli agenti atmosferici esterni, per questo dovrà essere limitata la sua capacità di assorbimento idrico, il quale porterebbe velocemente a una disgregazione dell'intonaco a causa dei frequenti cicli gelo-disgelo. Lo strato di rivestimento non potrà avere assorbimento idrico maggiore a $0,5 \text{ kg/mq}$, perché il sistema ETICS possa essere valutato come resistente al gelo-disgelo.

Un'altra proprietà importante per il sistema di intonaco è la resistenza agli urti e al punzonamento, poiché eventuali danni alla superficie esterna creerebbero le condizioni adatte alla nascita di infiltrazioni all'interfaccia con l'isolante termico. La resistenza viene fornita dal tipo di armatura utilizzata e dalla posa corretta, la norma (ETAG 004) definisce tre categorie di utilizzo, nella categoria I rientrano gli ambienti più problematici ed esposti a possibili danni, come gli ambienti pubblici e al livello del suolo, nella categoria II rientrano luoghi meno soggetti a urti, nella categoria III rientrano zone non suscettibili a urti normalmente.

La colorazione della superficie è molto importante poiché potrebbe portare all'insorgere di guasti legate all'irraggiamento della superficie esterna. Per evitare il surriscaldamento del sistema ETICS di isolamento esterno devono essere rispettati i valori di I.R. minimi imposti dallo stato. Sapendo che il colore bianco corrisponde a un valore di I.R. pari al 100% e viceversa per il colore nero vale 0%, è necessario che il valore di I.R. sia superiore al 20%, ma in zone di forte irradianza (località marittime) dovrebbe essere aumentato il più possibile avvicinandosi ai valori del colore bianco. [3][24]

4. Fenomenologia dei sistemi ETICS

4.1 Incidenza guasti sistemi ETICS

A seguito della pubblicazione della legge “Spinetta” (del 1978) in Francia, ovvero una legge sulla Responsabilità e Assicurazioni nel settore edile, nasce nel 1982 l’AQC ossia l’agente per la prevenzione dei danni e per il miglioramento della qualità delle costruzioni. Nel 1984 aderiscono all’AQC le prime ditte del settore delle costruzioni e viene creato il database Sycodés, questo raccoglie i dati forniti dalle relazioni dei periti chiamati dalle compagnie di assicurazioni durante l’attuazione dell’assicurazione contro i danni alla proprietà. Questi database sono molto importanti poiché identificano e quantificano i guasti considerando la frequenza dei danni su periodi decennali, fornendo ai professionisti del settore un riscontro statistico su materiali, tecniche e impatto delle azioni preventive alla formazione di guasti. Successivamente nascono riviste per gli addetti al settore delle costruzioni, che elaborano e commentano i dati raccolti, ed inoltre, venne migliorata e ampliata la raccolta delle informazioni destinate al database Sycodés.

I dati raccolti nel Sycodés non riportano classifiche riguardanti i guasti più frequenti o le tecniche costruttive più coinvolte da guasti. Questi valutano il costo delle riparazioni, oggetto di un reclamo degli ultimi dieci anni, con lo scopo di fornire un documento contenente le linee guida sulle migliori pratiche per evitare l’insorgere di guasti. Emerge da questi documenti che i costi per le riparazioni di sistemi ETICS negli edifici plurifamiliari risulta frequentemente al di sopra di alcuni valori di soglia, inoltre, il 64% del totale dei reclami riguardano proprio gli edifici plurifamiliari.

Le manifestazioni di guasto su sistemi ETICS per alloggi plurifamiliari sono così distribuite:

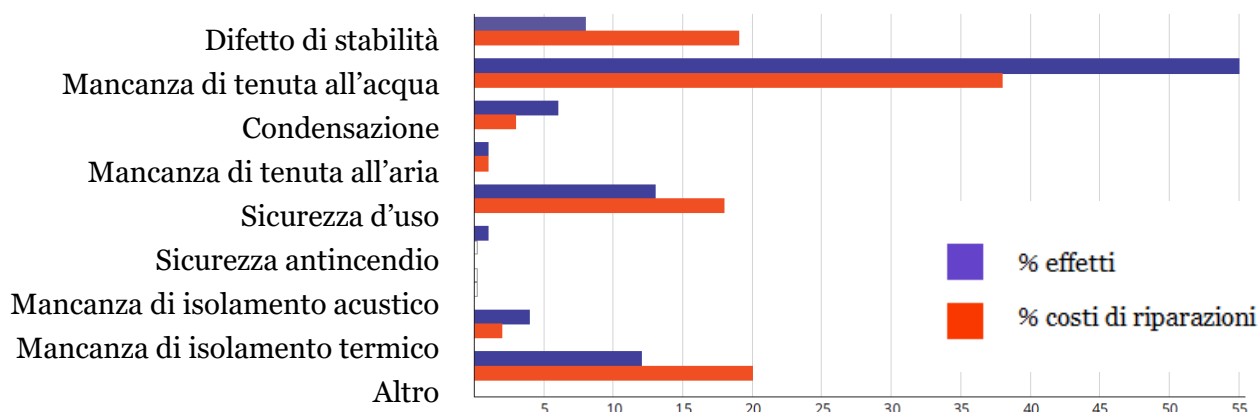


Figura 15 Grafico comparativo tra le percentuali degli effetti dei guasti e i costi per le riparazioni

Gli effetti e i costi di riparazione maggiori sono collegati alla mancanza di tenuta all’acqua, invece i difetti di stabilità e quelli legati alla sicurezza d’uso hanno costi maggiori in percentuale rispetto agli effetti.

I reclami nell'86% sono collegati a un'esecuzione errata, che ammontano al 78% dei costi di riparazione. Mentre solo il 9% è causato da difetti di progettazione, che rappresentano il 12% dei costi di riparazione. Il 2% dei casi elencati è dovuto a errori nel processo e da difetti dei materiali, ma incide fortemente sui costi di riparazione, con l'8% dei costi totali. [7][11]

Percentuali cause reclami

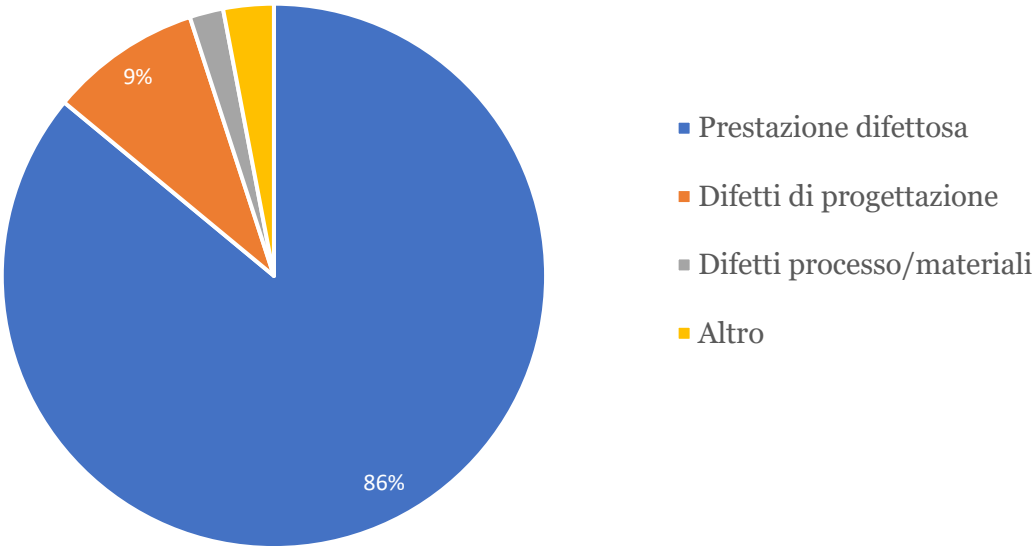


Figura 16 Percentuali cause reclami

Percentuali costi di riparazione

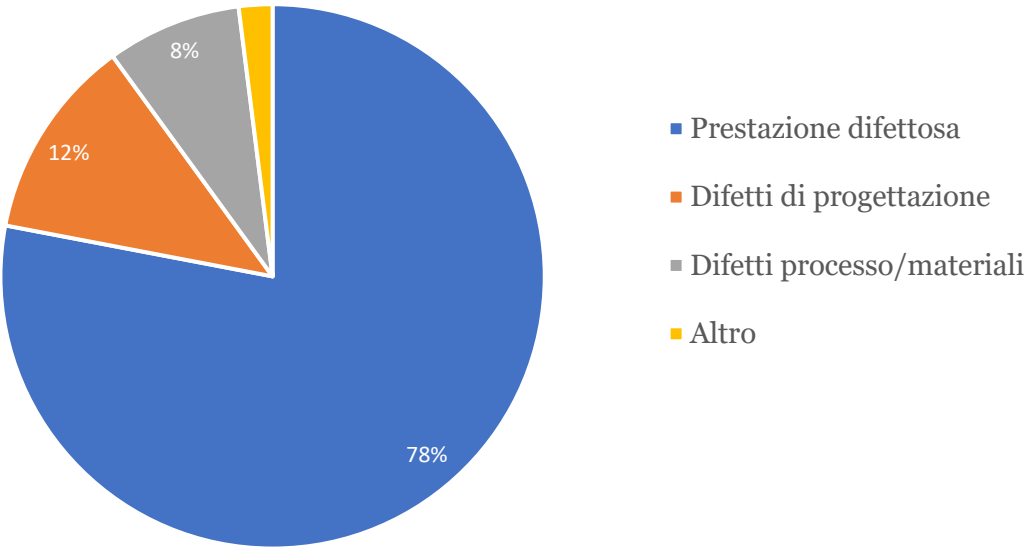
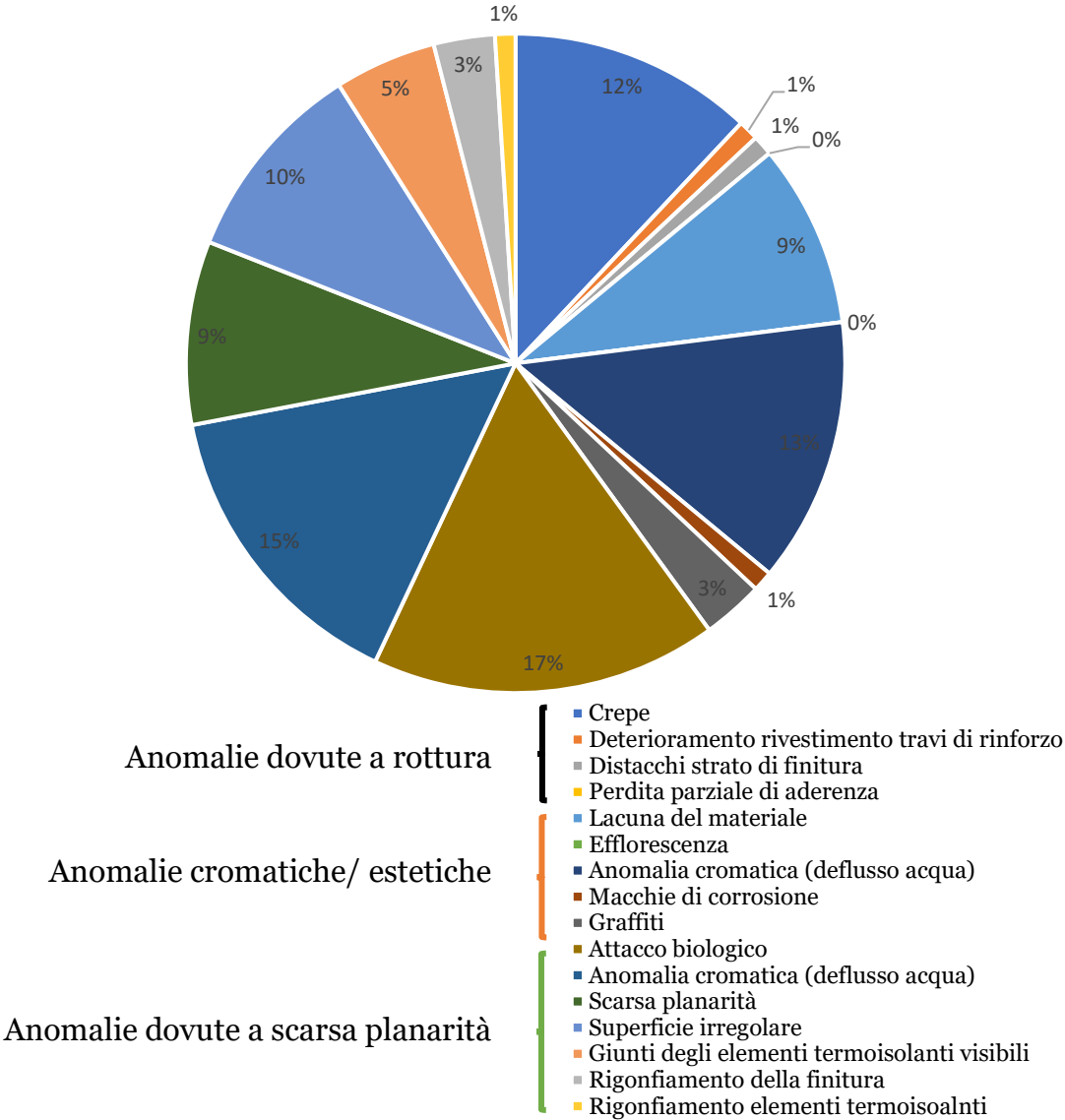


Figura 17 Percentuali costi di riparazione

Uno studio condotto in Portogallo prende in analisi 146 facciate, realizzate in ETICS tra il 1989 e il 2008, con lo scopo di ampliare e implementare la metodologia utilizzata per le ispezioni, le diagnosi e le riparazioni.

Il metodo di ispezione è basato sulla classificazione di quattro parametri: le anomalie attraverso l'osservazione visiva, le cause più probabili considerando l'azione combinata di più agenti, i metodi di diagnosi perlopiù utilizzando attrezzature portatili e le tecniche di riparazioni più o meno invasive (dalla pulizia della superficie al rifacimento di uno o più strati del sistema). Attraverso ispezioni visive gli esperti hanno elencato e suddiviso i 18 modi di guasto presenti in tre categorie principali: anomalie dovute a rottura, anomalie cromatiche/estetiche e anomalie dovute alla scarsa planarità della superficie. L'esame accurato di ogni modo di guasto, delle sue cause (dirette e indirette) e l'elaborazione delle tecniche per le riparazioni, consente la produzione dei fascicoli di ispezione, che possono ampliare e perfezionare il catalogo delle patologie edilizie.

Distribuzione modi di guasto su ETICS



Lo studio ha portato alle seguenti conclusioni:

- Le anomalie più comuni sono l'attacco biologico e anomalie cromatiche/estetiche.
 - Le cause più frequenti sono l'accumulo di sporcizia e di umidità oltre che l'azione della pioggia.
 - Due anomalie su cinque possono essere prevenute mediante una fase di progettazione e una fase di applicazione adeguate.
 - Fra le metodologie di diagnosi la termografia risulta la più efficace.
- [1][2][49]

4.2 Schede di individuazione e risoluzione dei modi di guasto

In questo capitolo si cerca di analizzare i modi di guasto più frequenti che coinvolgono i sistemi ETICS di isolamento esterno.

Per individuare i modi di guasto più frequenti si è fatto riferimento alle pubblicazioni prodotte dall'AQC, che riportano anche molte immagini riguardanti le anomalie delle chiusure e la descrizione dei guasti che le coinvolgono. Importanti sono anche le informazioni ricavate dagli articoli pubblicati su riviste di settore, in cui viene analizzato il degrado dei cappotti termici a partire dalla posa e dalla scelta dei materiali, svolgendo analisi con strumenti come le termocamere o altri strumenti d'indagine preliminare. I manuali di posa prodotti da molti produttori inoltre riportano una serie di regole e modalità per effettuare una posa corretta e descrivono eventuali errori e guasti che si manifesterebbero se non venisse realizzato a regola d'arte.

[4][5][6][7][8][9][10][11]

Il consorzio Cortexa, che riunisce le più importanti aziende specializzate nel settore dell'isolamento termico, ha l'obiettivo di divulgare e diffondere la cultura dell'isolamento realizzati con sistemi ETICS e dell'edilizia di qualità, per questo produce e rinnova ogni anno un manuale per la posa e anche una pubblicazione riguardante i modi di guasto più frequenti. [24]

Attraverso le seguenti tabelle sono stati classificati e analizzati i trentacinque modi di guasto più frequenti per l'isolamento termico di sistemi ETICS. Le tabelle sono uno strumento fondamentale per individuare e descrivere i guasti che coinvolgono ogni strato e componente dell'isolamento esterno realizzato attraverso sistemi ETICS, che vengono descritte tramite immagini e la descrizione dei meccanismi che contribuiscono alla formazione di un guasto.

[12][13][15][16][18][23][26][32][33][42][45][50]

Per evidenziare la sequenza di eventi che hanno portato alla formazione di guasti, sono stati inseriti alberi dei guasti o degli errori. Ogni schema descrive la catena di eventi e le correlazioni causali che hanno portato alla formazione dei guasti. Per la realizzazione degli alberi viene utilizzata una forma di restituzione grafica standard sviluppata dal gruppo CIB W86 di cui è riportata una legenda. [21][22]

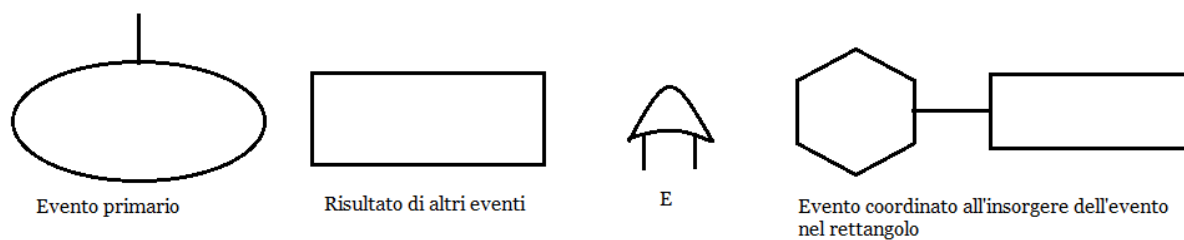


Figura 18 Simbologia utilizzata per la realizzazione degli alberi di guasto

Di seguire l'elenco degli agenti e dei difetti caratteristici dell'anomalia, vengono riportati le anomalie caratteristiche e l'elenco delle prestazioni disattivate a causa dei guasti.

Le sezioni successive indicano le precauzioni che devono essere prese durante la fase di progetto, esecuzione e gestione delle opere. Inoltre, vengono descritti gli interventi atti al ripristino delle prestazioni disattivate dall'insorgere dei guasti. [48]

01 – Distacchi della superficie di supporto dalla struttura portante

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Distacchi della superficie di supporto dalla struttura portante	Numero scheda	01
--------	--	---------------	-----------

Distacchi del sistema ETICS e della superficie di supporto dalla struttura portante.

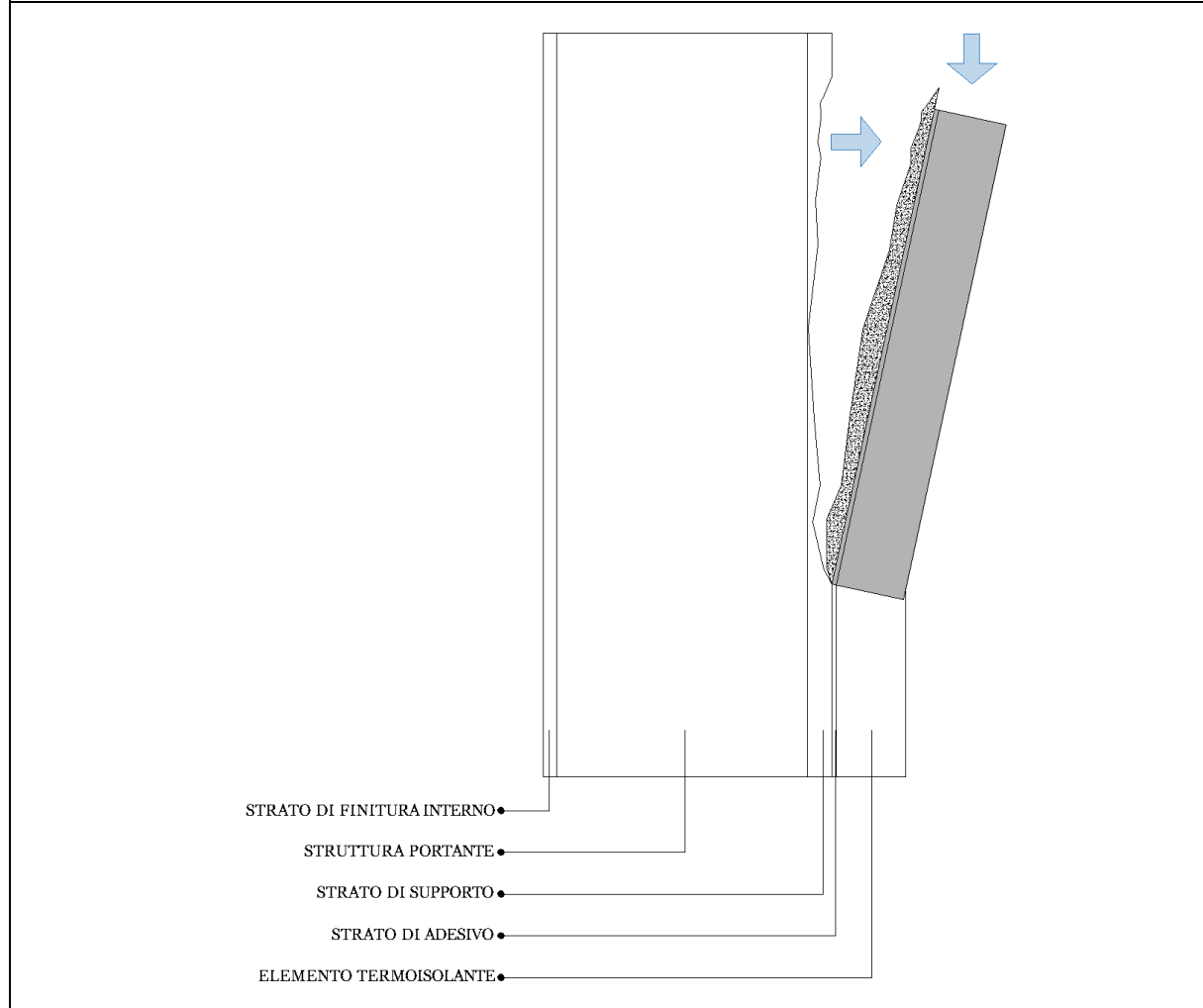
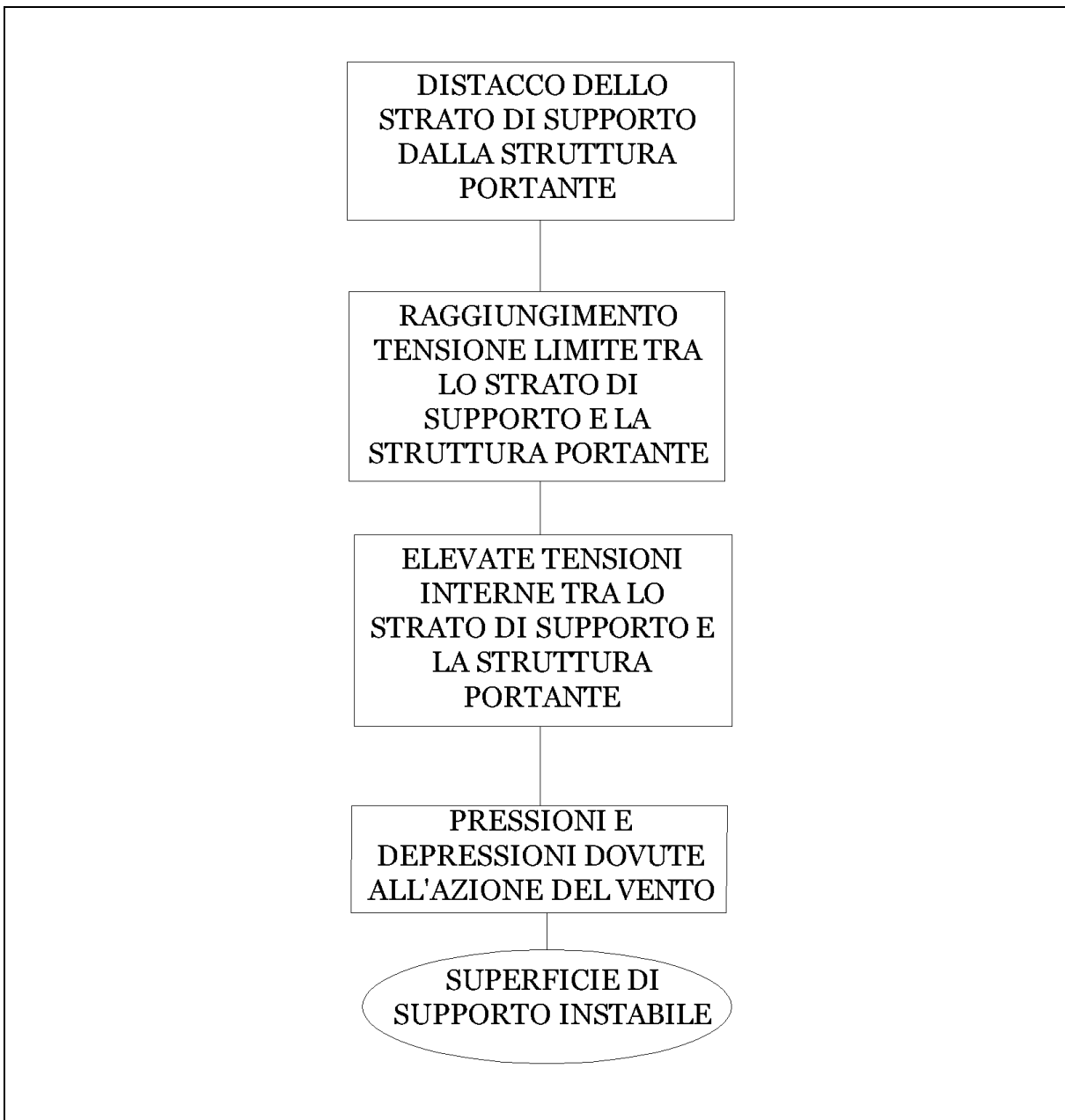


Immagine A1.
L'immagine A1 rappresenta schematicamente il distacco dello strato di supporto e del sistema ETICS dalla struttura portante della chiusura verticale.

B MECCANISMO DI GUASTO

Si verificano distacchi della superficie di supporto e del sistema ETICS dalla struttura portante a causa della mancata coesione, fra lo strato di supporto e la struttura portante, e a causa dei carichi prodotti dall'applicazione di un sistema di isolamento a cappotti.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Vento.

E DIFETTI

Distacco dello strato di supporto o di una parte di esso e dell'intero sistema ETICS.

F	RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO
Anomalie caratteristiche	
Completo distacco e caduta dello strato di supporto e dei successivi strati del sistema ETICS, che lasciano scoperta la struttura portante.	
Altre informazioni utili	
-	

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
Tenuta all'acqua, Controllo dei flussi di energia, Aspetto.	

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
Descrizione	
-	

Criticità	
Elevata.	

Monitoraggio	
-	

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
Prevenzione in fase di progetto	
-	
Prevenzione in fase di esecuzione	
Accurata ispezione, pulizia della superficie, rimozione strati di supporto compromesse, soprattutto nel caso di applicazione per la riqualificazione di edifici esistenti.	
Prevenzione in fase di gestione	
-	

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Ripristino localizzato.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Pulizia delle superfici e rimozione dell'intero sistema.	

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Rimozione sistema ETICS ove si è verificato il distacco, ripristino locale della superficie di supporto e posa di un nuovo sistema ETICS.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Rimozione superficie di supporto compromessa, ripristino superficie di supporto e realizzazione nuovo sistema ETICS.	

02 – Distacchi del sistema ETICS a causa della mancata adesione dello strato di adesivo alla superficie di supporto irregolare

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Distacchi del sistema ETICS a causa della mancata adesione dello strato di adesivo alla superficie di supporto irregolare	Numero scheda	02
--------	--	---------------	-----------

Distacco dello strato adesivo e dei pannelli termoisolanti a causa delle condizioni della superficie di supporto al momento della posa.



Immagine A1.



Immagine A2.

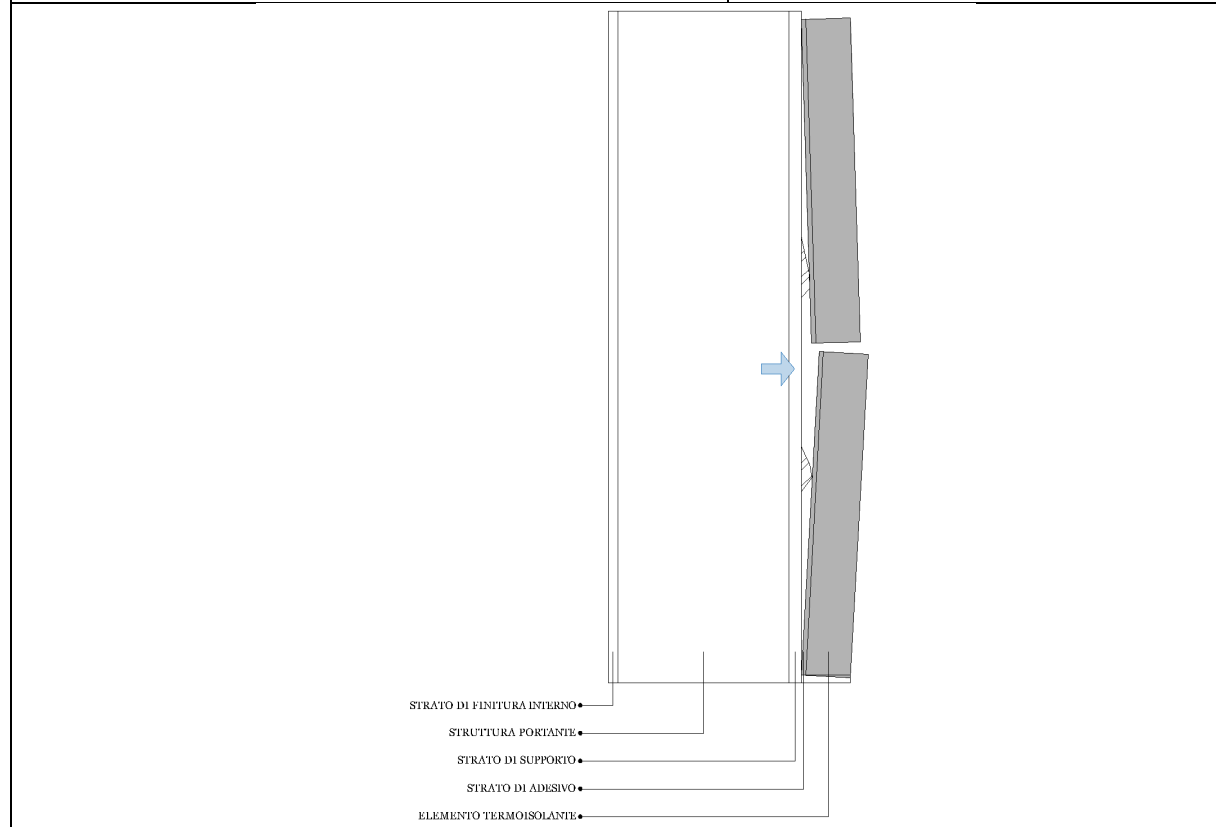


Immagine A3.

Nell'immagine A1 e A2 le superfici di supporto presentano residui di intonaco e creste che provocano una mancata adesione dello strato di adesivo.
L'immagine A3 riporta schematicamente il distacco di un pannello a causa della mancata adesione dell'adesivo dove la superficie presenta creste e asperità.

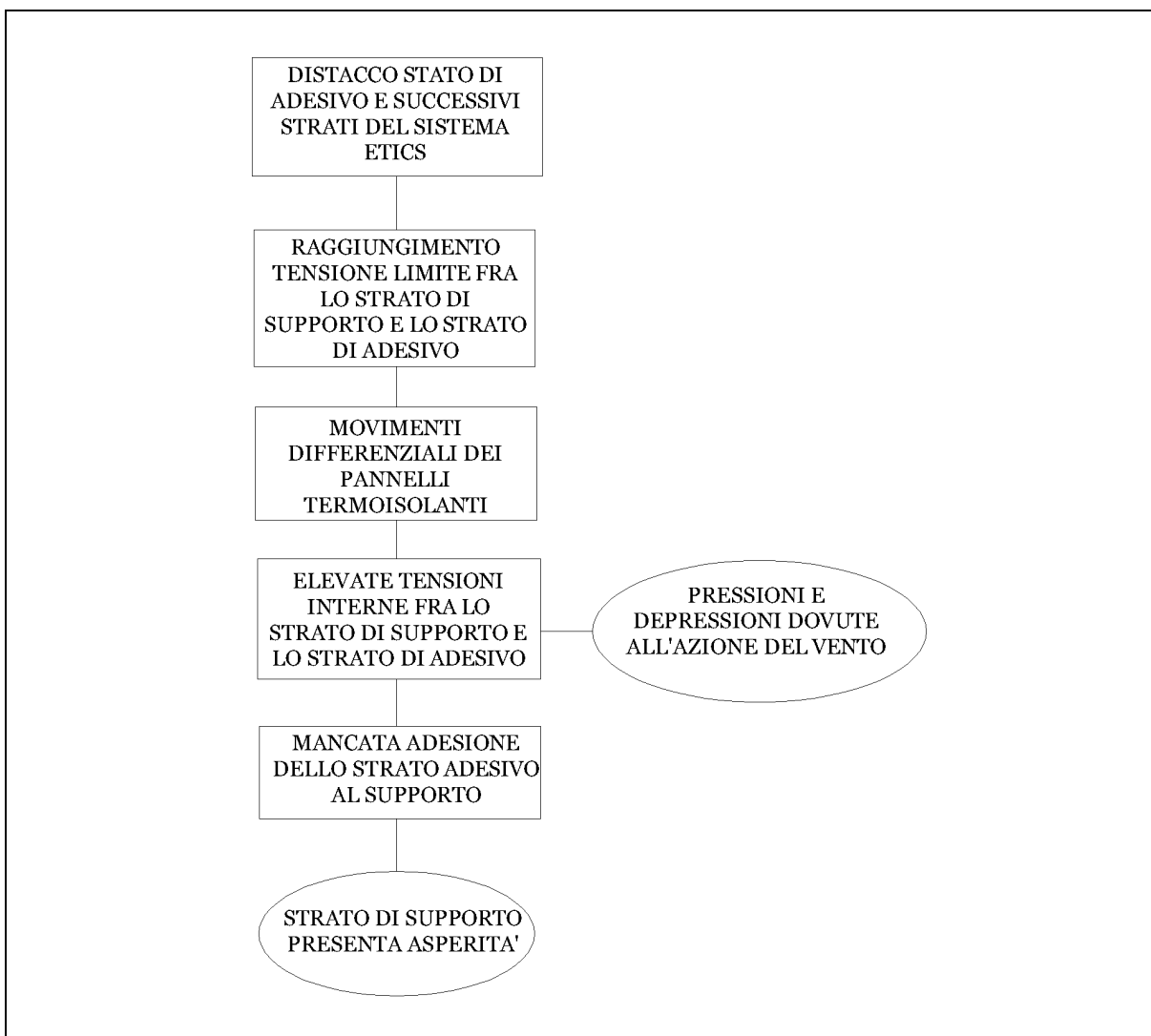
B MECCANISMO DI GUASTO

In seguito al raggiungimento di uno stato tensionale non sostenibile da parte dello strato di adesivo, i pannelli termoisolanti e gli strati successivi dei sistemi ETICS possono staccarsi dalla superficie di supporto e cadere.

Se sulla superficie di posa vi sono asperità, residui di intonaco o creste il materiale adesivo non potrà garantire una perfetta adesione provocando un distacco o una delocalizzazione del sistema.

In quanto la superficie di adesione è maggiormente ridotta e l'azione del vento può portare al superamento del limite di resistenza a trazione dell'interfaccia fra adesivo e supporto, specialmente in corrispondenza di spigoli, ove l'azione è maggiore.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D	AGENTI
----------	---------------

Acqua, Vento, Variazioni di temperatura.
--

E	DIFETTI
----------	----------------

La superficie di posa che presenta residui di intonaco, asperità di vario tipo e dimensione.
--

F	RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO
----------	---

Anomalie caratteristiche

Mancata planarità dei pannelli termoisolanti che compongono il sistema ETICS. Il completo distacco e caduta dello strato di adesivo e degli strati di più esterni, che lasciano scoperta la struttura portante.

Altre informazioni utili

-

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Tenuta all'acqua, Controllo dei flussi di energia, Stabilità, Aspetto.
--

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione

Disgregazione della superficie di posa dovuta all'esposizione agli agenti atmosferici.
--

Criticità

Elevata

Monitoraggio

-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
--

Previsione di una fase di ispezione accurata della superficie di posa del sistema ETICS, soprattutto nel caso di applicazione per la riqualificazione di edifici esistenti.

Prevenzione in fase di esecuzione
--

Accurata ispezione, pulizia della superficie e stuccatura di eventuali irregolarità presenti.

Prevenzione in fase di gestione
--

-

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Ripristino degli elementi dislocati.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Eliminazione di tutti i pannelli termoisolanti, dell'adesivo, della finitura e posa di un nuovo sistema ETICS.	

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Rimozione elementi dislocati e realizzazione nuovo sistema ETICS.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Pulizia accurata delle aree che presentano creste, ripristino e regolarizzazione della superficie di posa, ed infine realizzazione nuovo sistema ETICS.	

03 – Distacchi del sistema ETICS a causa della mancata adesione dello strato adesivo alla superficie di supporto friabile

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Distacchi del sistema ETICS a causa della mancata adesione dello strato adesivo alla superficie di supporto friabile	Numero scheda	03
--------	---	---------------	-----------

Distacco dello strato adesivo e dei successivi strati del sistema ETICS a causa della friabilità della superficie di supporto

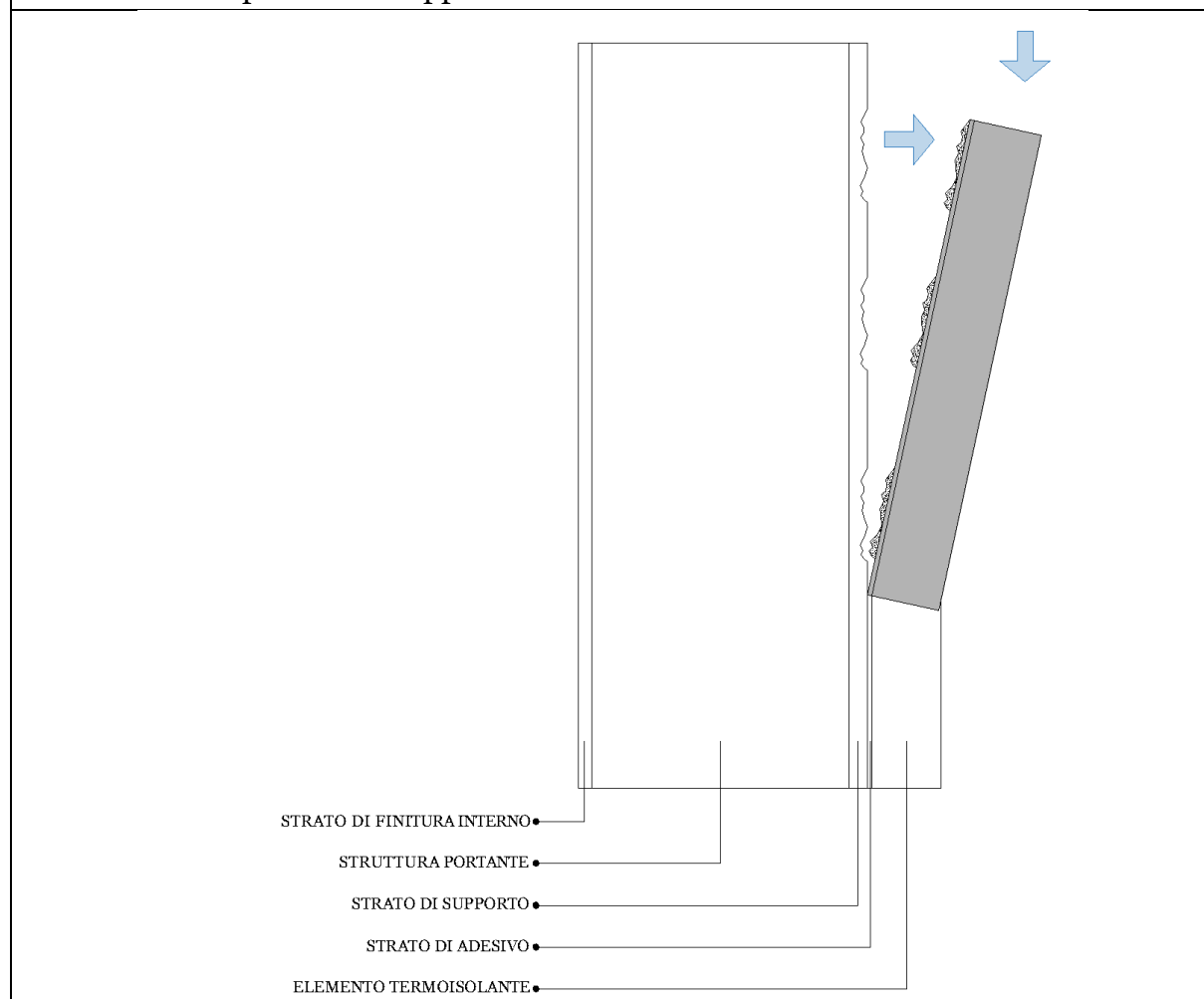


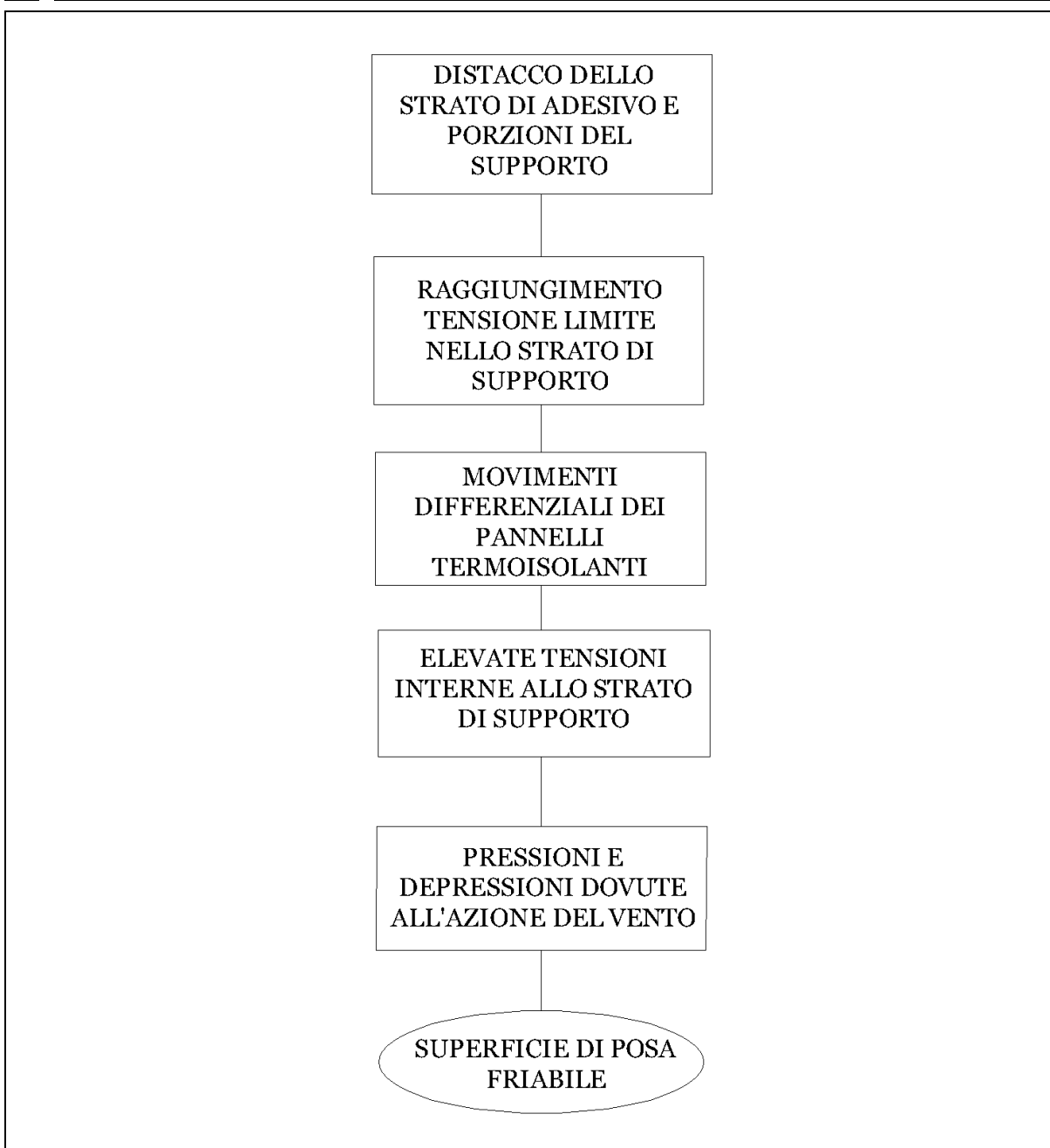
Immagine A1.

L'immagine A1 riporta schematicamente il distacco di un pannello incollato ad una superficie friabile, lo strato di adesivo subisce un distacco di tipo coesivo e “strappa” la parte friabile della superficie di supporto.

B **MECCANISMO DI GUASTO**

Una superficie di supporto farinosa e friabile provoca distacchi dello strato di adesivo e dei successivi strati del sistema ETICS. La mancata compattezza della superficie di posa favorisce la dislocazione dei sistemi ETICS a causa della adesione dello stato di adesivo al solo strato esterno della superficie di posa. Quando viene sottoposto alle condizioni di carico l'adesivo si stacca dalla superficie di posa a causa della mancata adesione fra gli strati che compongono la superficie di posa.

In quanto la superficie di adesione è maggiormente ridotta e l'azione del vento può portare al superamento del limite di resistenza a trazione dell'interfaccia fra adesivo e supporto, specialmente in corrispondenza di spigoli, ove l'azione è maggiore.

C **SCHEMA DEL MODO DI GUASTO**

D	AGENTI
----------	---------------

Vento.

E	DIFETTI
----------	----------------

La superficie di posa friabile porta al distacco dello strato adesivo che ancora il sistema ETICS.
--

F	RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO
----------	---

Anomalie caratteristiche

Mancata aderenza della superficie di supporto alla struttura portante. Completo distacco e caduta dello strato adesivo e di porzioni dello strato di supporto.
--

Altre informazioni utili

-

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Tenuta all'acqua, Controllo dei flussi di energia, Stabilità, Resistenza al vento, Aspetto, Durabilità.

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione

Disgregazione della superficie di posa dovuta al distacco dello strato di adesivo.
--

Criticità

Elevata

Monitoraggio

-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
--

Previsione una fase di ispezione accurata della superficie di posa del sistema ETICS, soprattutto nel caso di applicazione per la riqualificazione di edifici esistenti.
--

Prevenzione in fase di esecuzione
--

Accurata ispezione, pulizia della superficie, rimozione e ripristino strato di supporto friabile. Effettuare verifica di aderenza

Prevenzione in fase di gestione
--

-

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia

Pulizia delle superfici e rimozione delle sezioni compromesse.
--

Interventi sull'agente

-

Interventi sul difetto

Ripristino dell'intero sistema.

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia

Ripristino della superficie di supporto dove risulta danneggiata e realizzazione nuovo sistema ETICS.

Interventi sull'agente

-

Interventi sul difetto

Pulizia accurata delle aree che presentano strato di supporto friabile. Ripristino e regolarizzazione della superficie di posa. Realizzazione nuovo sistema ETICS.
--

04 – Distacchi del sistema ETICS a causa della mancata adesione dello strato di adesivo posato in condizioni errate

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Distacchi del sistema ETICS a causa della mancata adesione dello strato di adesivo posato in condizioni errate	Numero scheda	04
--------	---	---------------	-----------

Distacchi del intero sistema ETICS a causa della mancata adesione dello strato di adesivo posato in condizioni di umidità e temperatura inadatte alla formazione dei legami di adesione con lo strato di posa e dei pannelli termoisolanti.



Immagine A1.

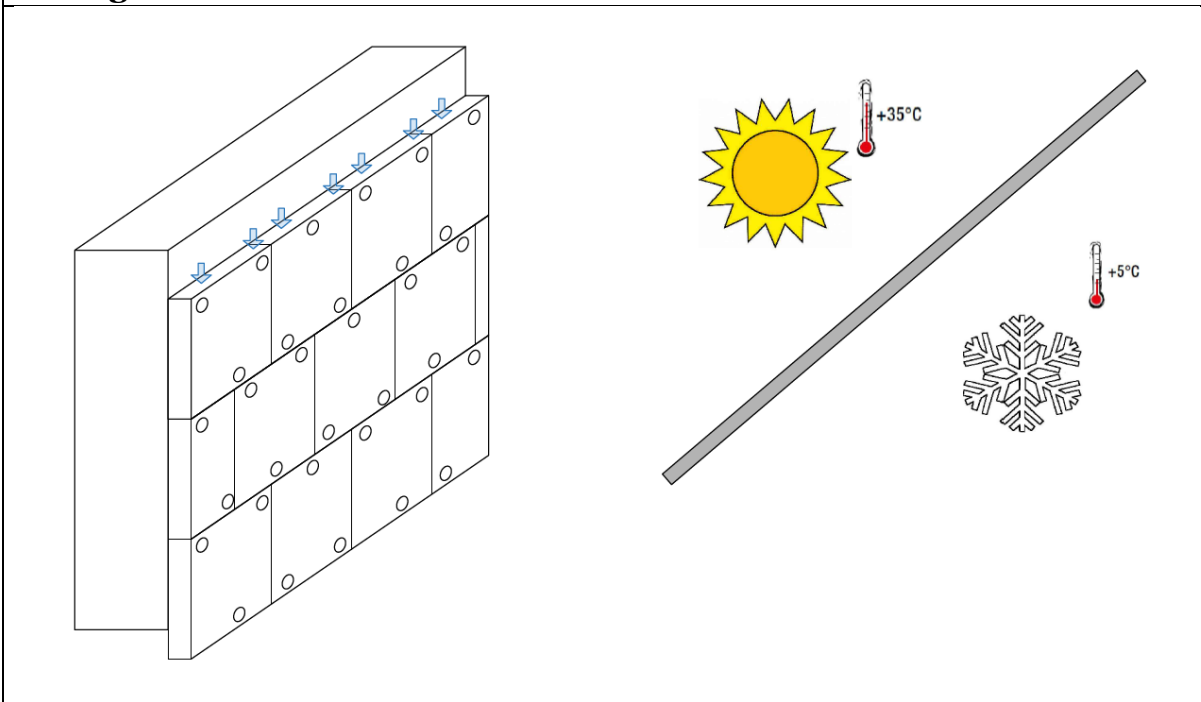


Immagine A2.

L'**immagine A1** riporta la superficie di supporto da cui si sono staccati i pannelli di isolante termico a causa dell'elevata umidità interna della superficie al momento della posa.

L'**immagine A2** riporta le condizioni climatiche per le quali non si otterrà una completa stagionatura dello strato di adesivo, tra lo strato di adesivo e quello di supporto non si sviluppano legami adesivi provocando la delocalizzazione e il distacco dei pannelli.

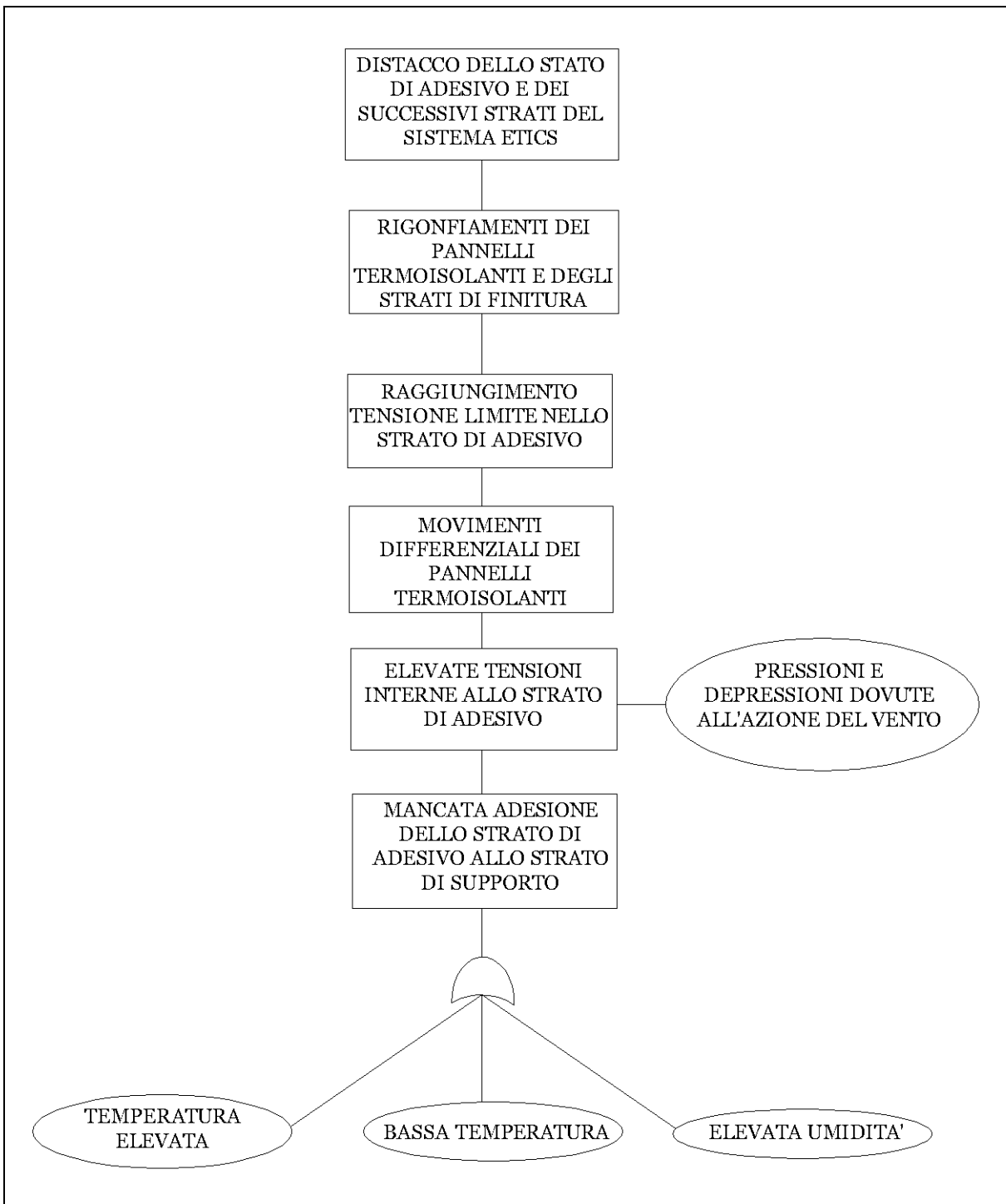
B MECCANISMO DI GUASTO

Quando il materiale utilizzato per lo strato di adesivo viene applicato su una superficie di posa umida o in ambiente umido non sviluppa le proprietà adesive adatte a sostenere il sistema ETICS.

In seguito al raggiungimento di uno stato tensionale non sostenibile da parte dello strato di adesivo, i pannelli termoisolanti e gli strati successivi dei sistemi ETICS possono staccarsi dalla superficie di supporto e cadere.

L'esposizione a elevate temperature e l'irraggiamento diretto del sole provocano tensioni fra gli strati del sistema ETICS che se non viene dimensionato correttamente portano alla rottura dei legami tra l'adesivo e la superficie di adesione. La temperatura durante la posa può provocare la mancata adesione dello strato di adesivo.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Acqua, Umidità, Variazioni di temperatura.

E	DIFETTI
----------	----------------

Distacco o delocalizzazione del sistema ETICS a causa della umidità presente nella superficie di posa o nell'ambiente al momento della posa, o a causa delle variazioni di temperatura.

F	RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO
----------	---

Anomalie caratteristiche

Dislocazioni, completo distacco e caduta dei pannelli termoisolanti e degli stati di finitura più esterni, che lasciano scoperta la struttura portante.

Altre informazioni utili

-

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Tenuta all'acqua, Controllo dei flussi di energia, Tenuta all'aria, Stabilità, Resistenza al vento, Permeabilità all'aria, Aspetto, Durabilità.

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione

-

Criticità

Media

Monitoraggio

-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
--

Previsione una fase di ispezione accurata della superficie di posa del sistema ETICS, soprattutto nel caso di applicazione per la riqualificazione di edifici esistenti.
--

Prevenzione in fase di esecuzione
--

Accurata ispezione delle superficie di posa e valutazione delle condizioni atmosferiche al momento della posa.
--

Prevenzione in fase di gestione
--

Controllo funzionamento durante la vita utile.
--

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia

Ripristino dell'intero sistema.

Interventi sull'agente

-

Interventi sul difetto

Pulizia delle superfici e rimozione delle sezioni compromesse.
--

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Progettazione e realizzazione di un sistema ETICS adatto a garantire le prestazioni richieste alle chiusure verticali dell'edificio	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Rimozione umidità e applicazione nuovo sistema solo in condizioni di temperatura e umidità adatte.	

05 – Distacchi del sistema ETICS a causa della presenza di depositi di polvere, di grasso, di sostanze oleose e di materiali biologici

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Distacchi del sistema ETICS a causa della presenza di depositi di polvere, di grasso, di sostanze oleose e di materiali biologici	Numero scheda	05
--------	--	---------------	-----------

Distacchi del sistema ETICS a causa della mancata adesione dello strato di adesivo alla superficie di supporto che presenta depositi di polvere, di grasso o di sostanze oleose e di sostanze di origine biologica.

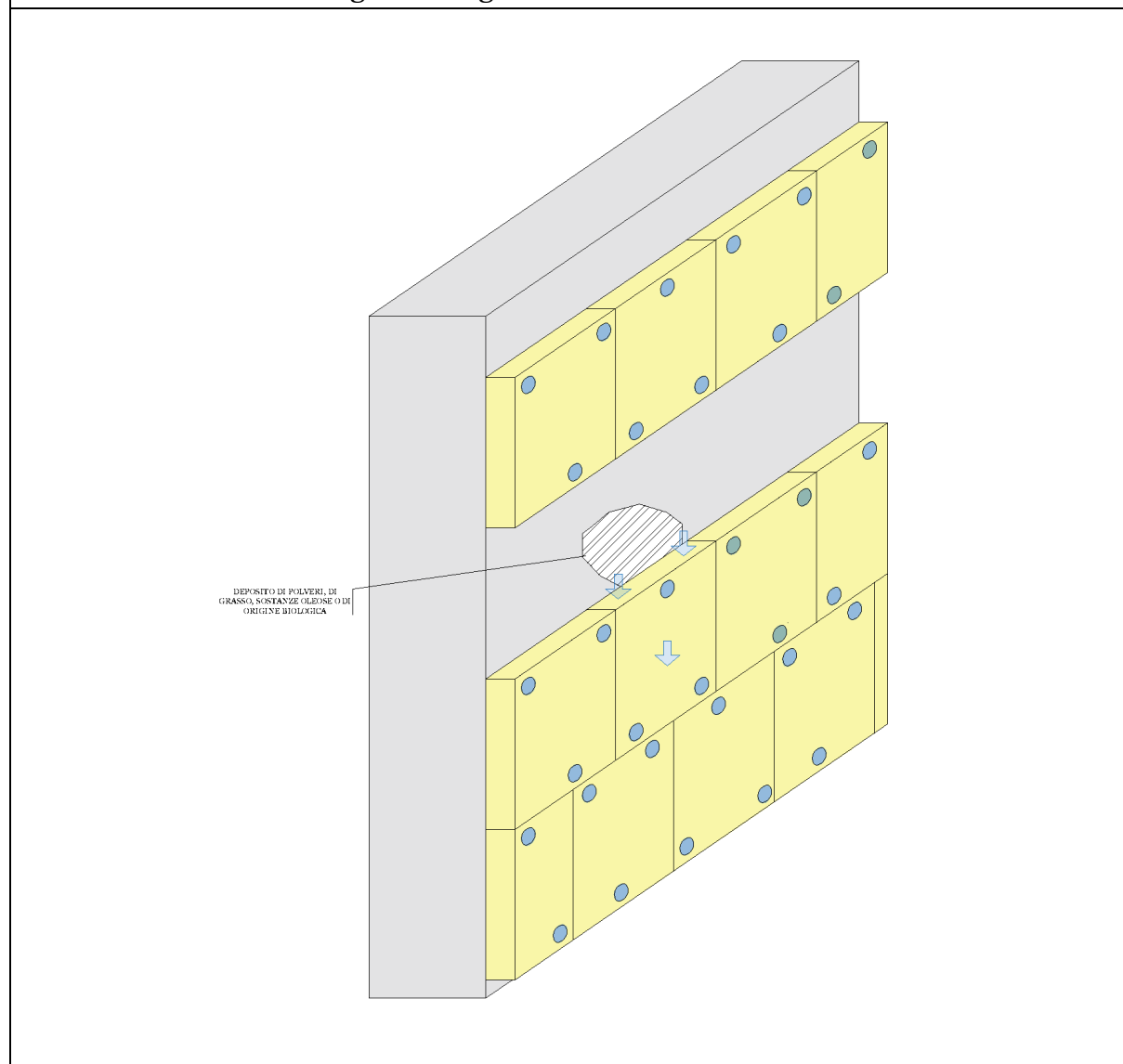
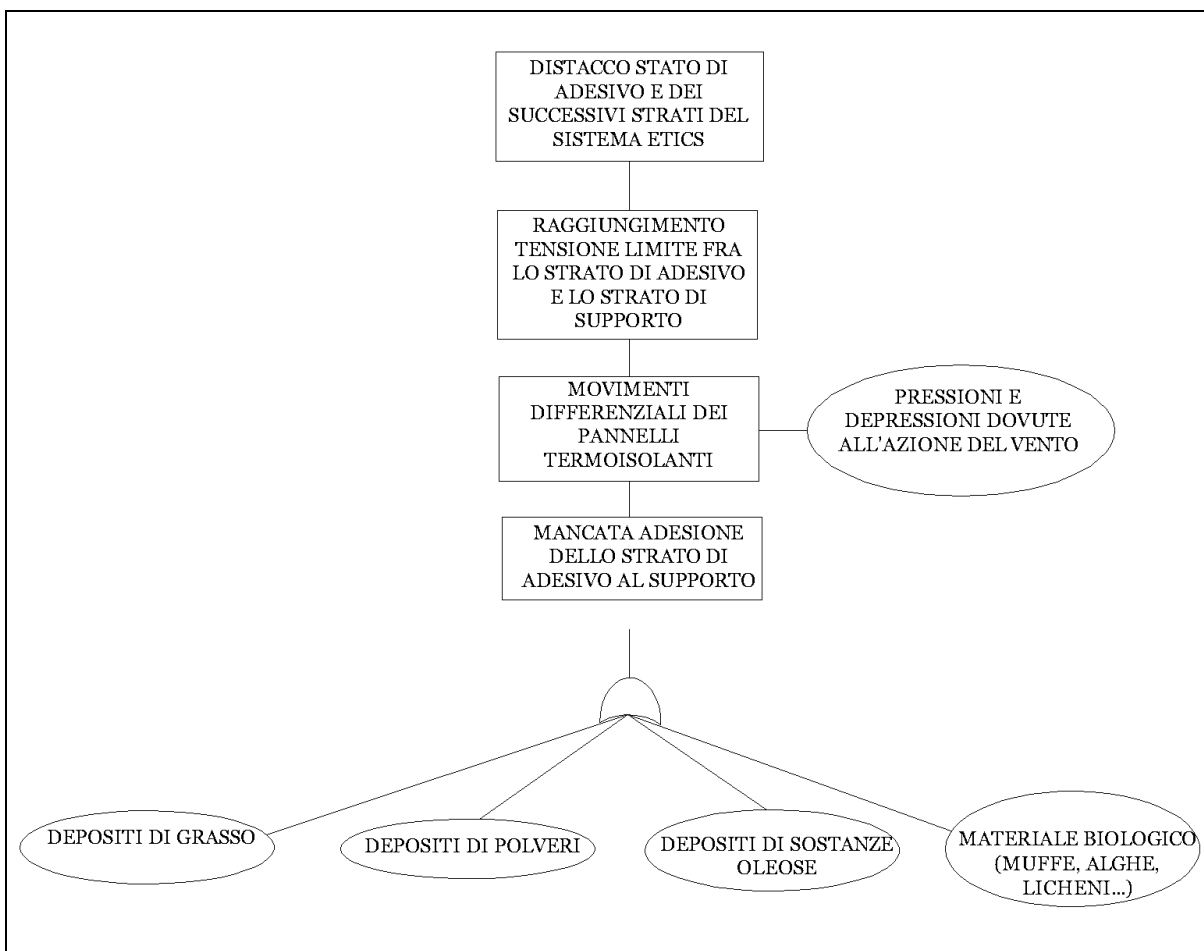


Immagine A1.
 Nell'immagine A1 le superfici di supporto presentano depositi di sostanze biologiche, oleose o di polvere e grasso che provocano una mancata adesione dello strato di adesivo.

B MECCANISMO DI GUASTO

La presenza depositi di polvere, di grasso e di sostanze oleose sulla superficie di posa del sistema ETICS provoca la mancata adesione dello strato di adesivo alla superficie di supporto, causando la dislocazione e il distacco dell'intero sistema.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Variazioni di temperatura, Vento.

E DIFETTI

La superficie di posa che presenta depositi di polveri, di grasso, sostanze oleose o di sostanze biologiche provocano la mancata adesione dello strato di adesivo alla superficie di supporto, causando il distacco dell'intero sistema.

La crescita di infestazioni biologiche al di sotto dello strato di isolante termico può aggravarsi in presenza di umidità.

F	RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO
Anomalie caratteristiche	
Completo distacco e caduta dei pannelli termoisolanti e degli stati di finitura più esterni, che lasciano scoperto lo strato di supporto.	
Altre informazioni utili	
-	

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
Tenuta all'acqua, Controllo dei flussi di energia, Aspetto, Durabilità.	

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
Descrizione	
-	

Criticità	
Elevata	

Monitoraggio	
-	

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
Prevenzione in fase di progetto	
-	
Prevenzione in fase di esecuzione	
Accurata ispezione, pulizia della superficie, rimozione dei depositi.	
Prevenzione in fase di gestione	
-	

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Pulizia delle superfici e rimozione delle sezioni compromesse.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Rimozione e ripristino dell'intero sistema.	

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Pulizia accurata delle aree che presentano depositi di polveri, di materiali oleosi o di grasso. Regolarizzazione della superficie di supporto e ripristino locale del sistema.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Ripristino superficie di supporto e realizzazione di un nuovo sistema ETICS.	

06 – Rottura del supporto a causa d'infissione dei tasselli tramite strumenti a percussione e conseguente distacco del sistema ETICS

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Rottura del supporto a causa d'infissione dei tasselli tramite strumenti a percussione e conseguente distacco del sistema ETICS	Numero scheda	06
--------	--	---------------	-----------

La rottura del supporto a causa dell'infissione tramite strumenti a percussione dei tasselli, utilizzati per il fissaggio meccanico del sistema ETICS, porta al conseguente distacco del sistema a causa dell'incapacità del supporto deteriorato di fornire le caratteristiche di compattezza adatte all'infissione dei tasselli.

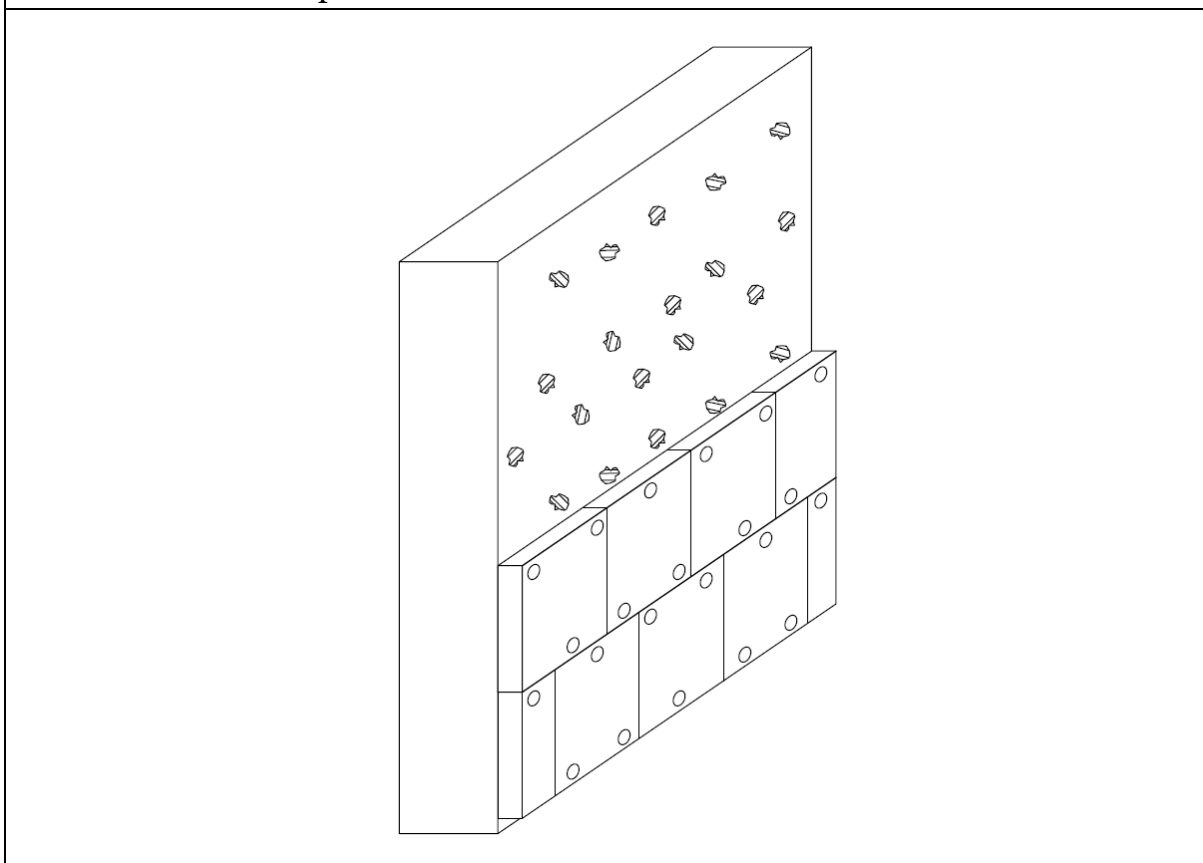


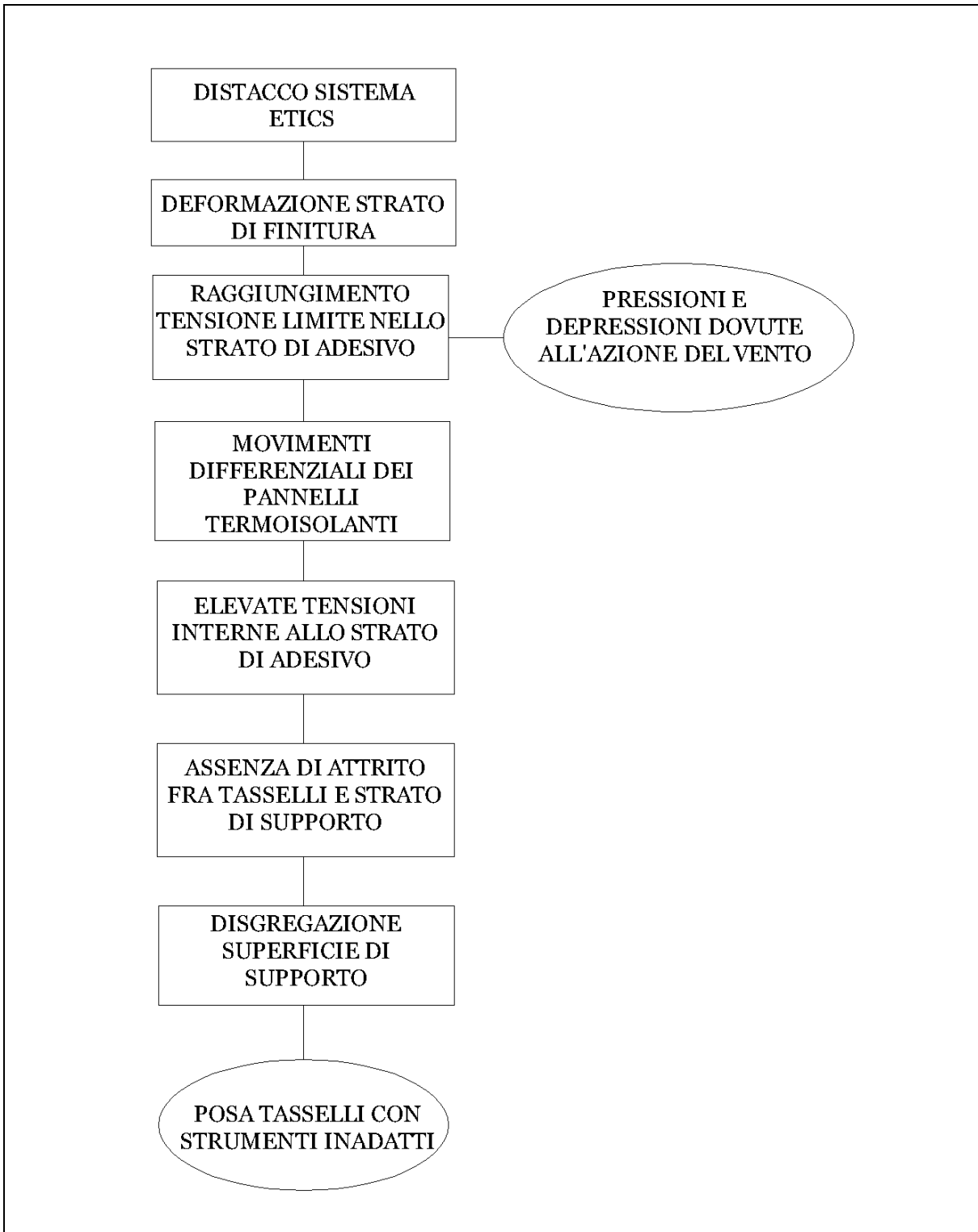
Immagine A1.

L'immagine A1 rappresenta schematicamente la superficie di posa deteriorata a causa della infissione dei tasselli con strumenti inadatti, come trapani a percussione dove la superficie di supporto è fragile.

B MECCANISMO DI GUASTO

L'inserimento tramite strumenti a percussione dei tasselli può condurre a una rottura dello strato di supporto. Se ciò avviene i tasselli non possono garantire l'aderenza del sistema poiché non fanno presa e rimangono instabili, a causa della mancata coesione dello strato di supporto.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Vento, Variazioni di temperatura.

E DIFETTI

Errata posa tasselli per il fissaggio meccanico.

F	RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO
----------	---

Anomalie caratteristiche

Distacchi e rigonfiamenti del sistema ETICS.
--

--

Altre informazioni utili

-

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Controllo dei flussi di energia, Aspetto, Durabilità.

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione

Completo distacco dell'intero sistema.
--

Criticità

Media

Monitoraggio

-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
--

-

Prevenzione in fase di esecuzione
--

Verifica tramite prova a estrazione dei tasselli.

Prevenzione in fase di gestione
--

-

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia

Ripristino aree dove si presenta l'anomalia.
--

Interventi sull'agente

-

Interventi sul difetto

Ripristino intero sistema.

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Realizzazione di un nuovo sistema di isolamento ove questo si sia distaccato e ripristino della superficie di supporto dove deteriorata.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Rimozione sistema ETICS, ripristino superficie di supporto e realizzazione nuovo sistema ETICS.	

07 – Distacchi del sistema ETICS a causa dell'incompatibilità fra i materiali dello strato di adesivo e i pannelli termoisolanti

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Distacchi del sistema ETICS a causa dell'incompatibilità fra i materiali dello strato di adesivo e i pannelli termoisolanti	Numero scheda	07
--------	--	---------------	-----------

Distacchi e scivolamenti dei pannelli termoisolanti e dei successivi strati del sistema ETICS a causa dell'incompatibilità con lo strato di adesivo.



Immagine A1.

Immagine A2.

Nell'**immagine A1** riporta la scelta errata di XPS in facciata, la cui superficie liscia "con pelle" non ha garantito l'adesione con l'adesivo.

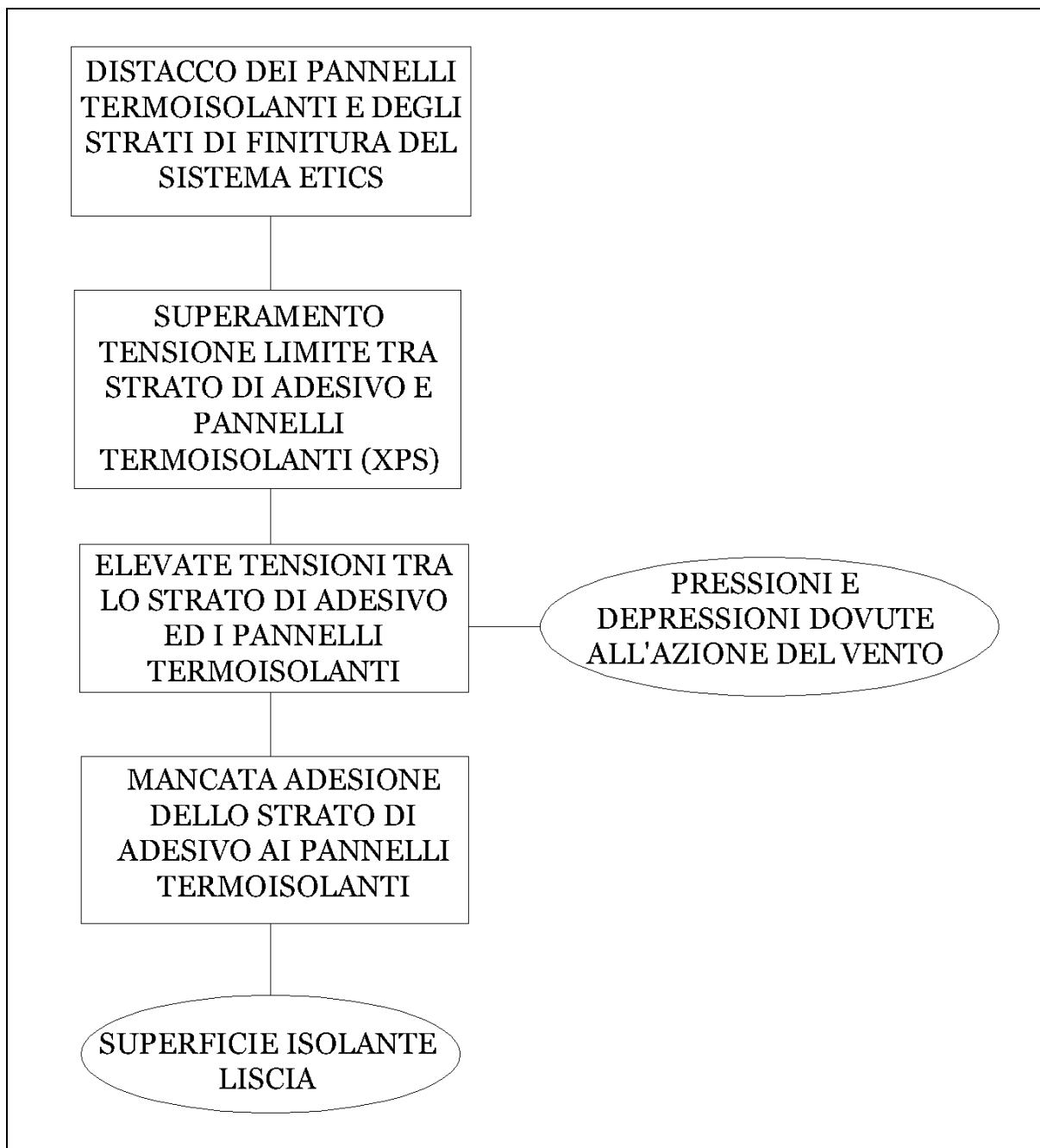
L'**immagine A2** riporta il completo distacco dello strato di isolante termico dallo strato di adesivo a causa della mancata adesione fra l'adesivo e i pannelli in XPS.

B MECCANISMO DI GUASTO

A causa della mancata adesione dello strato di adesivo alla superficie dei pannelli di isolante termico, l'intero sistema ETICS a partire dai pannelli scivola e/o si distacca dalla superficie di supporto. La superficie dei pannelli termoisolanti staccati risulta troppo liscia per permettere la formazione di legami di adesione stabili con lo strato di adesivo, ad esempio con pannelli in XPS.

Le condizioni si aggravano quando il sistema è sottoposto ad agenti esterni come il vento e le variazioni di temperatura, che aggravano le condizioni di carico del sistema.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Vento, Variazioni di temperatura.

E DIFETTI

Distacco dei pannelli termoisolanti e dei successivi strati di un sistema ETICS a causa dell'incompatibilità fra i materiali che costituiscono lo strato adesivo e quello di isolante termico.

F	RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO
----------	---

Anomalie caratteristiche
Dislocazioni, rispetto allo strato adesivo, dei pannelli termoisolanti che compongono il sistema ETICS. Il completo distacco e caduta dei pannelli termoisolanti e degli stati di finitura più esterni, che lasciano scoperta la struttura portante.
Altre informazioni utili
-

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Tenuta all'acqua, Controllo dei flussi di energia, Tenuta all'aria, Stabilità, Resistenza al vento, Permeabilità all'aria, Aspetto, Durabilità.

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione
Disgregazione della superficie esposta agli agenti atmosferici.

Criticità
Elevata

Monitoraggio
-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
Scelta materiali compatibili.
Prevenzione in fase di esecuzione
-
Prevenzione in fase di gestione
-

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia
Ripristino delle aree interessate da distacchi.
Interventi sull'agente
-
Interventi sul difetto
Ripristino intero sistema con materiali.

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Rimozione sistema compromesso e realizzazione nuovo sistema ETICS.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Rimozione intero sistema e realizzazione nuovo sistema realizzato con materiali compatibili.	

08 – Distacchi e dislocazioni dei pannelli causati dal degrado della superficie dei pannelli termoisolanti

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Distacchi e dislocazioni dei pannelli causati dal degrado della superficie dei pannelli termoisolanti	Numero scheda	08
--------	--	---------------	-----------

Distacchi e dislocazioni causate dal degrado della superficie a contatto con l'adesivo dei pannelli termoisolanti, a causa della mancanza di protezione dalla radiazione solare durante il periodo di stoccaggio in cantiere.



Immagine A1.

L'immagine A1 raffigura un pallet di termoisolante esposto alla radiazione solare, che comprometterà la superficie dei pannelli esposti al sole.

B MECCANISMO DI GUASTO

L'errato stoccaggio dei materiali utilizzati per la realizzazione di sistemi ETICS, ne compromette le proprietà e la qualità.

Se i pallet dei pannelli termoisolanti sono stoccati in un'area non protetta dall'irraggiamento solare, la superficie dei pannelli esposti si deteriorerà. La superficie deteriorata dei pannelli non aderirà alla superficie dell'adesivo, causando il distacco del sistema ETICS. Si tratta di un fenomeno localizzato in corrispondenza dei pannelli che hanno ricevuto la radiazione solare diretta nel periodo di stoccaggio sui pallet, questi pannelli subiranno il distacco dallo strato adesivo a causa della mancata adesione della superficie deteriorata.

Agenti atmosferici, come la radiazione solare, possono alterare il comportamento dei materiali per questo i produttori allegano una serie di prescrizioni specifiche per lo stoccaggio di ogni materiale.

In cantiere devono essere previste zone di stoccaggio protette, dalle intemperie o dal contatto diretto del sole, inoltre devono essere predisposte protezioni per evitare urti.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Radiazione solare

E DIFETTI

Errato stoccaggio pannelli termoisolanti.

F RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO

Anomalie caratteristiche

Distacchi localizzati dei pannelli termoisolanti.

Altre informazioni utili

Comparsa modi di guasto in breve tempo dopo l'applicazione.

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Aspetto, Durabilità, Controllo dei flussi termici.
--

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione

Distacco degli strati di finitura esterni ed esposizione dei pannelli agli agenti atmosferici, Lacune, Fessure, Espulsione materiale.

Criticità

Bassa – Localmente elevata

Monitoraggio

-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
--

-

Prevenzione in fase di esecuzione
--

Verifica e controllo dei materiali stoccati e dell'area di stoccaggio.
--

Prevenzione in fase di gestione
--

-

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia

Realizzazione rappezzi locali.

Interventi sull'agente

-

Interventi sul difetto

Rimozione e sostituzione del sistema ETICS dove si presenta il difetto.

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia

Realizzazione rappezzi locali ove si presentano le anomalie.
--

Interventi sull'agente

Interventi sul difetto

Rimozione sistema esistente e rifacimento del sistema ETICS dove si presenta il difetto.
--

09 –Distacco pannelli termoisolanti e strati di finitura a causa della mancanza dei tasselli per il fissaggio meccanico

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Distacco pannelli termoisolanti e strati di finitura a causa della mancanza dei tasselli per il fissaggio meccanico	Numero scheda	09
--------	--	---------------	-----------

Distacco pannelli termoisolanti e strati di finitura a causa del superamento del limite di adesione dello strato adesivo e della mancanza dei tasselli per il fissaggio meccanico.



Immagine A1.

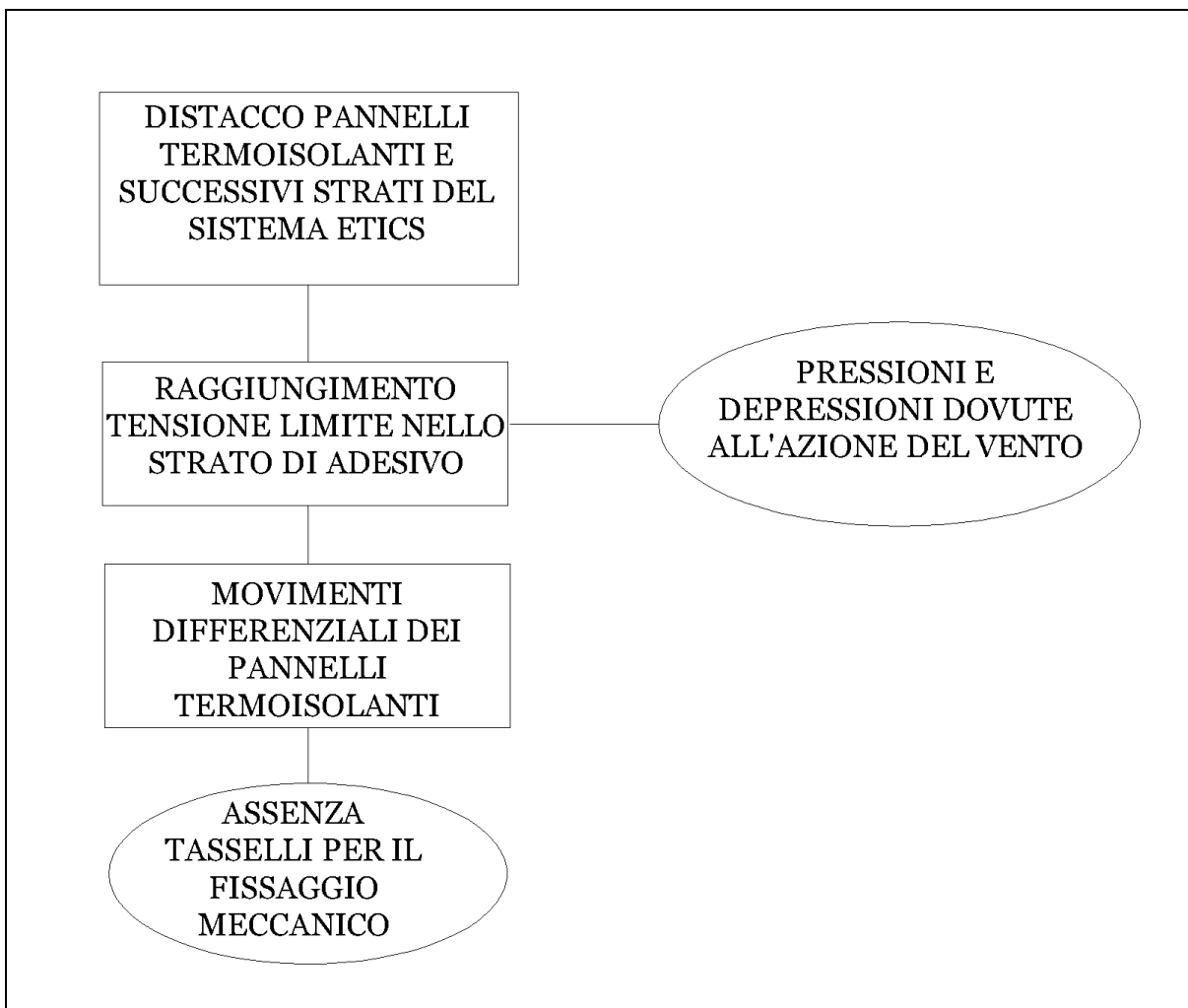
L'immagine A1 riporta il distacco di un sistema ETICS causati dall'assenza dei tasselli per il fissaggio meccanico ed un'errata disposizione dello stato di collante.

B MECCANISMO DI GUASTO

A causa della mancanza dei tasselli per il fissaggio meccanico i sistemi ETICS, superato il limite di adesione dello strato di adesivo, subiranno un distacco dalla superficie di supporto. Se lo strato adesivo non è posato correttamente si aggraverà il distacco coinvolgendo porzioni più ampie del sistema ETICS.

La situazione può aggravarsi se agenti esterni, come vento e temperatura elevata, sollecitano il sistema, portandolo a superare le tensioni limite ammissibili dallo strato adesivo.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Vento.

E DIFETTI

Mancanza tasselli per il fissaggio meccanico.

F RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO

Anomalie caratteristiche

Distacco pannelli termoisolanti e strati di finitura.

Altre informazioni utili

-

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Controllo dei flussi di energia, Stabilità, Aspetto, Durabilità.
--

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione
-

Criticità
Elevata.

Monitoraggio
-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
-

Prevenzione in fase di esecuzione
Realizzazione tassellatura seguendo schema di posa indicato da progettista.

Prevenzione in fase di gestione
-

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia
Rimozione aree danneggiate e realizzazione nuovo sistema ETICS con tasselli per il fissaggio meccanico.

Interventi sull'agente
-

Interventi sul difetto
Rimozione e sostituzione aree che presentano il difetto e inserimento tasselli per il fissaggio meccanico su tutto il sistema ETICS.

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia
Pulizia superficie danneggiata e realizzazione rappezzi locali del sistema ETICS ove si presenta il difetto, ed inserimento tasselli per il fissaggio meccanico

Interventi sull'agente
-

Interventi sul difetto
Rimozione e realizzazione nuovo sistema ETICS ove si presenta il difetto e inserimento di tasselli per il fissaggio meccanico su tutta la superficie del sistema ETICS.

10 –Distacco pannelli termoisolanti e strati di finitura a causa della lunghezza d’ancoraggio insufficiente dei tasselli per il fissaggio meccanico

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Distacco pannelli termoisolanti e strati di finitura a causa della lunghezza di ancoraggio insufficiente dei tasselli per il fissaggio meccanico	Numero scheda	10
--------	---	---------------	-----------

Distacco pannelli termoisolanti e strati di finitura a causa del superamento del limite di adesione dello strato adesivo e della lunghezza di ancoraggio insufficiente dei tasselli per il fissaggio meccanico.

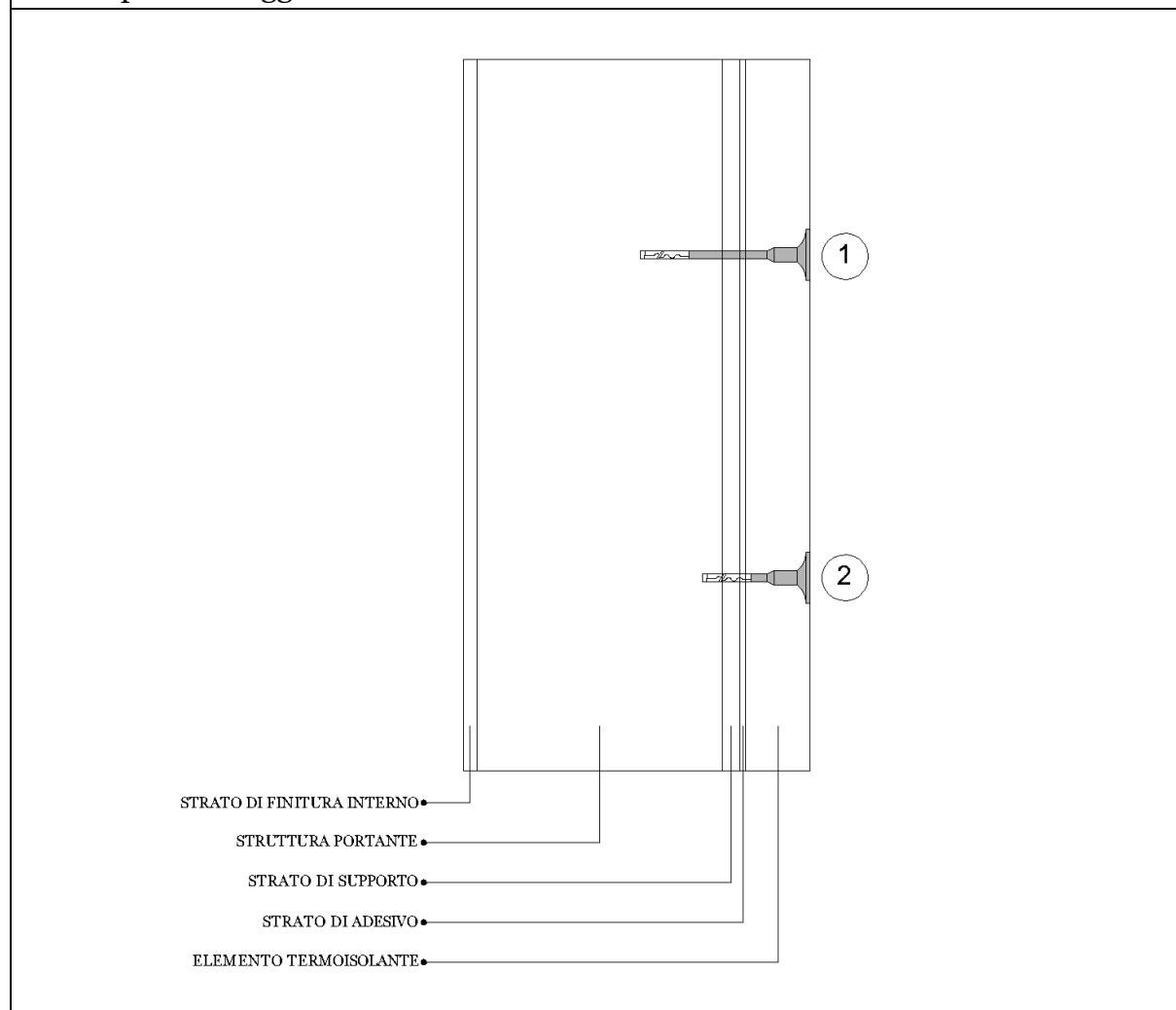


Immagine A1.

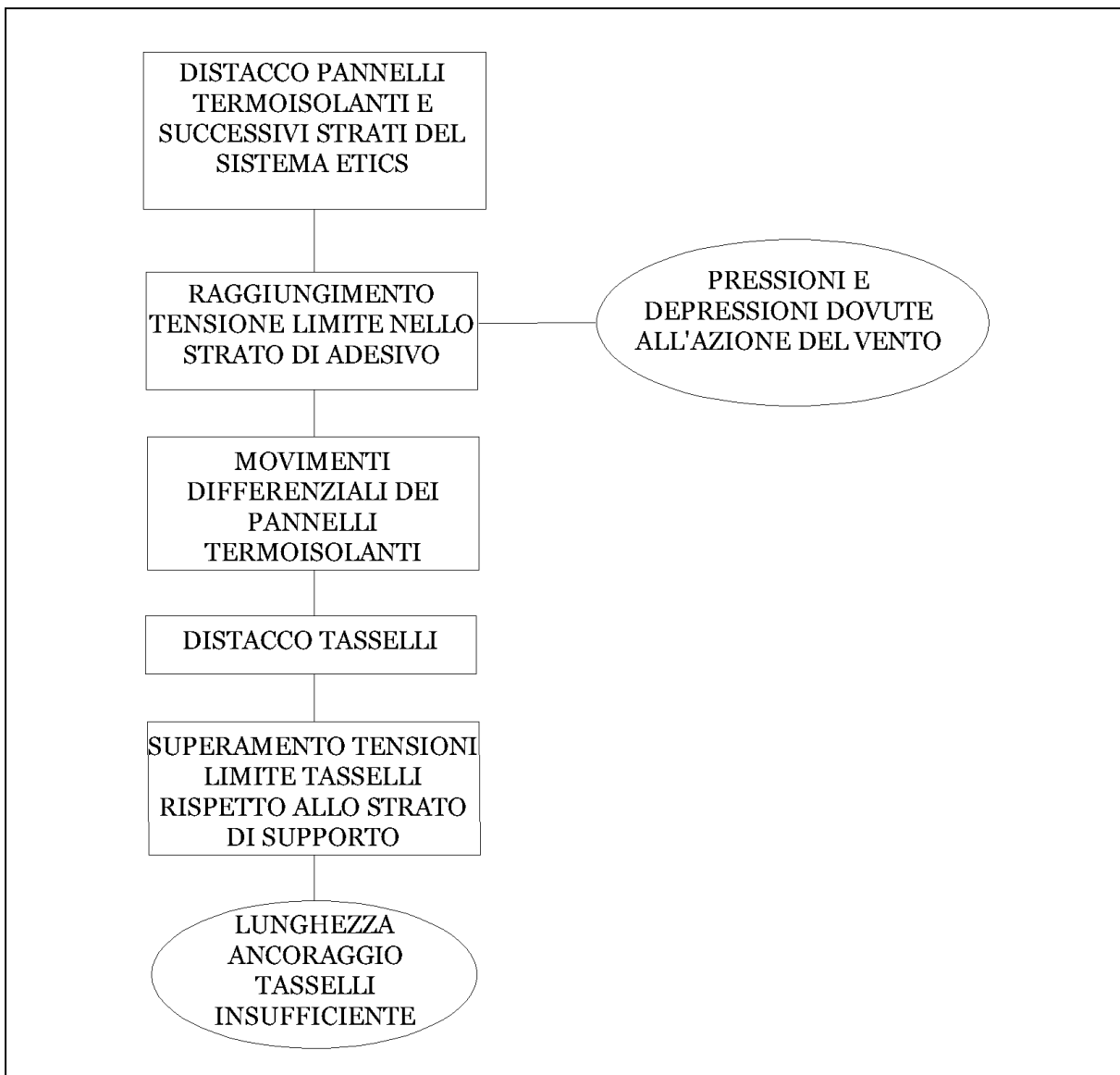
L’immagine A1 raffigura schematicamente i pannelli termoisolanti applicati alla superficie di supporto. Con il numero 1 è indicato un tassello con adeguata lunghezza d’ancoraggio, mentre con il numero 2 è indicato un tassello con lunghezza d’ancoraggio insufficiente per ancorare meccanicamente i pannelli termoisolanti.

B MECCANISMO DI GUASTO

Se i tasselli per il fissaggio meccanico non hanno una lunghezza d'ancoraggio sufficiente a garantire l'adesione del sistema alla superficie di supporto, quando viene superato il limite di adesione dello strato di adesivo il sistema ETICS subirà un distacco generalizzato.

La situazione può aggravarsi se agenti esterni, come vento e temperatura elevata, sollecitano il sistema, portandolo a superare le tensioni limite ammissibili dallo strato adesivo.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Vento.

E	DIFETTI
----------	----------------

Lunghezza di ancoraggio insufficiente dei tasselli per il fissaggio meccanico.
--

F	RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO
----------	---

Anomalie caratteristiche

Distacco pannelli termoisolanti e strati di finitura.

--

Altre informazioni utili

-

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Controllo dei flussi di energia, Stabilità, Aspetto, Durabilità.
--

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione

-

Criticità

Elevata.

Monitoraggio

-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
--

-

Prevenzione in fase di esecuzione
--

Realizzazione tassellatura seguendo schema di posa indicato dal progettista.
--

Prevenzione in fase di gestione
--

-

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia

Rimozione aree danneggiate e realizzazione nuovo sistema ETICS con tasselli per il fissaggio meccanico.

Interventi sull'agente

-

Interventi sul difetto

Rimozione e sostituzione intero sistema ETICS.
--

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Pulizia superficie danneggiata e realizzazione rappezzi locali del sistema ETICS ove si presenta il difetto, ed inserimento tasselli per il fissaggio meccanico	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Rimozione e realizzazione nuovo sistema ETICS su tutta la superficie, con inserimento di tasselli per il fissaggio meccanico.	

11a - Distacco del sistema ETICS a causa dell'errata densità della tassellatura

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Distacco del sistema ETICS a causa dell'errata densità della tassellatura	Numero scheda	11a
--------	--	---------------	------------

I sistemi ETICS possono incorrere in un distacco parziale o totale a causa dell'errata progettazione della tassellatura in combinazione con l'azione degli agenti esterni (vento) che aggravano le condizioni di carico.



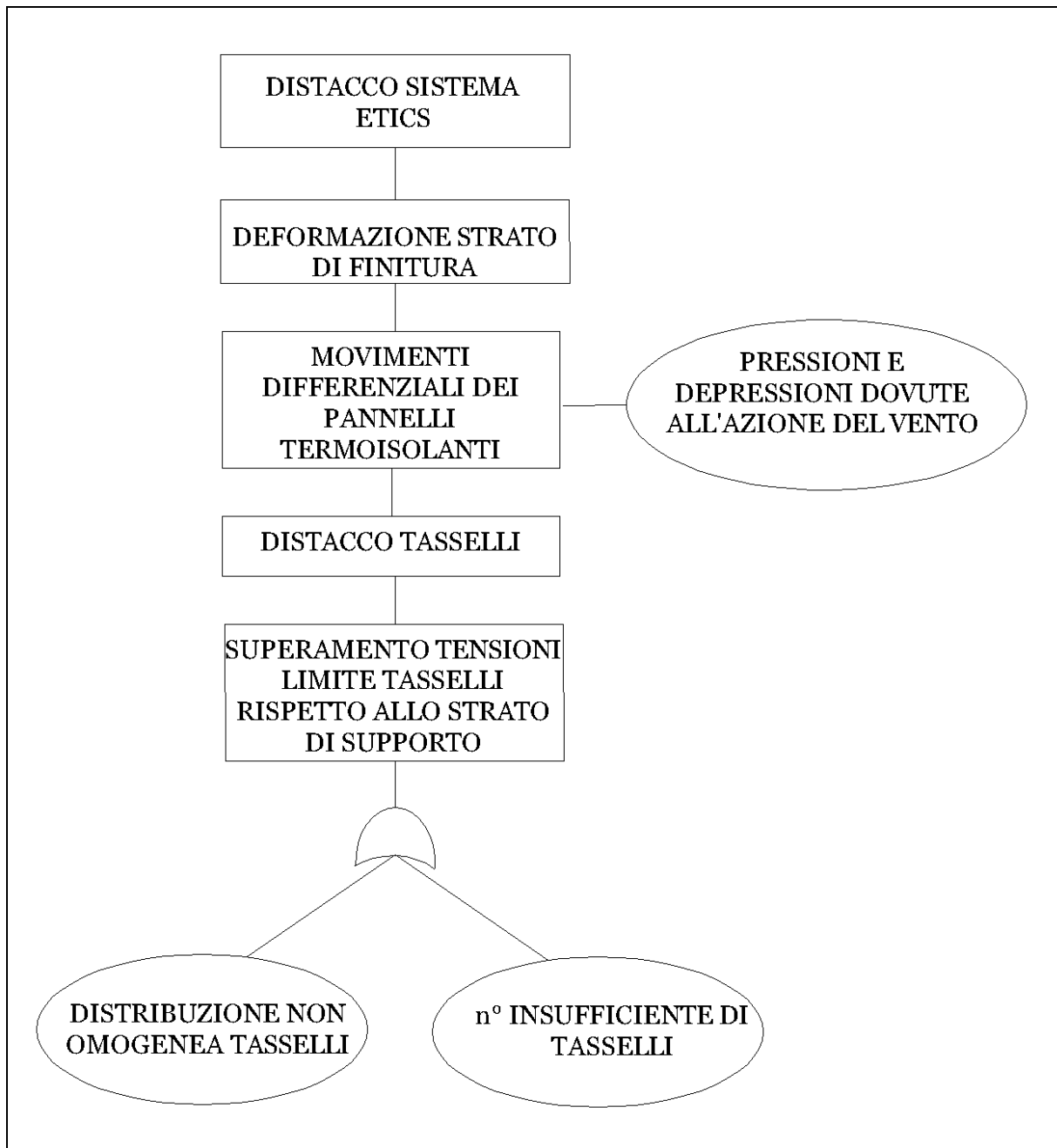
Immagine A1.

L'area contenuta all'interno del rettangolo rosso dell'**immagine A1**, riporta il distacco del sistema ETICS a causa di un'insufficiente densità dei tasselli per il fissaggio meccanico.

B MECCANISMO DI GUASTO

Il sottodimensionamento del numero di tasselli utilizzati per il fissaggio meccanico e/o l'errato schema di posa provoca, combinato con l'azione del vento, quando viene superata la resistenza dello strato di adesivo prima l'imbozzamento e poi il distacco del sistema. Se i tasselli inseriti non dispongono di un'adeguata lunghezza di ancoraggio non viene fornito alcun contributo di resistenza allo strato di adesivo che raggiunto il suo limite di resistenza.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Vento.

E DIFETTI

Errato schema di posa dei tasselli, sottodimensionamento dei tasselli e/o insufficiente lunghezza di ancoraggio.

F	RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO
----------	---

Anomalie caratteristiche

Distacchi imbozzamenti del sistema ETICS.

--

Altre informazioni utili

-

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Controllo dei flussi di energia, Tenuta all'aria, Stabilità, Permeabilità all'aria, Aspetto, Durabilità.
--

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione

Completo distacco del sistema.

Criticità

Elevata

Monitoraggio

-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
--

Scelta di tasselli idonei e di un adeguato schema di posa.
--

Prevenzione in fase di esecuzione
--

Verifica effettiva lunghezza di ancoraggio.

Prevenzione in fase di gestione
--

-

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia

Ripristino zone dove si presenta l'anomalia.
--

Interventi sull'agente

-

Interventi sul difetto

Rifacimento intero sistema ETICS.

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia

Ripristino sistema termoisolante ove questo si sia distaccato e della superficie di supporto dove deteriorata.
--

Interventi sull'agente

-

Interventi sul difetto

Rimozione sistema esistente e rifacimento intero sistema ETICS.

11b - Distacco del sistema ETICS causata dal superamento del limite a punzonamento dei pannelli termoisolanti

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Distacco del sistema ETICS causata dal superamento del limite a punzonamento dei pannelli termoisolanti	Numero scheda	11b
--------	--	---------------	------------

Distacco parziale o totale dei pannelli termoisolanti dopo il superamento del limite a punzonamento in combinazione con l'azione degli agenti esterni (vento) che aggravano le condizioni di carico.



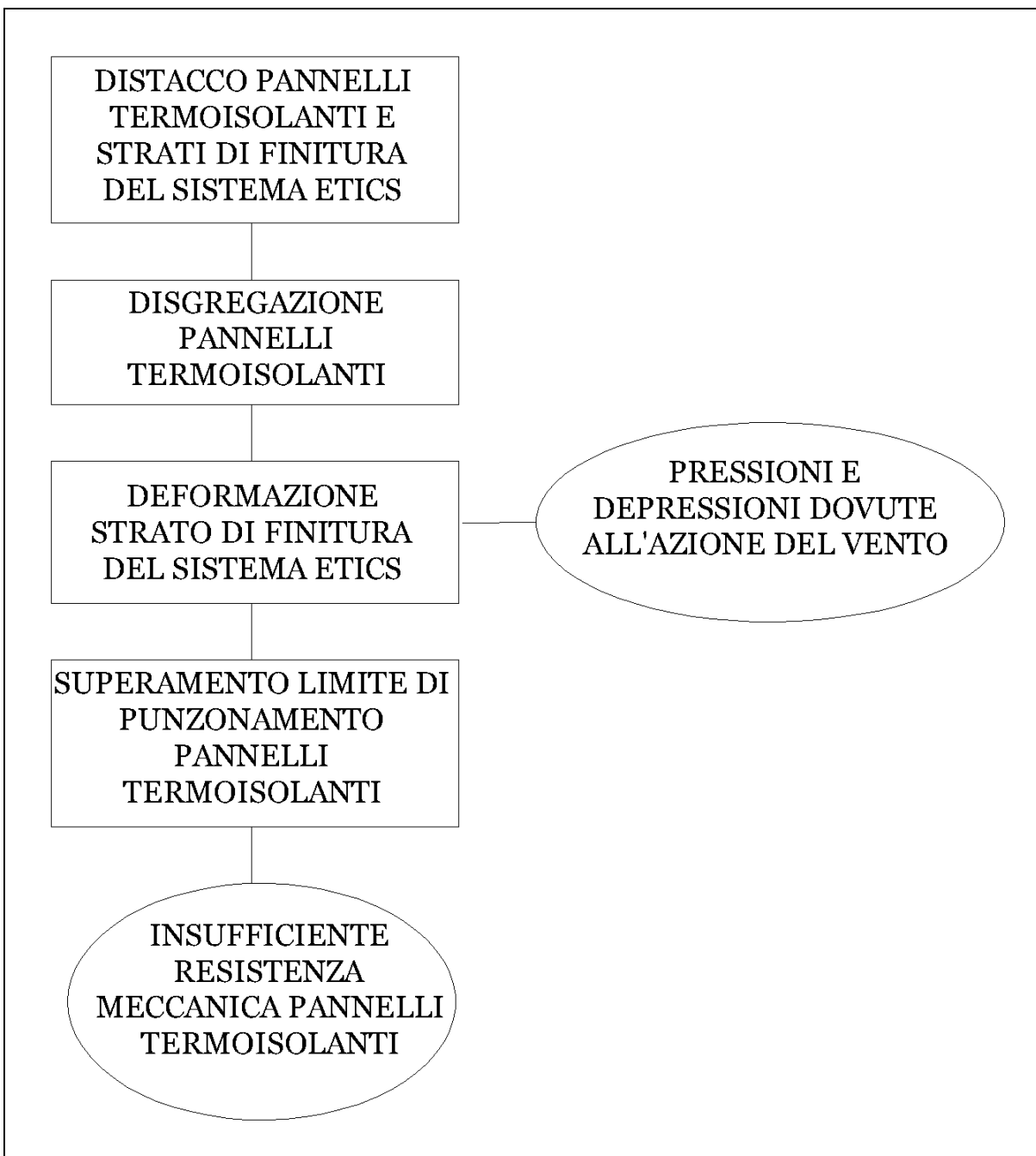
Immagine A1.

L'area contenuta all'interno del rettangolo rosso dell'**immagine A1**, riporta il distacco dei pannelli di isolante termico a causa del superamento del limite a punzonamento. I pannelli sottoposti ai carichi esterni hanno subito un distacco lasciando inalterata la posizione dei tasselli per il fissaggio meccanico.

B MECCANISMO DI GUASTO

A causa della resistenza al punzonamento i pannelli termoisolanti, sottoposti a carichi da vento, possono staccarsi e deteriorarsi. Come si vede nell'**immagine A1** i tasselli non subiscono un distacco a causa del superamento del limite a punzonamento dei pannelli che si frammentano e cadono senza strappare i tasselli.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Vento.

E DIFETTI

Scarsa resistenza a punzonamento dei pannelli termoisolanti.

F	RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO
Anomalie caratteristiche	
Distacchi dei pannelli termoisolanti di sistemi ETICS e presenza corone di elemento termoisolante intorno ai tasselli.	
Altre informazioni utili	
-	

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
Controllo dei flussi di energia, Aspetto, Durabilità.	

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
Descrizione	
Completo distacco del sistema.	

Criticità	
Elevata	

Monitoraggio	
-	

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
Prevenzione in fase di progetto	
Scelta pannelli termoisolanti con adeguata resistenza meccanica.	
Prevenzione in fase di esecuzione	
-	
Prevenzione in fase di gestione	
-	

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Ripristino della zona dove si presenta l'anomalia.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Rifacimento dell'intero sistema ETICS.	

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Rimozione porzioni danneggiate del sistema, ripristino planarità superficie di supporto e realizzazione porzione del sistema.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Rimozione interno sistema ETICS, ripristino superficie di supporto e realizzazione nuovo sistema.	

12 – Distacchi dello strato di finitura causati dal degrado della superficie dei pannelli termoisolanti

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Distacchi dello strato di finitura causati dal degrado della superficie dei pannelli termoisolanti	Numero scheda	12
--------	---	---------------	-----------

Distacchi causati dal degrado della superficie a contatto con la rasatura armata dei pannelli termoisolanti, a causa della mancanza di protezione dalla radiazione solare durante il periodo di stoccaggio in cantiere o dopo l'applicazione dei pannelli alla superficie di supporto.

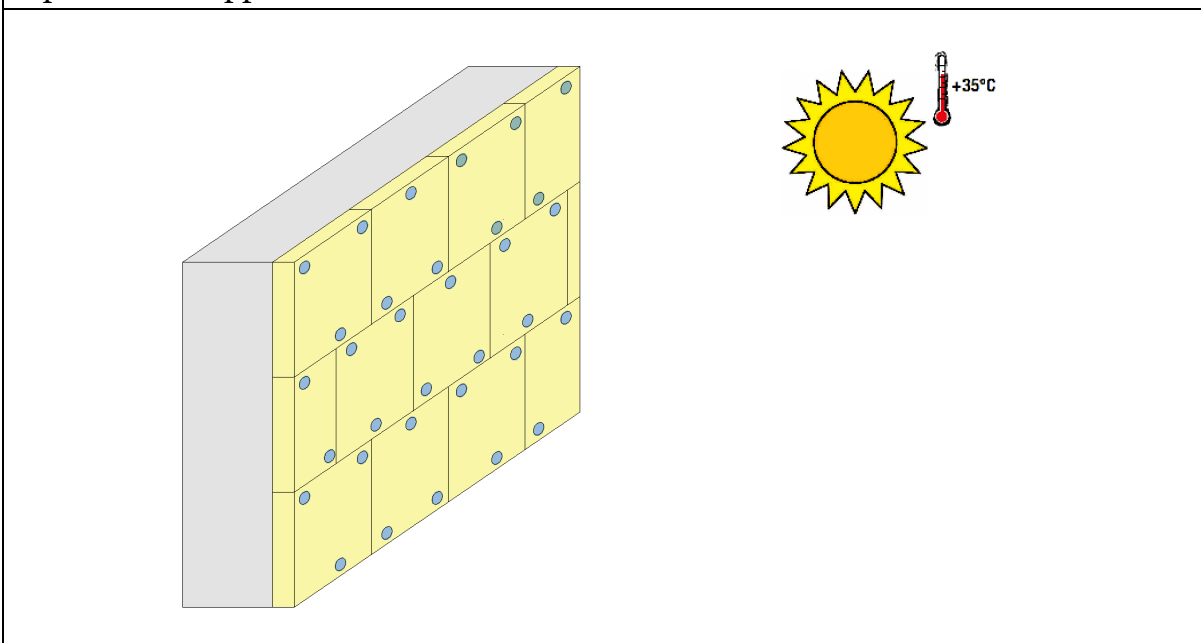


Immagine A1.



Immagine A2.

L'immagine A1 riporta schematicamente la superficie dei pannelli termoisolanti posati sulla superficie di supporto ed esposti alla radiazione solare senza protezioni prima della rasatura armata.

L'immagine A2 raffigura un pallet esposto alla radiazione solare che compromette solo le superficie dei pannelli esposti al sole.

B MECCANISMO DI GUASTO

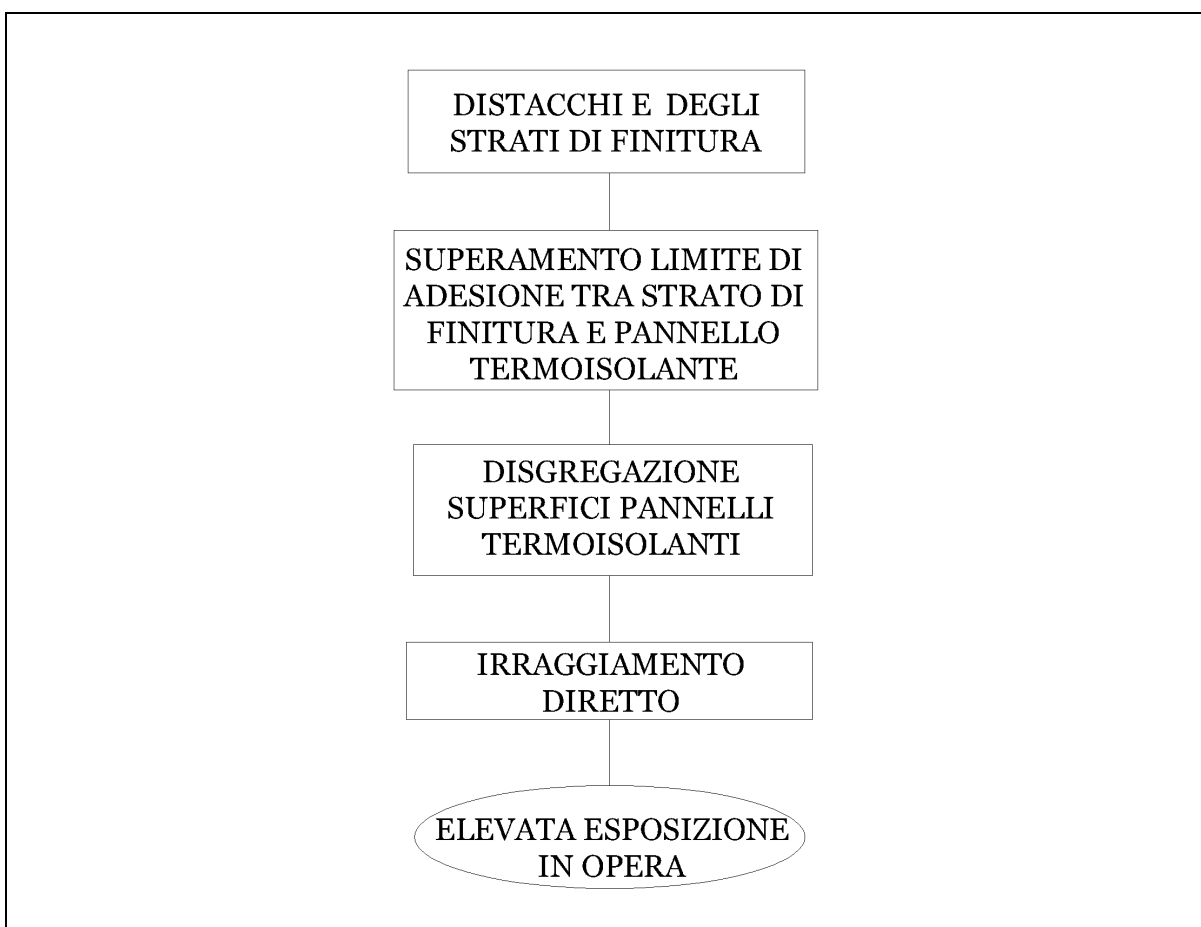
Se i pannelli termoisolanti posati sulla superficie di supporto vengono esposti alla radiazione solare per lunghi periodi di tempo, subiranno una deteriorazione della superficie esposta. Il distacco della rasatura armata dalla superficie dell'isolante sarà causato dal deterioramento e dalla mancata adesione.

L'errato stoccaggio dei materiali utilizzati per la realizzazione di sistemi ETICS, ne compromette le proprietà e la qualità. Infatti i pannelli stoccati al sole potranno subire il deterioramento delle superfici esposte al sole.

Agenti atmosferici, come la radiazione solare, possono alterare il comportamento dei materiali per questo i produttori allegano una serie di prescrizioni specifiche per lo stoccaggio di ogni materiale.

In cantiere devono essere previste zone di stoccaggio protette, dalle intemperie o dal contatto diretto del sole, inoltre devono essere predisposte protezioni per evitare urti.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D	AGENTI
----------	---------------

Radiazione solare.

E	DIFETTI
----------	----------------

Elevata esposizione in opera dei pannelli termoisolanti in assenza di finitura.

F	RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO
----------	---

Anomalie caratteristiche

Distacchi degli strati di finitura esterni.

Altre informazioni utili

Comparsa modi di guasto in breve tempo dopo l'applicazione.

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Aspetto, Durabilità.

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione

Distacco degli strati di finitura esterni ed esposizione dei pannelli agli agenti atmosferici, Lacune, Fessure, Espulsione materiale.

Criticità

Elevata.

Monitoraggio

-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
--

-

Prevenzione in fase di esecuzione
--

Controllo tempi di esposizione dei pannelli termoisolanti.
--

Prevenzione in fase di gestione
--

-

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Realizzazione rappezzi locali.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Rimozione e sostituzione dell'intero sistema.	

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Realizzazione rappezzi locali ove si presentano le anomalie.	
Interventi sull'agente	
Interventi sul difetto	
Rimozione sistema esistente e rifacimento intero sistema ETICS.	

13 - Distacco degli strati di finitura di sistemi ETICS

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Distacco degli strati di finitura di sistemi ETICS	Numero scheda	13
--------	---	---------------	-----------

Distacco parziale o totale degli strati di finitura di sistemi ETICS a causa dell'incapacità di formare aderenza da parte della superficie dei pannelli termoisolanti in combinazione con l'azione degli agenti esterni (vento) che aggravano le condizioni di carico.



Immagine A1.

Immagine A2.

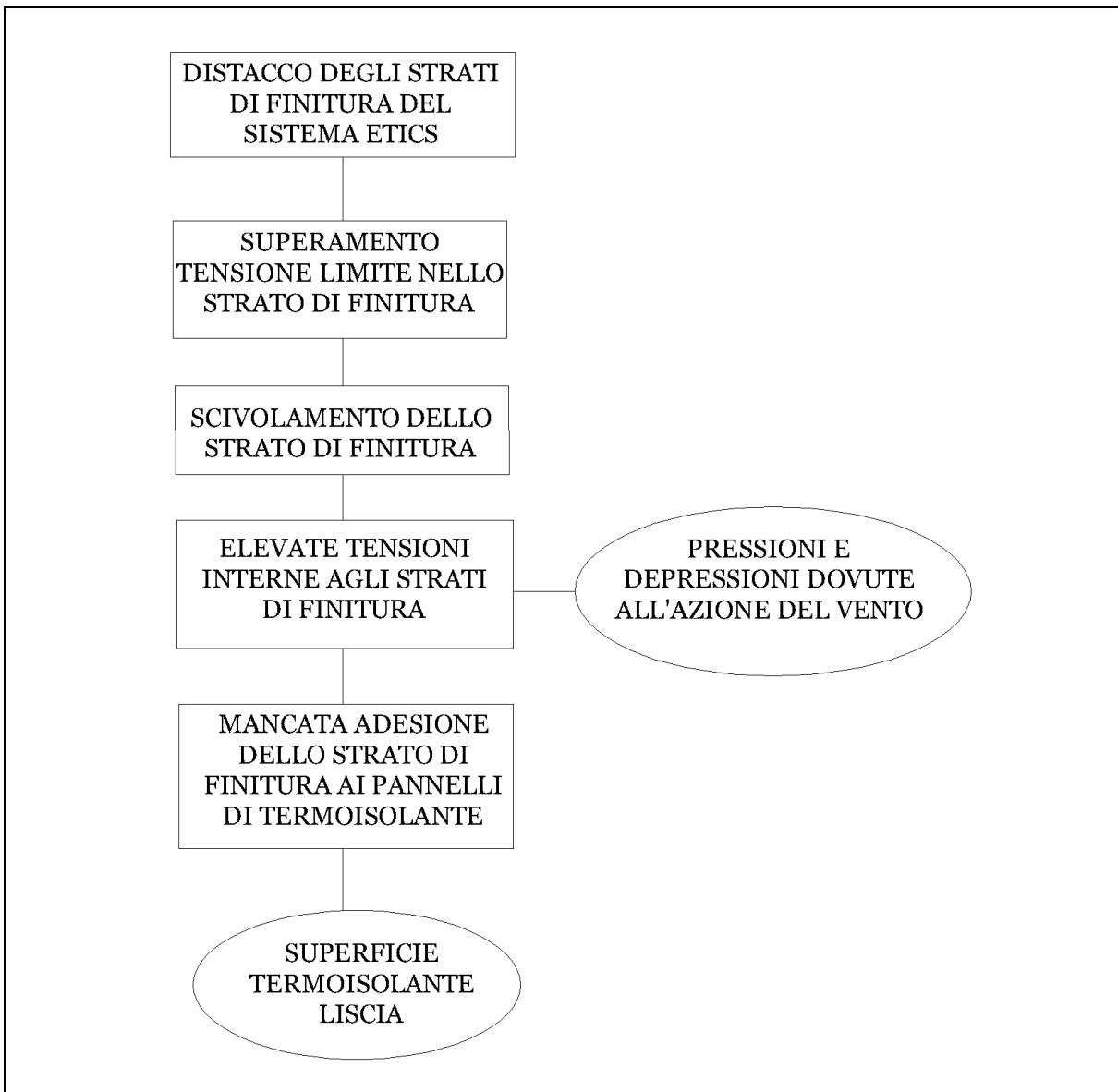
L'immagine A1 e l'immagine A2 raffigurano la stessa facciata sulla quale è avvenuto il completo distacco dello strato di rasatura e finitura esterna a causa della mancata aderenza della finitura alla superficie di posa liscia del polistirene espanso estruso XPS.

B MECCANISMO DI GUASTO

La presenza di superficie lisce, come quelle dei pannelli in XPS, non permette agli strati di rasatura e finitura di raggiungere una sufficiente adesione per questo si verificano fessure e distacchi.

L'azione del vento e le variazioni di temperatura aggravano le condizioni di carico velocizzando il processo di degrado del sistema.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Vento, Variazioni di temperatura.

E DIFETTI

Incompatibilità tra materiali.

F RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO

Anomalie caratteristiche

Distacchi e imbozzamenti degli strati di rasatura e finitura del sistema ETICS.

Altre informazioni utili

-

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Tenuta all'acqua, Controllo dei flussi di energia, Tenuta all'aria, Stabilità, Resistenza al vento, Permeabilità all'aria, Aspetto, Durabilità.

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione
Completo distacco del sistema.

Criticità
Elevata

Monitoraggio
-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
Scelta materiali adatti all'adesione.

Prevenzione in fase di esecuzione
-

Prevenzione in fase di gestione
-

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia
Ripristino della finitura esterna del sistema, dove si presenta il difetto.

Interventi sull'agente
-

Interventi sul difetto
Ripristino intero sistema.

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia
Realizzazione di una nuova finitura del sistema di isolamento ove questo si sia distaccato e ripristino della superficie di supporto dove deteriorata.

Interventi sull'agente
-

Interventi sul difetto
Rimozione sistema compromesso e realizzazione nuovo sistema ETICS.

14 –Distacco degli strati di finitura a causa della mancata applicazione a regola d’arte

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Distacco degli strati di finitura a causa della mancata applicazione a regola d’arte	Numero scheda	14
--------	---	---------------	-----------

Distacco della rasatura armata e della finitura a causa del superamento del limite di tempo aperto durante la loro applicazione.

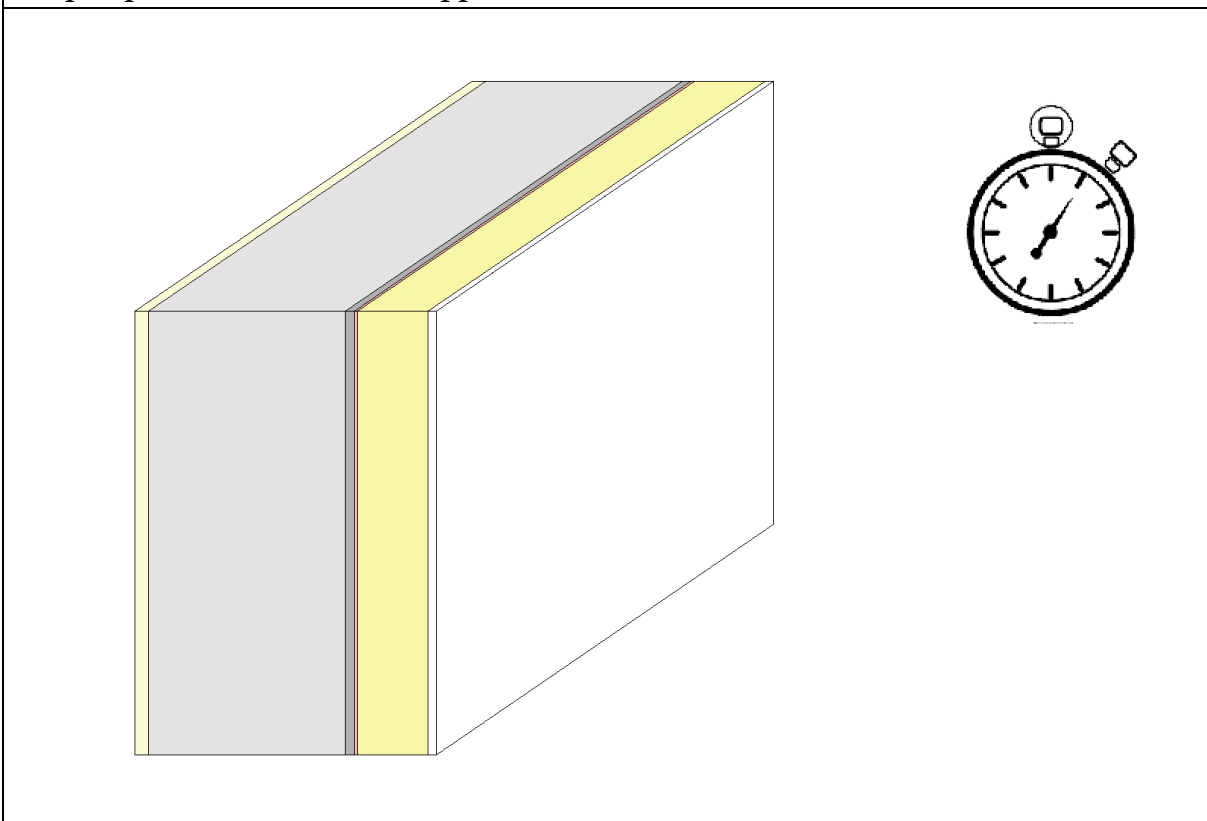


Immagine A1.

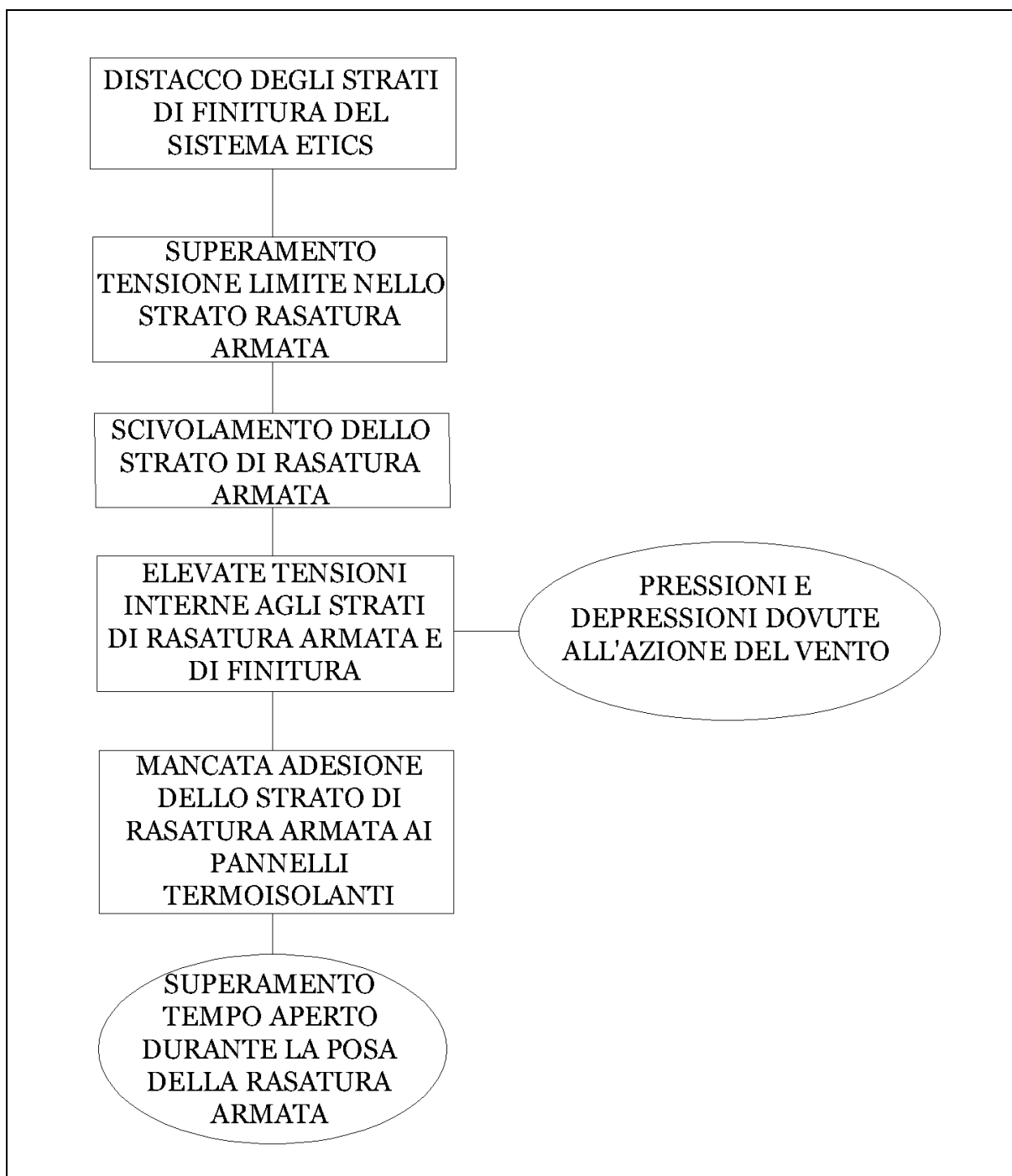
L’immagine A1 riposta schematicamente un sistema ETICS, l’applicazione dello strato di rasatura armata e di finitura dovrà rispettare le tempistiche espresse dai produttori per l’applicazione.

B MECCANISMO DI GUASTO

Se la rasatura armata non viene fatta rispettando le tempistiche definite per la posa, non svilupperà le proprietà adesive che le permettono di aderire alla superficie dei pannelli termoisolanti. Quando viene superato il limite di resistenza della rasatura armata si avrà la formazione di fessure e successivamente il distacco della rasatura e dello strato di finitura.

La situazione può aggravarsi se agenti esterni, come vento e irraggiamento solare, sollecitano il sistema, portandolo a superare le tensioni limite ammissibili dallo strato adesivo.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Vento, Umidità, Irraggiamento.

E DIFETTI

Superamento limite tempo aperto durante applicazione degli strati di finitura.

F	RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO
Anomalie caratteristiche	
Distacco strati di finitura.	
Altre informazioni utili	
-	
G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
Aspetto, Durabilità.	
H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
Descrizione	
Fessurazione e distacco strato di finitura esterno.	
Criticità	
Elevata.	
Monitoraggio	
-	
I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
Prevenzione in fase di progetto	
-	
Prevenzione in fase di esecuzione	
Rispetto tempistiche applicazione strati.	
Prevenzione in fase di gestione	
-	
L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Pulizia superficie e ripristino finitura dove si presenta il difetto.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Rimozione e sostituzione strato di finitura.	
M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Pulizia superficie di finitura e realizzazione rappezzi locali ove si presenta il difetto.	
Interventi sull'agente	
Interventi sul difetto	
Rimozione e realizzazione nuovo strato di finitura su tutta la superficie del sistema ETICS.	

15 - Distacco dello strato di rasante a causa dello spessore insufficiente.

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Distacco dello strato di rasante a causa dello spessore insufficiente	Numero scheda	15
--------	--	---------------	-----------

Distacco della rasatura armata a causa dello spessore insufficiente dello strato di rasante.



Immagine A1.



Immagine A2.

L'**immagine A1** riporta il distacco della rete d'armatura a causa dello spessore ridotto dello strato di rasante.

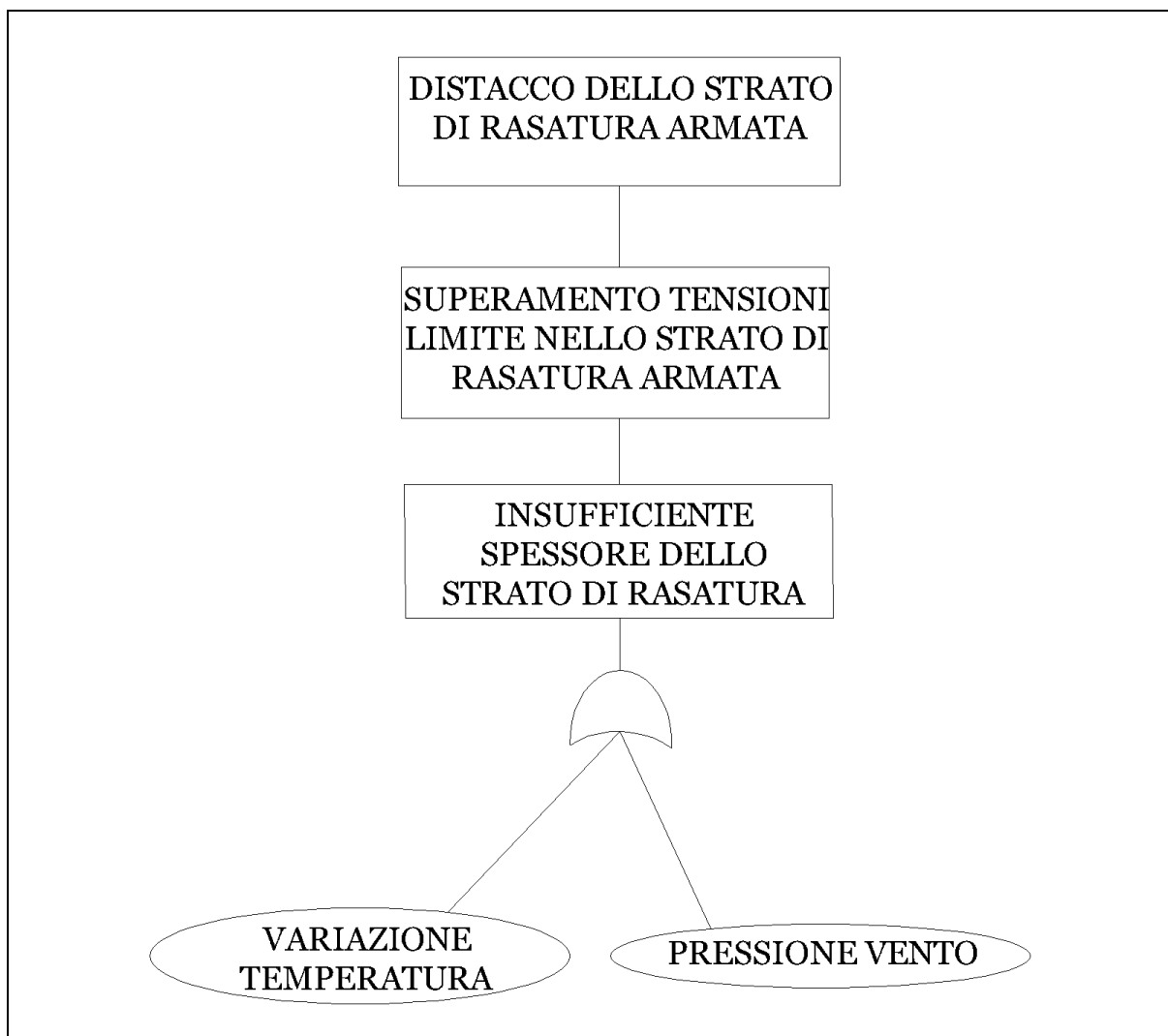
L'**immagine A2** riporta il distacco dello strato più esterno di rasante e di finitura del sistema ETICS, a causa dello spessore ridotto.

B MECCANISMO DI GUASTO

Quando lo strato di rasante posto al di sopra dei pannelli di materiale termoisolante è troppo sottile non vengono sviluppate le proprietà di adesione adatte a sopportare le tensioni interne allo strato. Il distacco della rasatura armata avviene quando la rete d'armatura non viene completamente annegata nello strato di rasante.

Il susseguirsi di cicli di gelo e disgelo aggrava lo stato tensionale interno allo strato di rasante armato.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Umidità, Vento, Variazioni di temperatura.

E DIFETTI

Spessore rasante ridotto.

F RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO

Anomalie caratteristiche

Il completo distacco della rasatura e degli strati di finitura più esterni, che lasciano scoperti i pannelli di isolante termico.

Altre informazioni utili

-

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Tenuta all'acqua, Tenuta all'aria, Resistenza al vento, Permeabilità all'aria, Estetica, Durabilità.

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione

Rigonfiamenti degli strati di finitura e rasatura, lacerazioni della rete d'armatura, degrado pannelli di isolante termico.

Criticità

Media

Monitoraggio

-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
--

-

Prevenzione in fase di esecuzione
--

Rispetto tempo aperto del rasante.

Prevenzione in fase di gestione
--

-

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia

Rimozione e ripristino rasatura armata in corrispondenza dell'anomalia.

Interventi sull'agente

-

Interventi sul difetto

Rifacimento rasatura armata dell'intero sistema.

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia

Rimozione porzioni danneggiate, ripristino planarità superficie di posa e realizzazione nuova rasatura armata.

Interventi sull'agente

-

Interventi sul difetto

Rimozione rasatura armata da tutta la superficie del sistema, ripristino planarità superficie di posa e realizzazione nuova rasatura armata.

16 - Distacco dello strato di rasante a causa della posa errata della rete d'armatura

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Distacco dello strato di rasante a causa della posa errata della rete d'armatura	Numero scheda	16
--------	---	---------------	-----------

Distacco della rasatura armata a causa dell'errato inserimento della rete d'armatura.



Immagine A1.

Immagine A2.

L'**immagine A1** raffigura la rete d'armatura esposta e lacerata a causa del distacco dell'unico strato di rasante che la ricopriva.

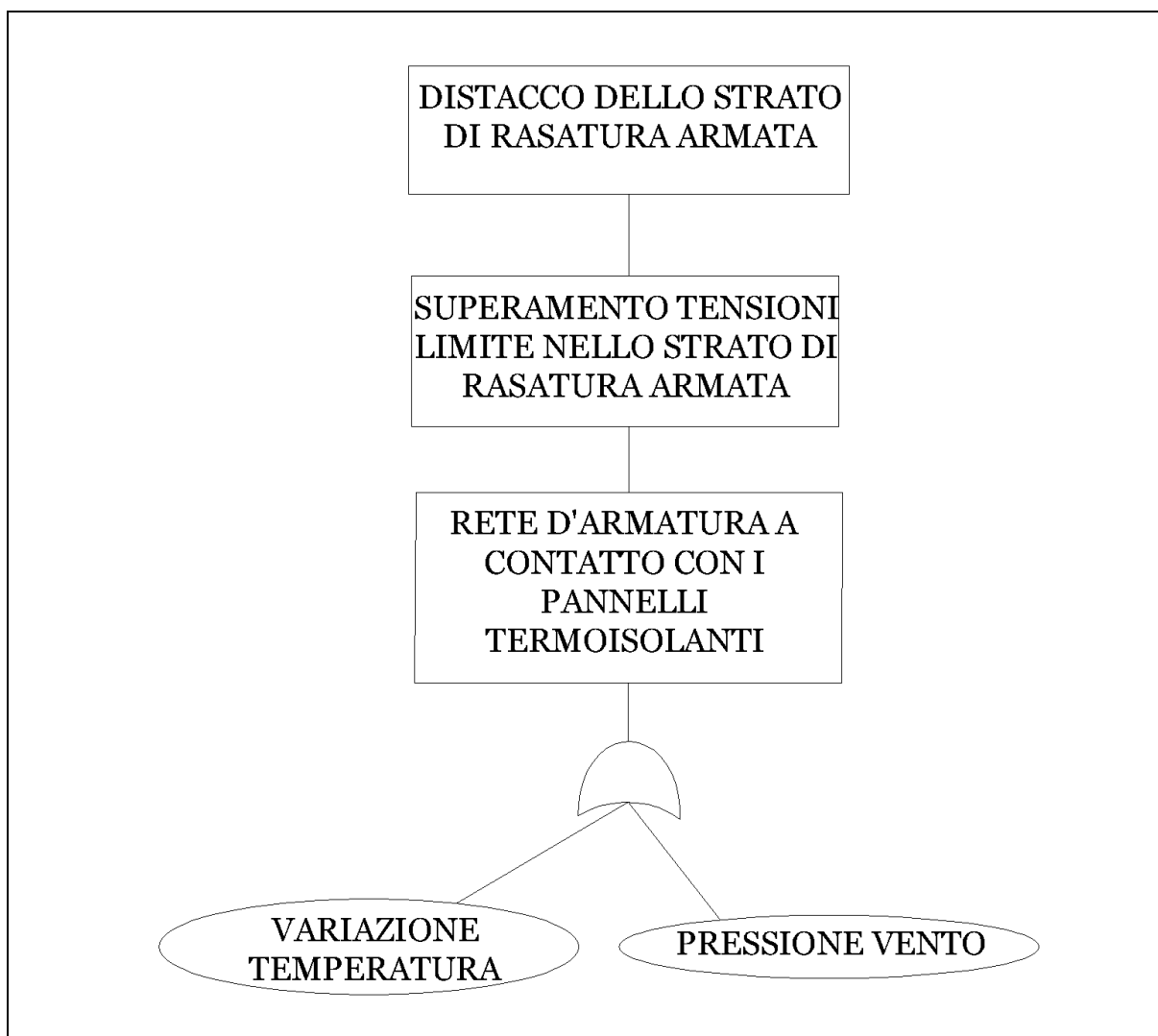
L'**immagine A2** raffigura la facciata di un edificio in cui sono ampie aree in cui è avvenuto il distacco della rasatura.

B MECCANISMO DI GUASTO

Il distacco della rasatura armata avviene quando la rete d'armatura non è inserita correttamente tra gli strati di rasante, ma è appoggiata direttamente sulla superficie del pannello termoisolante.

Il susseguirsi di cicli di gelo e disgelo aggrava lo stato tensionale interno allo strato di rasante armato.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Umidità, Vento, Variazioni di temperatura.

E DIFETTI

Errata posa armatura a contatto con i pannelli termoisolanti.

F RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO

Anomalie caratteristiche

Il completo distacco della rasatura e degli stati di finitura più esterni, che lasciano scoperti i pannelli di isolante termico.

Altre informazioni utili

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Tenuta all'acqua, Tenuta all'aria, Resistenza al vento, Permeabilità all'aria, Estetica, Durabilità.
--

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione
Rigonfiamenti degli strati di finitura e rasatura, lacerazioni della rete d'armatura, degrado pannelli di isolante termico.

Criticità
Media

Monitoraggio
-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
-

Prevenzione in fase di esecuzione
Rispetto tempo aperto del rasante e ispezione per verificare la planarità della superficie di posa.

Prevenzione in fase di gestione
-

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia
Rimozione e ripristino rasatura armata in corrispondenza dell'anomalia.

Interventi sull'agente
-

Interventi sul difetto
Rifacimento rasatura armata dell'intero sistema.

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia
Rimozione porzioni danneggiate, ripristino planarità superficie di posa e realizzazione nuova rasatura armata.

Interventi sull'agente
-

Interventi sul difetto
Rimozione rasatura armata da tutta la superficie del sistema, ripristino planarità superficie di posa e realizzazione nuova rasatura armata.

17 – Fessure e rigonfiamenti della finitura dei sistemi ETICS per l'errata posa dello strato adesivo

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Fessure e rigonfiamenti della finitura dei sistemi ETICS per l'errata posa dello strato adesivo	Numero scheda	17
--------	--	---------------	-----------

Fessure e rigonfiamenti sullo strato di finitura in corrispondenza dei bordi dei pannelli termoisolanti a causa delle modalità di posa dello strato adesivo.

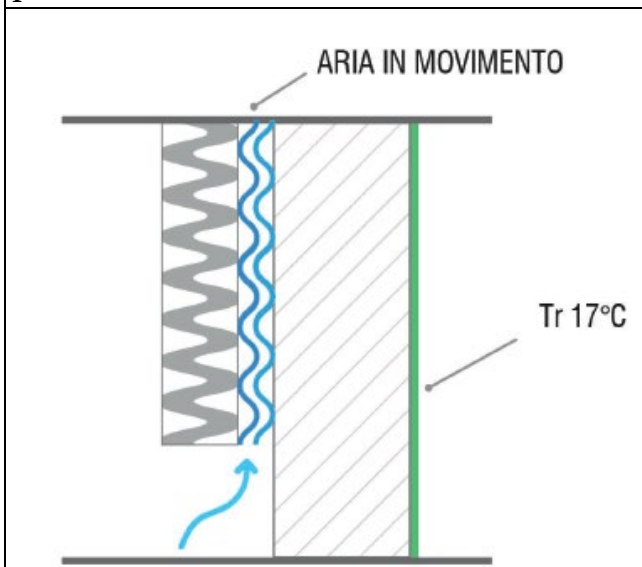


Immagine A1.

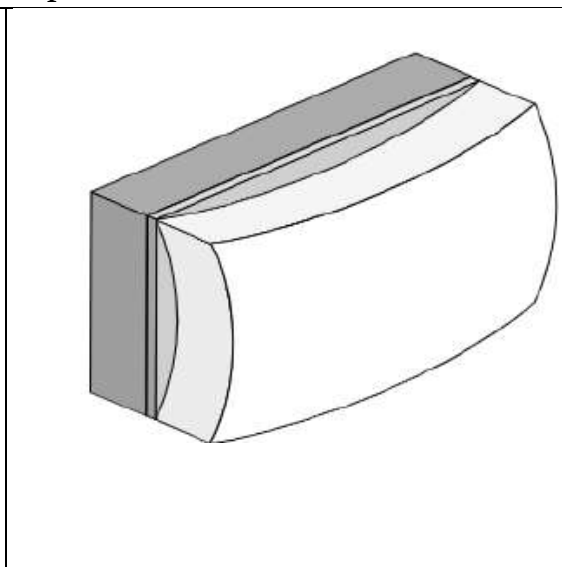


Immagine A2.

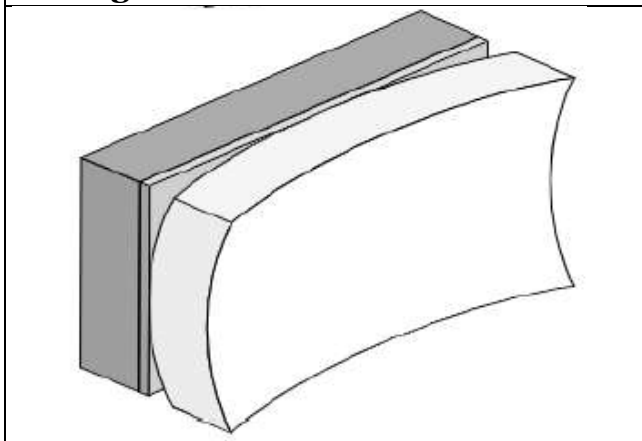


Immagine A3.

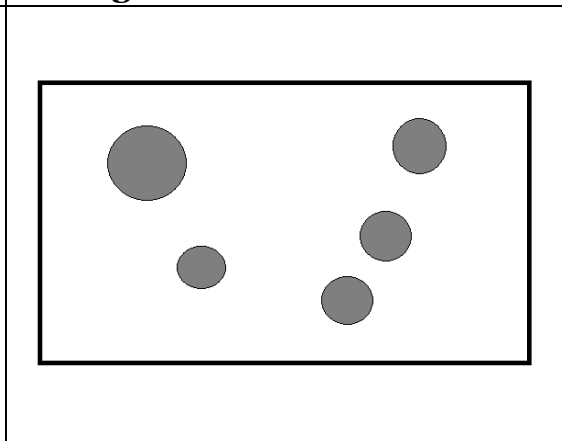


Immagine A4.

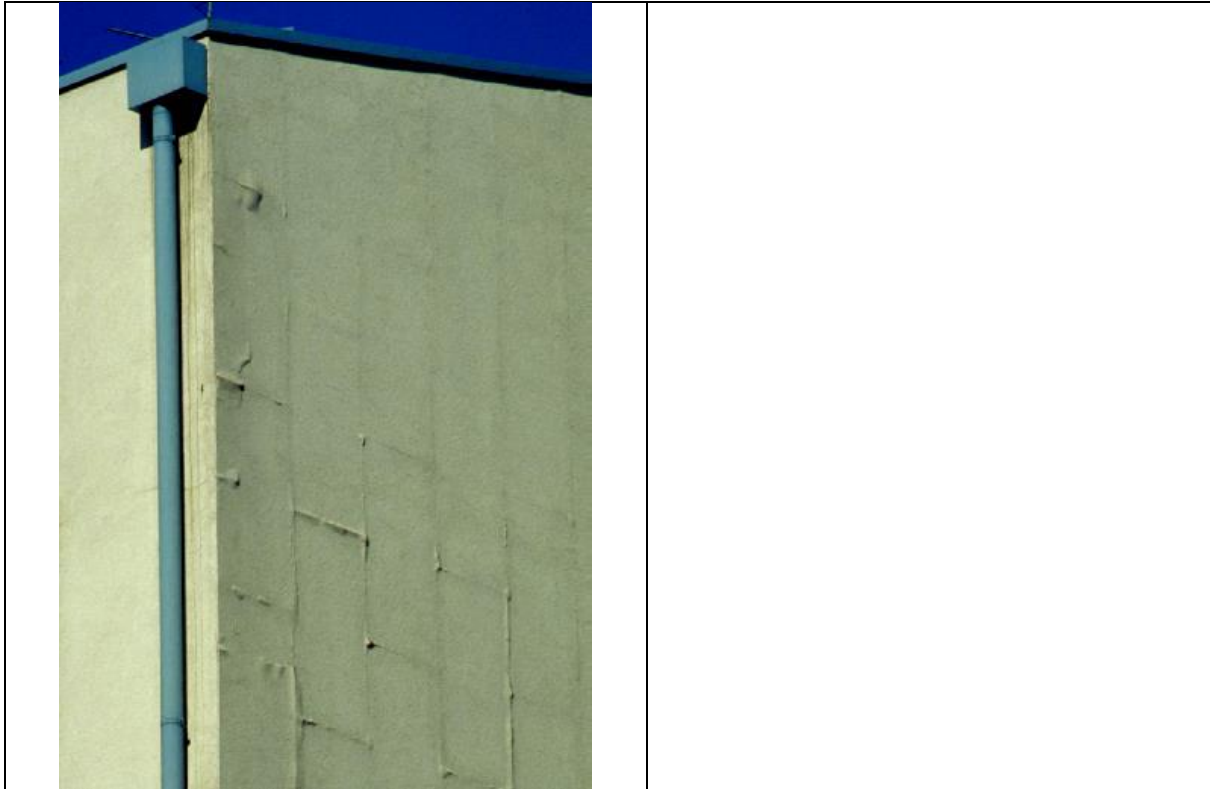


Immagine A5.

L'**immagine A1** descrive come l'aria possa infiltrarsi dietro i pannelli se si utilizza uno schema di incollaggio per punti.

L'**immagine A2** riporta la rappresentazione schematica dell'effetto "cuscino" ovvero un rigonfiamento a causa della disposizione dello strato di adesivo per punti nei quattro spigoli dei pannelli di isolante termico.

L'**immagine A3** riporta la rappresentazione schematica dell'effetto "materasso" a causa della disposizione dello strato di adesivo per punti nell'area centrale dei pannelli di isolante termico.

L'**immagine A4** riporta un errato schema di incollaggio definito incollaggio "per punti".

L'**immagine A5** riporta i rigonfiamenti e fessure in corrispondenza dei bordi dei pannelli termoisolanti, provocati da movimenti relativi dei pannelli a causa dell'errata posa dell'adesivo.

B MECCANISMO DI GUASTO

A causa della errata disposizione dello strato adesivo, lo strato di finitura del sistema ETICS presenta rigonfiamenti e fessure. Quando la disposizione dello strato adesivo viene eseguita senza seguire uno schema corretto, sono possibili infiltrazioni di aria e acqua.

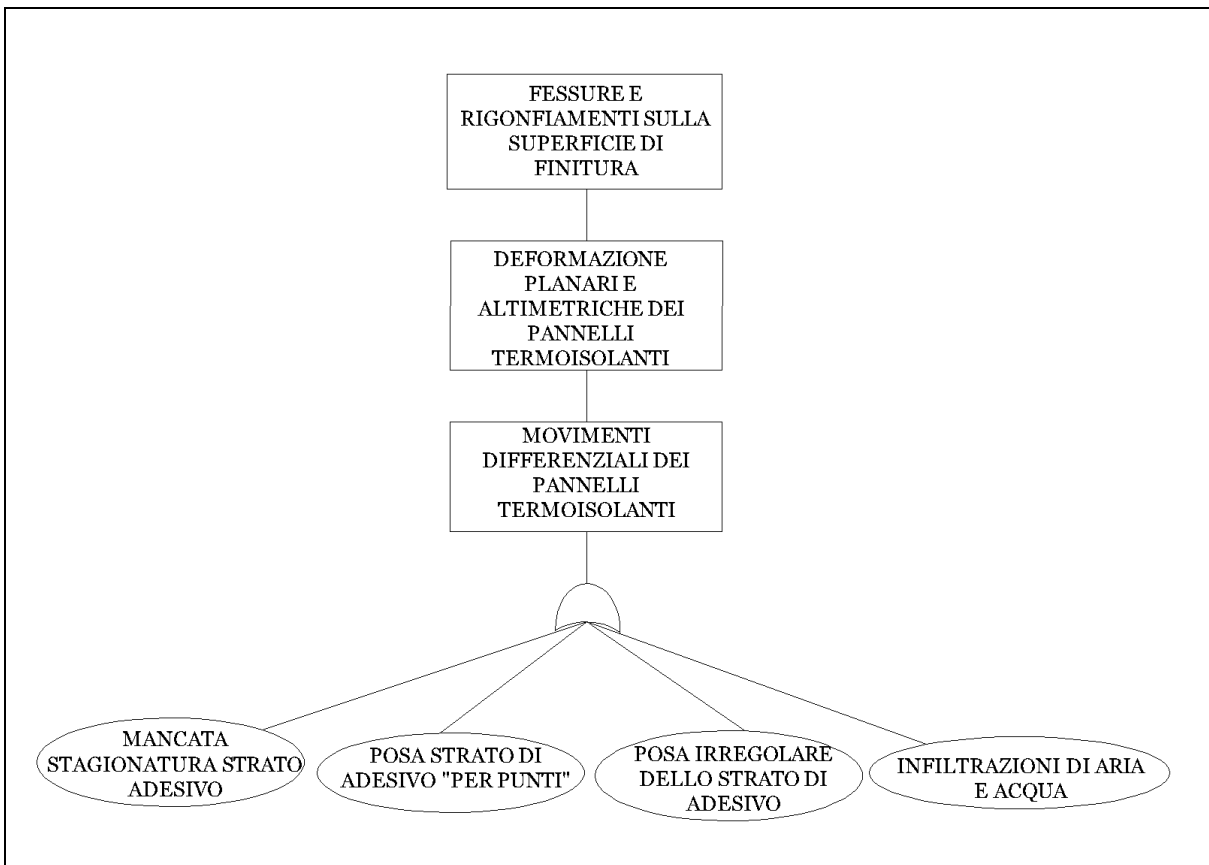
Un adesivo troppo fluido fa presa più velocemente sul lato della superficie di supporto mentre sul lato dell'isolante termico impiegherà molto più tempo ad indurire, inducendo la nascita di tensioni interne.

Nel caso in cui lo spessore dello strato adesivo fosse troppo elevato si verificherebbero dislocazione e movimenti differenziali dei pannelli, perché l'adesivo non svilupperà i legami adeguati a collegare la superficie di supporto ai pannelli termoisolanti e a sostenere le azioni esterne agenti sul sistema.

La situazione può aggravarsi se agenti esterni, come vento e temperatura elevata, sollecitano il sistema, portandolo a superare le tensioni limite ammissibili dallo strato adesivo.

All'interfaccia tra i pannelli e la superficie di supporto si raggiunge in alcuni casi una differenza di temperatura pari anche a 18°C. All'interfaccia tra superficie di supporto e i pannelli isolanti, la ΔT produce uno stato tensionale molto elevato. Perciò lo strato adesivo deve essere sufficientemente resistente a sostenere le tensioni, in caso contrario si avranno fessure e rigonfiamenti della superficie di finitura.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D	AGENTI
----------	---------------

Acqua, Temperatura.

E	DIFETTI
----------	----------------

Lo strato adesivo non rispetta gli schemi corretti, perciò non fornisce il giusto contributo per ancorare il sistema ETICS alla superficie di supporto.

F	RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO
----------	---

Anomalie caratteristiche

Fessure e rigonfiamenti sugli strati di finitura.

Altre informazioni utili

-

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Controllo dei flussi di energia, Stabilità, Aspetto, Durabilità.
--

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione

Permeabilità all'aria e all'acqua dovuta all'esposizione della superficie di supporto agli agenti atmosferici.
--

Criticità

Elevata

Monitoraggio

-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
--

-

Prevenzione in fase di esecuzione
--

Controllo delle modalità di posa.

Prevenzione in fase di gestione
--

-

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Ripristino delle zone fessurate e che presentano rigonfiamenti della finitura.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Ripristino intero sistema.	

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Rimozione aree interessate da fessure e rigonfiamenti sulla superficie di finitura e ripristino locale del sistema ETICS.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Rimozione intero sistema ETICS, ripristino superficie di supporto e realizzazione nuovo sistema ETICS.	

18 – Fessure sulla superficie di finitura esterna di sistemi ETICS causate da errato accostamento dei pannelli

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Fessure sulla superficie di finitura esterna di sistemi ETICS causate da errato accostamento dei pannelli	Numero scheda	18
--------	--	---------------	-----------

L'errato accostamento dei pannelli termoisolanti non garantisce una distribuzione equilibrata delle tensioni, che non permette un perfetto ammorsamento tra i pannelli. Il movimento reciproco dei pannelli provoca lo spanciamento dei bordi dei pannelli, producendo fessure sulla superficie esterna del sistema.



Immagine A1.

Immagine A2.

L'**immagine A1** riporta l'errato accostamento dei pannelli termoisolanti, che non presentano giunti sfalsati.

L'**immagine A2** riporta l'errata disposizione e accostamento dei pannelli termoisolanti in prossimità degli angoli di una apertura.

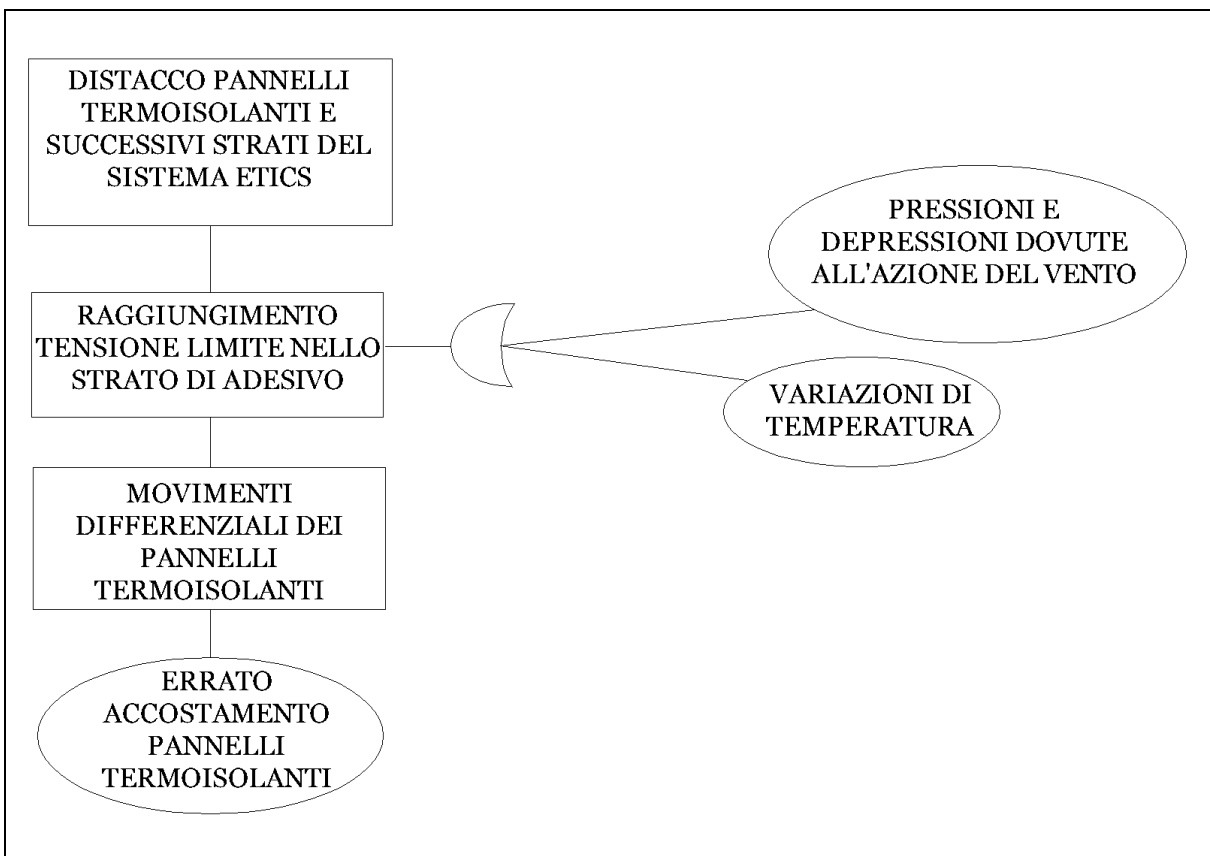
B MECCANISMO DI GUASTO

L'errato accostamento dei pannelli termoisolanti comporta la nascita di slittamenti interni tra i pannelli non perfettamente ammorsati, che porta alla formazione diversi inconvenienti dovuti al movimento degli stessi, noti come effetto camino ed effetto materasso, che portano al distacco del sistema dalla superficie di posa.

In corrispondenza delle aperture, se i pannelli sono allineati agli spigoli, i fenomeni di slittamento sono accentuati, portando alla formazione di fessure sulla superficie esterna che possono portare a distacchi della finitura.

La pressione del vento e la variazione di temperatura possono aggravare la condizione dei pannelli, poiché aumentano le tensioni interne al sistema.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Vento, Variazioni di temperatura.

E DIFETTI

Pannelli termoisolanti accostati senza rispettare lo sfalsamento dei bordi e lo schema per la disposizione dei pannelli in prossimità delle aperture.

F RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO

Anomalie caratteristiche

Distacchi, rigonfiamento e scorrimento dei pannelli termoisolanti del sistema ETICS.

Altre informazioni utili

L'anomalia comporta anche un disallineamento dei pannelli che non hanno più una superficie uniforme.

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Tenuta all'acqua, Resistenza meccanica, Isolamento termico e controllo dei flussi di energia, Durabilità.

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione

Completo distacco del sistema.

Criticità

Elevata

Monitoraggio

-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
--

Prevedere uno schema di posa dei pannelli a giunti sfalsati e strato adesivo compatibile con i materiali presenti.
--

Prevenzione in fase di esecuzione
--

Controlli della geometria di posa.

Prevenzione in fase di gestione
--

-

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia

Ripristino dell'area dove si presenta l'anomalia.

Interventi sull'agente

-

Interventi sul difetto

Ripristino intero sistema ETICS.

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia

Rimozione pannelli isolanti ove si presenta l'anomalia, ripristino della planarità della superficie di supporto e realizzazione nuovo sistema.
--

Interventi sull'agente

-

Interventi sul difetto

Rimozione intero sistema ETICS, ripristino superficie di supporto e posa nuovo sistema ETICS.

19 – Fessure sulla superficie di finitura esterna a causa dell'assenza dei profili di partenza e angolari

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Fessure sulla superficie di finitura esterna a causa dell'assenza dei profili di partenza e angolari	Numero scheda	19
--------	---	---------------	-----------

L'assenza di profili di partenza e di profili angolari per la posa dei pannelli di materiale termoisolante comporta il disallineamento dei pannelli e pregiudica la planarità della superficie di finitura esterna, provocando fessure sulla finitura.



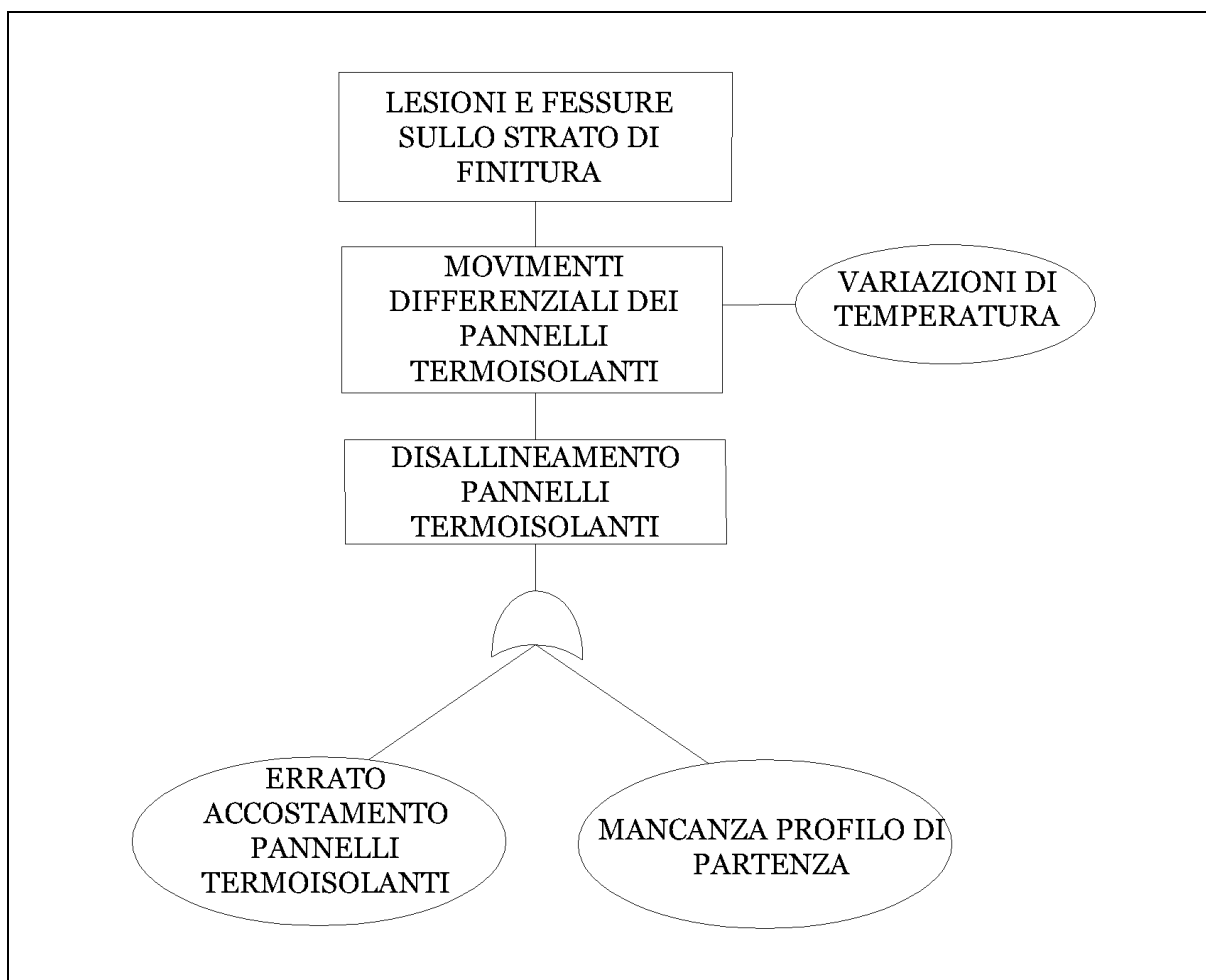
Immagine A1.

L'**immagine A1** rappresenta l'errata posa di un profilo di partenza per la posa dei pannelli termoisolanti, che porta alla formazione di fessure sulla superficie esterna a causa del disallineamento dei pannelli.

B MECCANISMO DI GUASTO

L'assenza di profili di partenza comporta un progressivo disallineamento dei pannelli termoisolanti mano a mano che vengono posate le successive file di pannelli. I profili angolari hanno la funzione di contenere le tensioni che nascono tra i pannelli e evitano che questi si distacchino dalla superficie. I disallineamenti dei pannelli producono superfici che possono accumulare maggiormente le sostanze provenienti dalle precipitazioni, questo porta ad un elevato degrado dei pannelli termoisolanti.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Vento, Variazioni di temperatura.

E DIFETTI

Pannelli di materiale termoisolanti erroneamente accostati e disallineati a causa dell'assenza dei profili di partenza alla base del sistema ETICS e dei profili angolari agli spigoli.

F RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO

Anomalie caratteristiche

Distacchi, rigonfiamento e scorrimento del sistema ETICS.

Altre informazioni utili

L'anomalia comporta anche un disallineamento dei pannelli che non hanno più una superficie uniforme che permette il ristagno di acqua.

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Tenuta all'acqua, Resistenza meccanica, Tenuta all'aria, Estetica, Isolamento termico e controllo dei flussi di energia.
--

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione

Distacco porzioni di finitura

Criticità

Media

Monitoraggio

-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
--

Prevedere inserimento di profili di partenza e profili angolari.
--

Prevenzione in fase di esecuzione
--

-

Prevenzione in fase di gestione
--

-

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia

Ripristino locale delle aree danneggiate.

Interventi sull'agente

-

Interventi sul difetto

Eliminazione aree danneggiate e ripristino intero sistema.
--

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia

Rimozione porzione danneggiate, ripristino superficie di posa e realizzazione sistema ETICS.
--

Interventi sull'agente

-

Interventi sul difetto

Rimozione intero sistema e rifacimento sistema della zona interessata con inserimento di profili di partenza e angolari dove necessari.

20 - Fessurazioni e distacchi causati dalla mancanza di rete d'armatura diagonale posti negli angoli delle aperture

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Fessurazioni e distacchi causati dalla mancanza di rete d'armatura diagonale posti negli angoli delle aperture	Numero scheda	20
--------	---	---------------	-----------

L'armatura della rasatura subisce fessurazioni a causa delle tensioni dovute all'errato posizionamento o alla mancanza della rete.



Immagine A1.

Immagine A2.

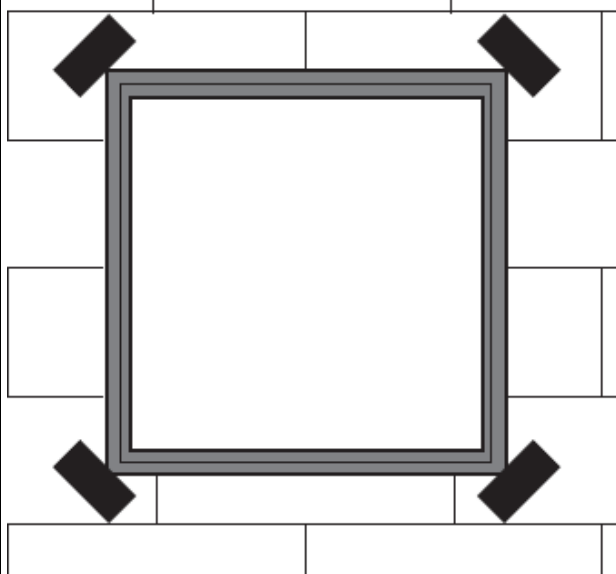


Immagine A3.

L'immagine A1 riporta le fessurazioni provocate dalla mancanza di fazzoletti rettangolari di fibra di vetro che rinforzano la rasatura armata in prossimità degli spigoli delle aperture per contenere gli sforzi generati nella finitura.

L'immagine A2 rappresenta le fessurazioni provocate dalla mancanza della rete per la protezione degli spigoli delle aperture nei sistemi ETICS, che a causa dei cigli di bagnatura e asciugatura presentano colture e microfessure.

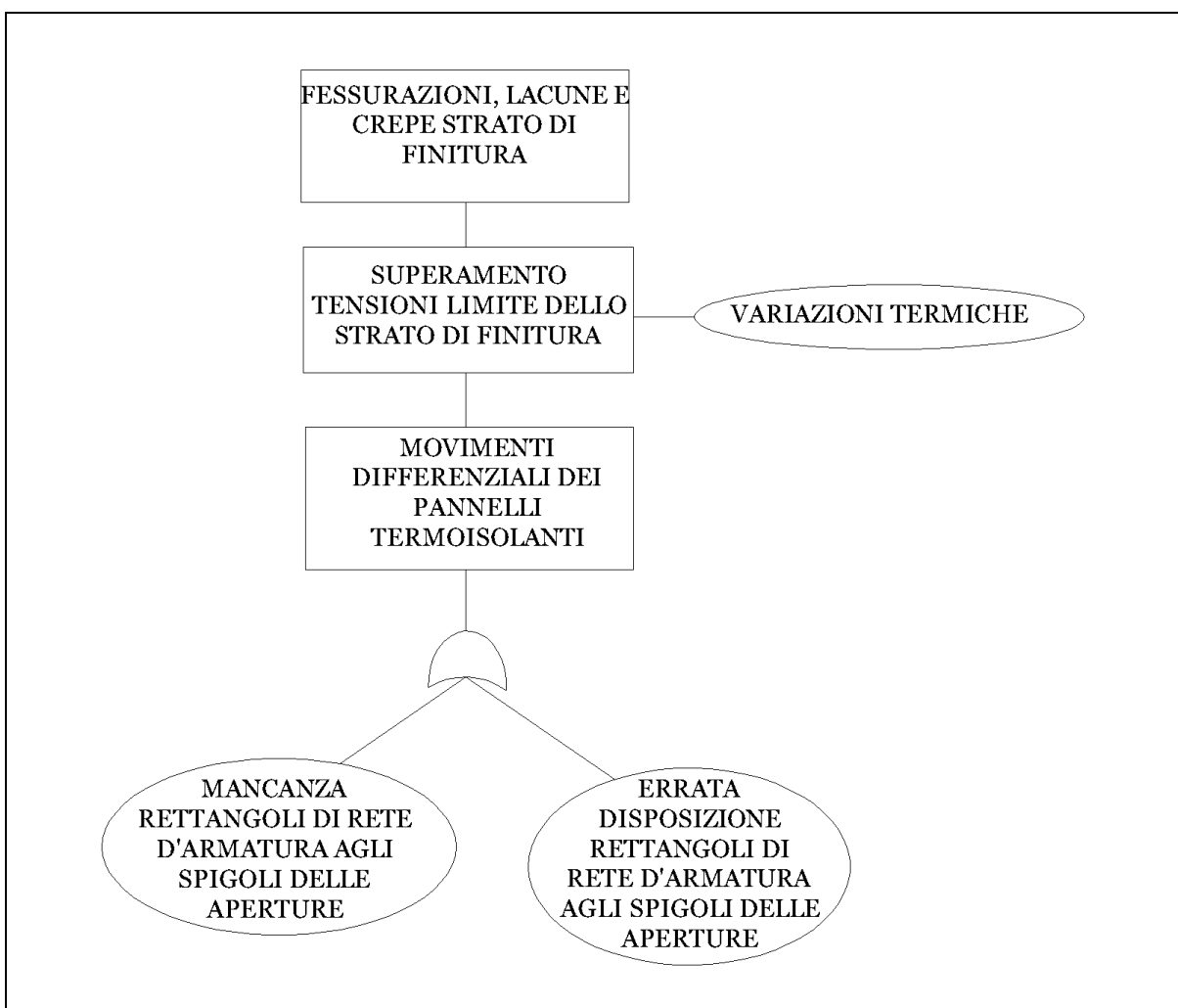
L'immagine A3 rappresenta il corretto schema di posa delle armature diagonali in prossimità delle aperture presenti all'interno di un sistema ETICS.

B MECCANISMO DI GUASTO

Quando la posa della rete d'armatura della rasatura esterna non viene effettuata a regola d'arte, nascono azioni interne che ne compromettono la stabilità.

I fenomeni fessurativi e di distacco della rasatura avvengono a causa della resistenza insufficiente alle tensioni interne elevate che coinvolgono la rasatura armata in corrispondenza degli spigoli delle aperture dove è assente o erroneamente posata la rete diagonale di rinforzo. Le sovrapposizioni dei bordi della rete devono essere superiori ai 10 centimetri.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D	AGENTI
----------	---------------

Sole.

E	DIFETTI
----------	----------------

Mancanza o errata posa dei rettangoli diagonali di rete d'armatura posti agli spigoli delle aperture.

F	RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO
----------	---

Anomalie caratteristiche

Fessure, lacune e distacchi degli strati di finitura agli spigoli delle aperture.

Altre informazioni utili

-

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Tenuta all'acqua, Tenuta all'aria, Estetica, Durabilità.
--

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione

Disgregazione superficiale, Espulsioni di materiale, Colature.
--

Criticità

Bassa.

Monitoraggio

-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
--

-

Prevenzione in fase di esecuzione
--

Posa della rete diagonale sovrapposta sugli angoli.

Prevenzione in fase di gestione
--

-

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Ripristino porzione danneggiata.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Rifacimento intero sistema ETICS.	

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Rimozione delle aree danneggiate e posa nuovo strato di finitura.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Posa nuova rasatura con inserimento di rete d'armatura con opportuni sormonti e fasce diagonali necessarie.	

21 - Fessure e microfessure nello strato di finitura a causa della mancanza della rete d'armatura

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Fessure e microfessure nello strato di finitura a causa della mancanza della rete d'armatura	Numero scheda	21
--------	---	---------------	-----------

Fessure e microfessure nello strato di finitura a causa della mancanza della rete d'armatura all'interno dello strato di rasatura.



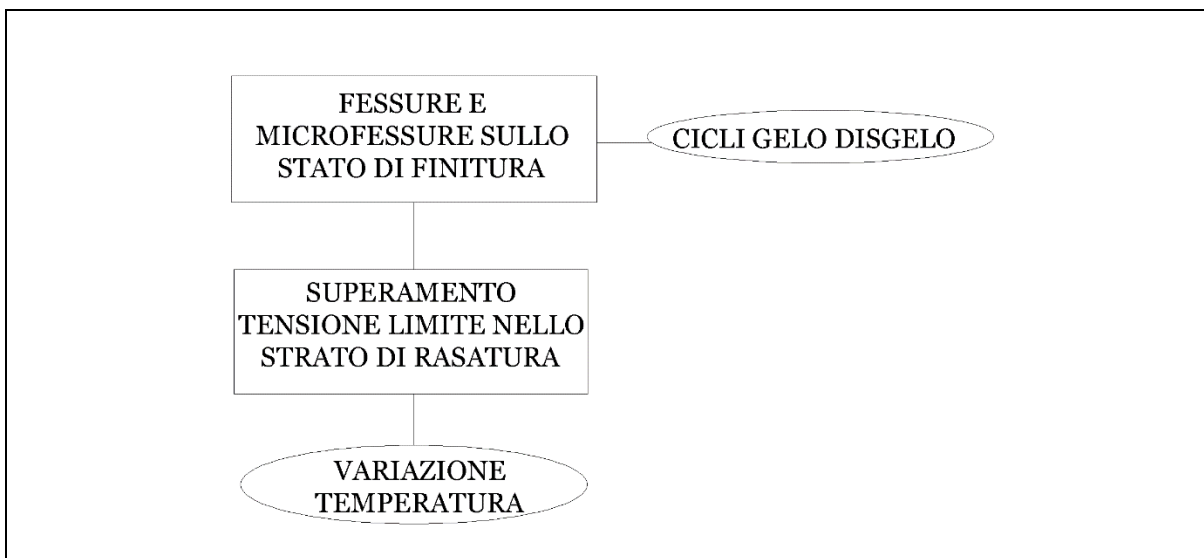
Immagine A1.

L'**immagine A1** riporta il caso di un angolo di un'apertura che presenta fessure e distacchi a causa della mancanza della rete d'armatura nello strato di rasatura.

B MECCANISMO DI GUASTO

L'assenza della rete d'armatura interposta fra i due strati di rasante porta alla formazione di fessure e microfessure dovute alle tensioni che coinvolgono gli strati di finitura e quello del rasante. Ad aggravare le condizioni della rasatura sprovvista di rete d'armatura contribuiscono fenomeni con i cicli di gelo e disgelo, poiché inducono tensioni elevate sugli strati più esterni del sistema ETICS.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Acqua, Vento, Temperatura.

E DIFETTI

Assenza rete d'armatura all'interno della rasatura.

F RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO

Anomalie caratteristiche

Fessure e microfessure sullo strato di finitura che possono degenerare producendo distacchi e buchi.

Altre informazioni utili

-

G PRESTAZIONI DISATTIVATE

Tenuta all'acqua, Tenuta all'aria, Stabilità, Permeabilità all'aria, Aspetto, Durabilità.

H EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI

Descrizione

Rigonfiamenti degli strati di finitura e rasatura.

Criticità

Media

Monitoraggio

-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
Prevenzione in fase di progetto	
Progettazione di una rasatura armata.	
Prevenzione in fase di esecuzione	
-	
Prevenzione in fase di gestione	
-	

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Ripristino rasatura ove presenta distacchi.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Rimozione e rifacimento dell'intera rasatura.	

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Rimozione rasatura compromessa e realizzazione nuova rasatura armata.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Rimozione rasatura, ripristino planarità superficie di posa e realizzazione rasatura armata su tutta la superficie del sistema.	

22 - Rigonfiamenti, fessure e distacchi causati dall'assorbimento idrico dei pannelli termoisolanti

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Rigonfiamenti, fessure e distacchi causati dall'assorbimento idrico dei pannelli termoisolanti	Numero scheda	22
--------	---	---------------	-----------

Rigonfiamenti, fessure e distacchi causati dall'assorbimento idrico dei pannelli termoisolanti, a causa della mancanza di protezione dalla pioggia e dall'umidità durante il periodo di stoccaggio in cantiere.

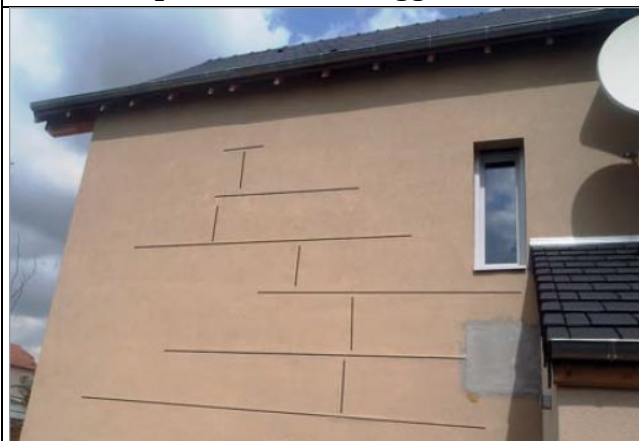


Immagine A1.

Immagine A2.

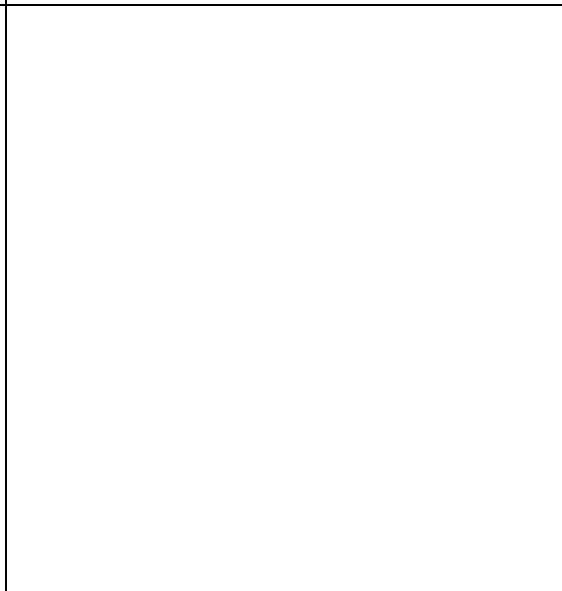


Immagine A3.

Le immagini si riferiscono ad un'abitazione dotata di sistemi ETICS, che riporta fessure in corrispondenza dei bordi dei pannelli in fibra di legno, presentatesi poco dopo la posa, a causa dello stoccaggio a contatto con gli agenti atmosferici.

B MECCANISMO DI GUASTO

L'errato stoccaggio dei materiali utilizzati per la realizzazione di sistemi ETICS, ne compromette le proprietà e la qualità.

Agenti atmosferici, come la pioggia, possono alterare il comportamento dei materiali per questo i produttori allegano una serie di prescrizioni specifiche per lo stoccaggio di ogni materiale.

In cantiere devono essere previste zone di stoccaggio protette, dalle intemperie o dal contatto diretto del sole, inoltre devono essere predisposte protezioni per evitare urti. Materiali idrofili, possono immagazzinare acqua e rilasciarla solo dopo la posa, compromettendone il comportamento.

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

Pioggia

E	DIFETTI
----------	----------------

Errato stoccaggio pannelli termoisolanti.

F	RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO
----------	---

Anomalie caratteristiche

Distacchi, fessure, microfessure, sollevamento o delocalizzazione dei pannelli.

Altre informazioni utili

Comparsa modi di guasto in breve tempo dopo l'applicazione.

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Aspetto, Durabilità, Controllo dei flussi termici.
--

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione

Distacco degli strati di finitura esterni ed esposizione dei pannelli agli agenti atmosferici, Lacune, Fessure, Espulsione materiale e Condensa superficiale.

Criticità

Elevata.

Monitoraggio

-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
--

-

Prevenzione in fase di esecuzione
--

Verifica e controllo dei materiali stoccati e dell'area di stoccaggio.
--

Prevenzione in fase di gestione
--

-

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia

Realizzazione rappezzi locali.

Interventi sull'agente

-

Interventi sul difetto

Rimozione e sostituzione dell'intero sistema.

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Realizzazione rappezzi locali ove si presentano le anomalie.	
Interventi sull'agente	
Interventi sul difetto	
Rimozione sistema esistente e rifacimento intero sistema ETICS.	

23 - Fessure e rigonfiamenti causati da scarsa qualità dei pannelli termoisolanti

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Fessure e rigonfiamenti causati da scarsa qualità dei pannelli termoisolanti	Numero scheda	23
--------	---	---------------	----

Rigonfiamenti e fessure causati dalle variazioni dimensionali dei pannelli termoisolanti, dovute alla scarsa qualità dei materiali utilizzati o alla errata stagionatura in fase di produzione.



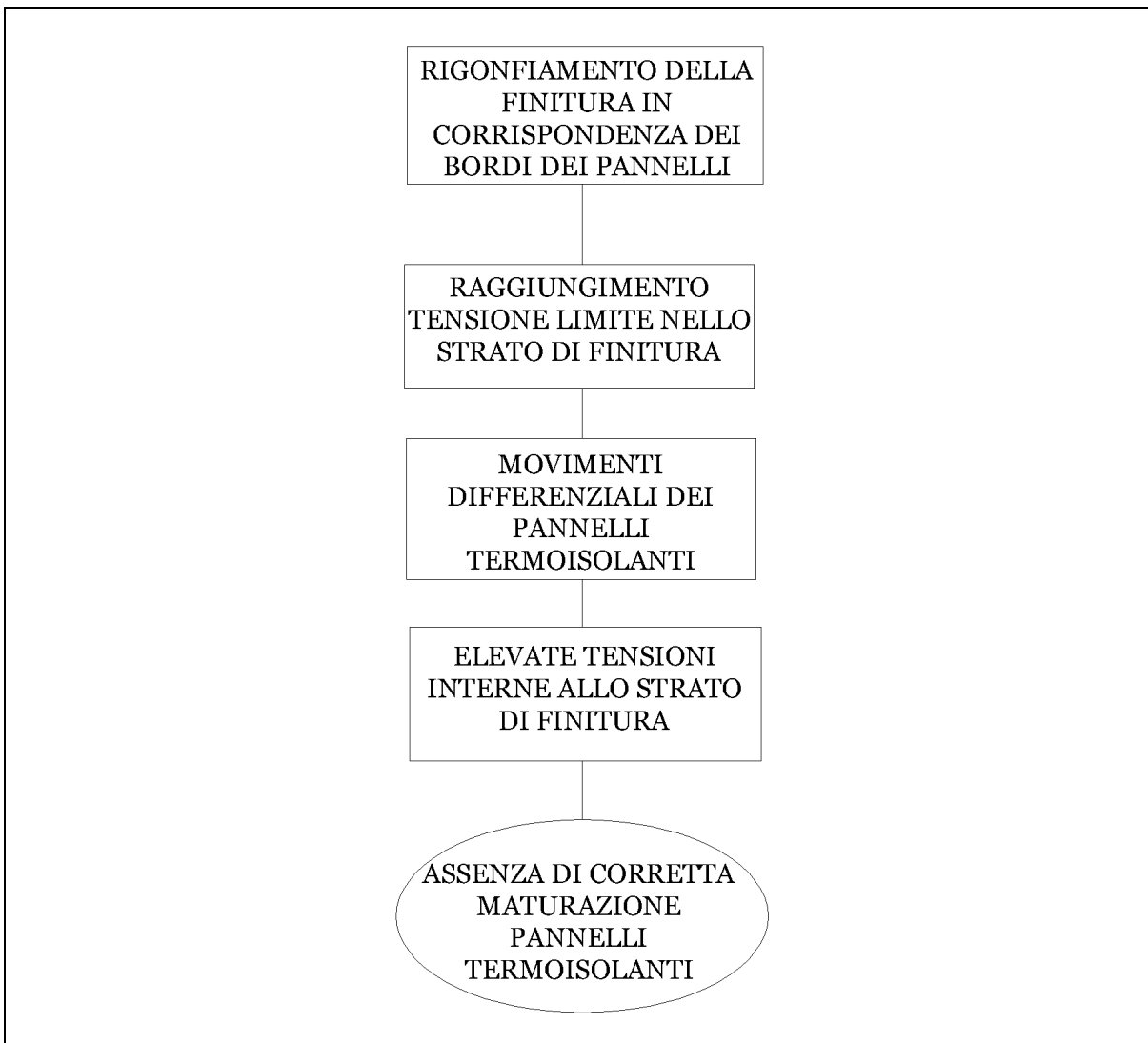
Immagine A1.

L'**immagine A1** rappresenta una facciata dotata di sistema ETICS dove sono comparse fessure in corrispondenza dei bordi dei pannelli termoisolanti, causati dall'arricciatura dei pannelli termoisolanti in EPS dovuta a un tempo di maturazione molto breve durante la maturazione.

B MECCANISMO DI GUASTO

Le fessurazioni e i rigonfiamenti, in corrispondenza dei bordi dei pannelli, sono ricollegabili alla scarsa qualità dei materiali utilizzati per la realizzazione del sistema ETICS. I pannelli in EPS possono accusare arricciature causate da una maturazione troppo breve durante la lavorazione. I difetti si aggravano se il sistema è esposto a pioggia vento e irraggiamento diretto del sole.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Vento, Variazione di temperatura.

E DIFETTI

Errata stagionatura pannelli termoisolanti.

F RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO

Anomalie caratteristiche

Fessure e rigonfiamenti in corrispondenza dei pannelli termoisolanti estese su tutta la superficie del sistema ETICS.

Altre informazioni utili

-

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Tenuta all'acqua, Tenuta all'aria, Aspetto, Durabilità, Isolamento termico.

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione
Distacco degli strati di finitura esterni ed esposizione dei pannelli agli agenti atmosferici, Lacune, Fessure e Espulsione materiale.

Criticità
Media

Monitoraggio
-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
-
Prevenzione in fase di esecuzione
-
Prevenzione in fase di produzione
Rispetto delle tempistiche di stagionatura dei pannelli termoisolanti.
Prevenzione in fase di gestione
-


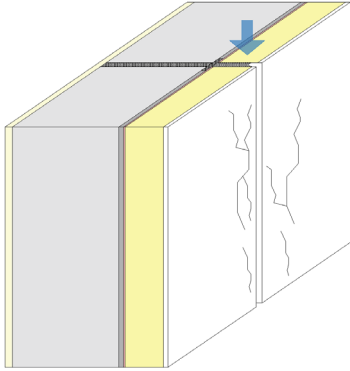
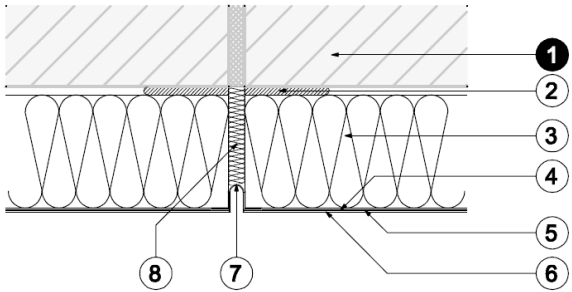
L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia
Realizzazione di rappezzi locali.
Interventi sull'agente
-
Interventi sul difetto
Rimozione del sistema ETICS termico e successivo ripristino.

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia
Rimozione superficie compromesse e realizzazione rappezzi locali.
Interventi sull'agente
-
Interventi sul difetto
Rimozione sistema esistente e realizzazione di uno nuovo sistema ETICS.

24 - Fessure e rigonfiamenti causati da infiltrazioni in corrispondenza del giunto di dilatazione

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO			
Titolo	Fessure e rigonfiamenti causati da infiltrazioni in corrispondenza del giunto di dilatazione	Numero scheda	24
Rigonfiamenti e fessure sulla superficie di finitura del sistema ETICS causati dall'infiltrazione di acqua all'interno del giunto di dilatazione.			
			
Immagine A1.		Immagine A2.	
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Struttura della parete 2. Collante 3. Pannelli isolanti (EPS/PU/MW) 4. Rasatura armata 5. Primer (dipendente dal Sistema) 6. Rivestimento di finitura a intonaco 7. Giunto di dilatazione 8. Materiale isolante di rivestimento posteriore 	
Immagine A3.			
L' immagine A1 rappresenta l'applicazione di un giunto di dilatazione in corrispondenza di uno spigolo del sistema ETICS.			
L' immagine A2 rappresenta schematicamente la finitura del sistema ETICS fessurata a causa delle infiltrazioni di acqua attraverso il giunto di dilatazione.			
L' immagine A3 schema applicazione corretta giunto di dilatazione per sistemi ETICS.			

B **MECCANISMO DI GUASTO**

Le fessurazioni e i rigonfiamenti, in corrispondenza dei giunti di dilatazione tra pannelli, sono ricollegabili alle infiltrazioni di acqua all'interno del giunto di dilatazione del sistema ETICS. I difetti si aggravano quando il sistema è esposto a pioggia vento e irraggiamento diretto del sole.

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

Acqua.

E	DIFETTI
----------	----------------

Infiltrazione acqua in corrispondenza dei giunti di dilatazione.
--

F	RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO
----------	---

Anomalie caratteristiche
Fessure e rigonfiamenti in corrispondenza dei giunti di dilatazione sulla superficie di finitura del sistema ETICS.

Altre informazioni utili
-

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Tenuta all'acqua, Aspetto, Durabilità.
--

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione
Distacco degli strati di finitura esterni ed esposizione dei pannelli agli agenti atmosferici, Lacune, Fessure e Espulsione materiale.

Criticità
Media

Monitoraggio
-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
-

Prevenzione in fase di esecuzione
Inserimento sistemi water-stop in corrispondenza del giunto di dilatazione

Prevenzione in fase di gestione
-

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia
Realizzazione di rappezzi locali.

Interventi sull'agente
-

Interventi sul difetto
Rimozione del sistema ETICS termico e realizzazione giunto di dilatazione.

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia
Rimozione superficie compromesse e realizzazione rappezzi locali.
Interventi sull'agente
-
Interventi sul difetto
Rimozione sistema esistente e realizzazione di uno nuovo giunto di dilatazione.

25 - Rigonfiamenti dovuti alla scarsa permeabilità al vapore degli strati di finitura esterna

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Rigonfiamenti dovuti alla scarsa permeabilità al vapore degli strati di finitura esterna	Numero scheda	25
--------	---	---------------	-----------

Rigonfiamenti della superficie di finitura esterna del sistema a causa della sua scarsa permeabilità al vapore.



Immagine A1.

L'**immagine A1** riporta la superficie esterna di un sistema ETICS che presenta rigonfiamenti causati dalla scarsa permeabilità al vapore degli strati di finitura che non permette di eliminare il vapore.

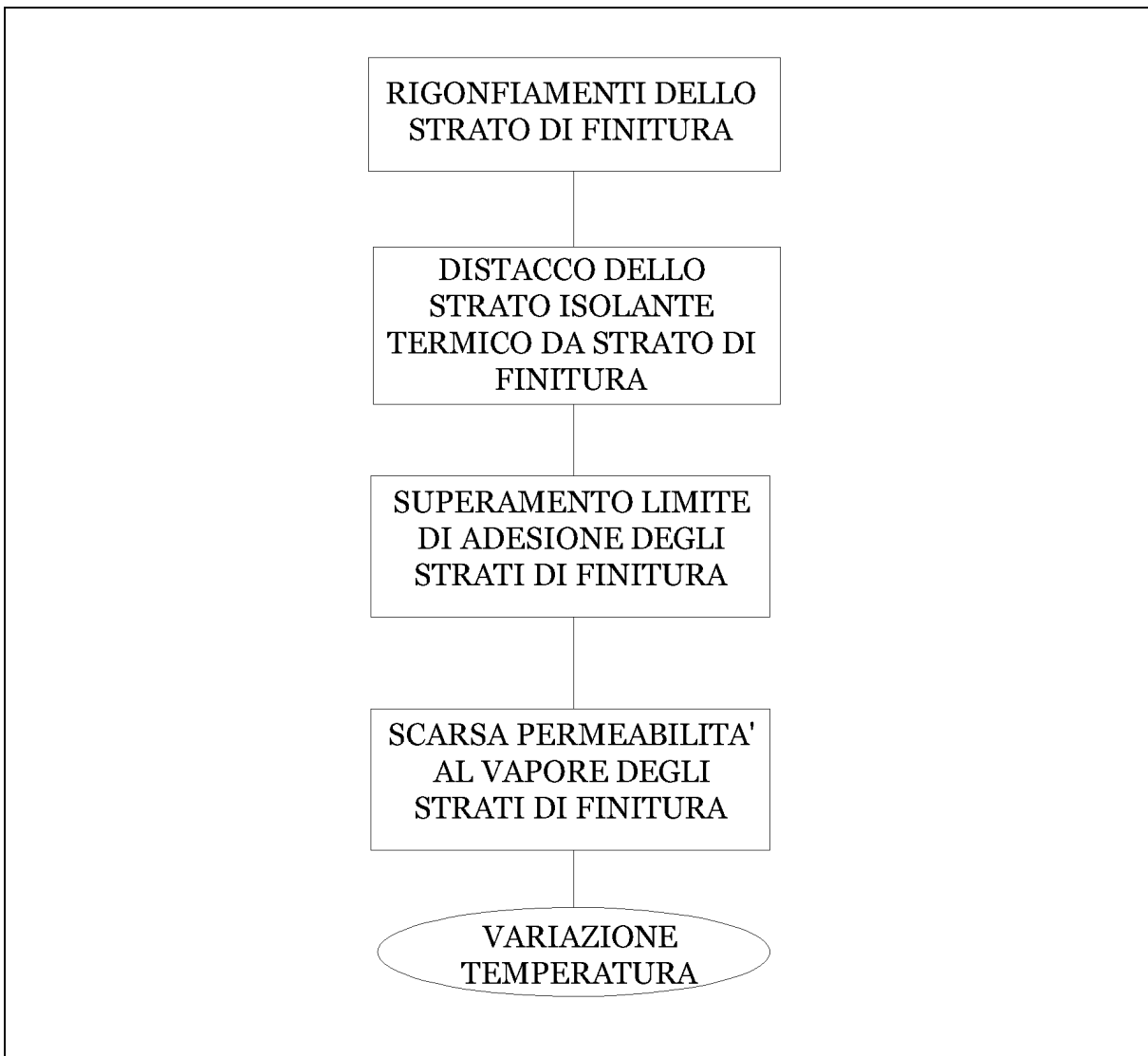
B MECCANISMO DI GUASTO

Ponendo strati di finitura meno permeabili al vapore, degli strati più interni, il vapore rimane intrappolato al di sotto della finitura. Quando il vapore rimane intrappolato rompe i legami che uniscono la rasatura o l'intonaco ai pannelli di isolante termico creando dei rigonfiamenti e delle bolle che modificano la planarità della superficie.

La variazione di temperatura e i cicli gelo disgelo aggravano la situazione.

La superficie della finitura esterna slegata dal supporto risulta molto fragile, per questo sono frequenti distacchi che espongono agli agenti esterni le superfici dei pannelli termoisolanti.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Variazioni di temperatura, Vapore.

E DIFETTI

Ridotta permeabilità al vapore degli strati di finitura.

F RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO

Anomalie caratteristiche

Rigonfiamenti che provocano il distacco degli strati di finitura.

Altre informazioni utili

-

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Aspetto, Durabilità.

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione

Disgregazione e distacchi della superficie di finitura.

Criticità

Media

Monitoraggio

-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
--

Progettazione di sistemi con adeguata permeabilità al vapore.

Prevenzione in fase di esecuzione
--

-

Prevenzione in fase di gestione
--

-

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia

Rimozione delle aree che presentano rigonfiamenti.
--

Interventi sull'agente

-

Interventi sul difetto

Rifacimento completo sistema.

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia

Eliminazione tramite delle porzioni compromesse e dove necessario ripristino dell'intonaco tramite rappezzi.
--

Interventi sull'agente

-

Interventi sul difetto

Rimozione sistema esistente, ripristino superficie di supporto e realizzazione nuovo sistema ETICS.

26 - Fori e fessure sulla superficie di finitura causati da urti

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Fori e fessure sulla superficie di finitura causati da urti	Numero scheda	26
--------	--	---------------	-----------

Fori e fessure sulla superficie di finitura causati da urti provocati da eventi antropici

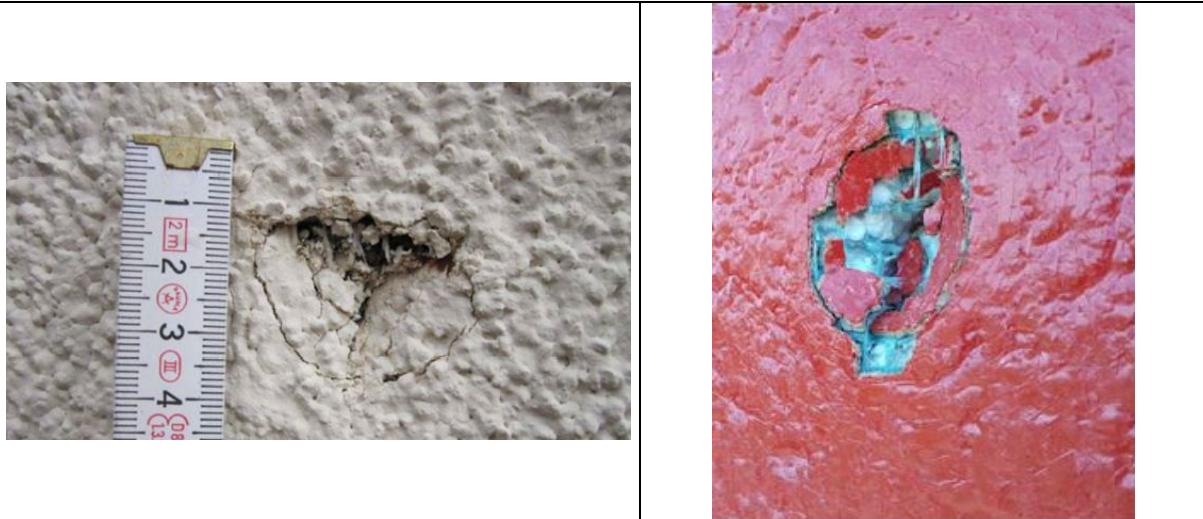


Immagine A1.

Immagine A2.



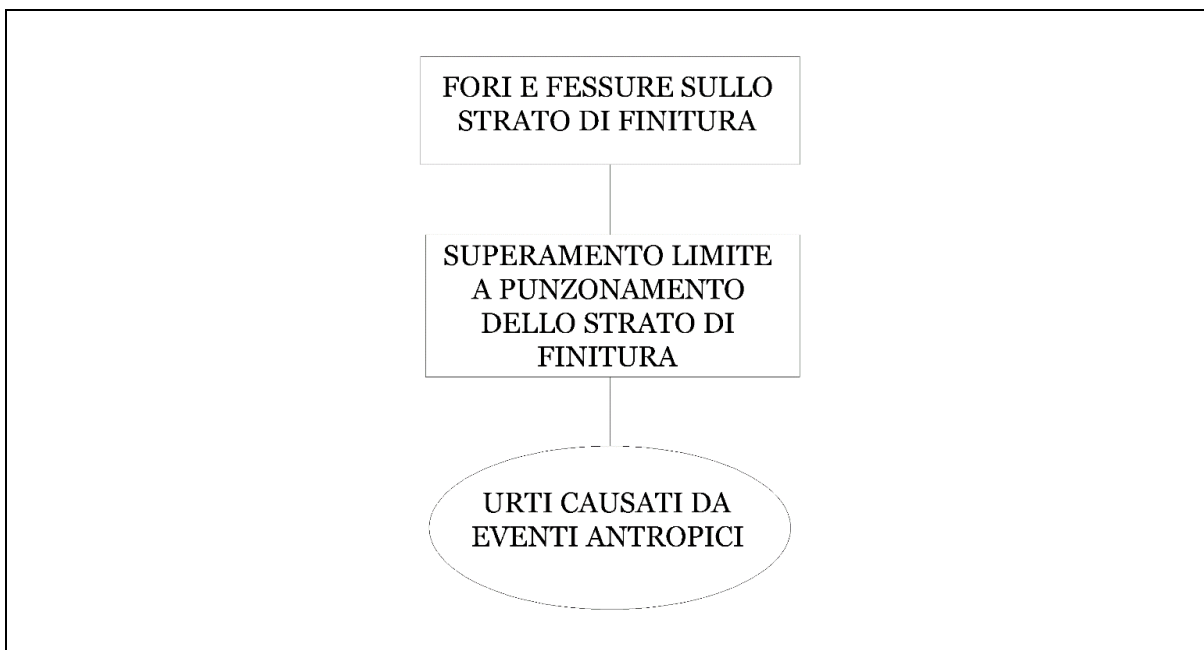
Immagine A3.

Le **immagini A1 e A2** riportano i danni provocati da urti su sistemi ETICS. L'**immagine A3** riporta il degrado causato molteplici urti che hanno coinvolto gli strati più esterni del sistema ETICS raggiungendo lo strato di isolante termico.

B MECCANISMO DI GUASTO

Urti provocati dal passaggio di uomini o da macchine e altri agenti antropici creano fori sulla superficie della finitura esterna dei sistemi ETICS quando questi non hanno adatte proprietà di resistenza a punzonamento.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Urti.

E DIFETTI

Superamento limite a punzonamento dello strato di finitura esterna.

F RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO

Anomalie caratteristiche

Fori e fessure negli strati di finitura.

Altre informazioni utili

Quando gli urti sono di origine antropica i difetti si concentrano nelle aree accessibili (fasce più basse, lato strada o passaggi pedonali).

G PRESTAZIONI DISATTIVATE

Aspetto, Durabilità.

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione
Disgregazione della superficie del materiale termoisolante esposto agli agenti esterni.

Criticità
Bassa

Monitoraggio
-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
Previsione sistemi di protezione nelle fasce accessibili agli agenti antropici con corretto grado di resistenza meccanica.

Prevenzione in fase di esecuzione
-

Prevenzione in fase di gestione
-

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia
Ripristino strato di finitura dove presenta fori e fessure.

Interventi sull'agente
-

Interventi sul difetto
Messa in opera di sistemi di protezione.

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia
Pulizia accurata delle aree che presentano fori e fessure. Ripristino e regolarizzazione della superficie esterna.

Interventi sull'agente
-

Interventi sul difetto
Realizzazione e posa di sistemi di protezione per le aree interessate da urti.

27 – Fori sulla superficie di finitura causati da grandine

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Fori sulla superficie di finitura causati da grandine	Numero scheda	27
--------	--	---------------	-----------

Fori sulla superficie di finitura del sistema ETICS causati dalla grandine.



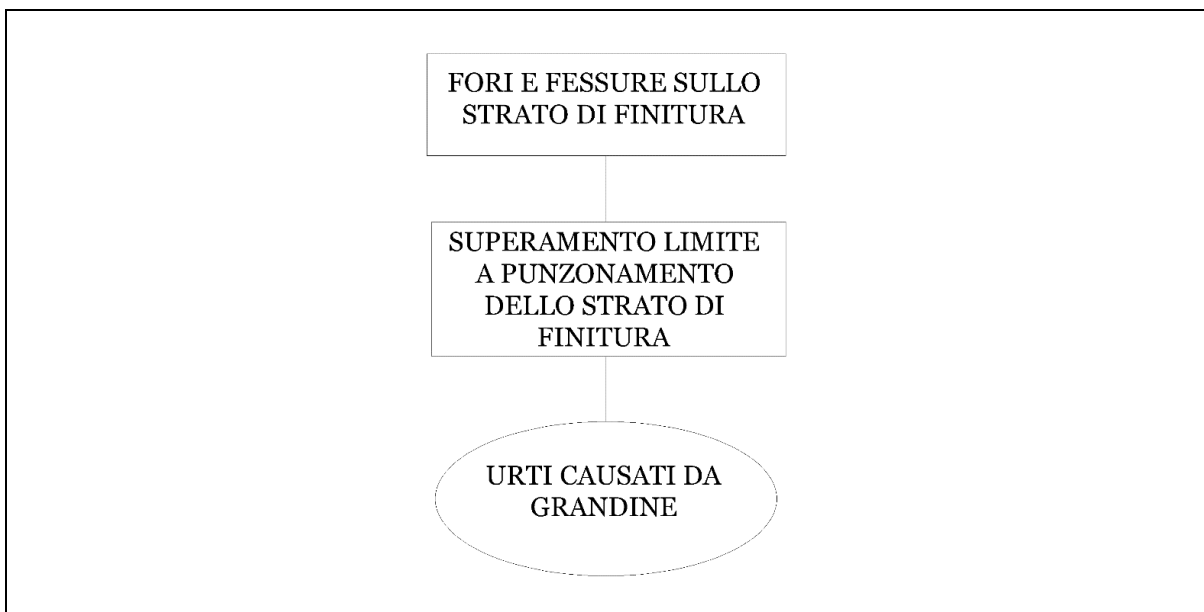
Immagine A1.

L'immagine A1 riporta la superficie di finitura di un sistema ETICS danneggiata dagli urti prodotti dalla grandine.

B MECCANISMO DI GUASTO

Urti provocati da grandine e forte vento che creano fori sulla superficie della finitura esterna dei sistemi ETICS quando questi non hanno adatte proprietà di resistenza a punzonamento.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Grandine.

E DIFETTI

Superamento limite a punzonamento dello strato di finitura esterna.

F RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO

Anomalie caratteristiche

Fori sulla superficie di finitura.

Altre informazioni utili

-

G PRESTAZIONI DISATTIVATE

Aspetto, Durabilità.

H EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI

Descrizione

Disgregazione della superficie del materiale termoisolante esposto agli agenti esterni.

Criticità

Bassa.

Monitoraggio

-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
Prevenzione in fase di progetto	
-	
Prevenzione in fase di esecuzione	
Controllo verticalità superficie di finitura esterna.	
Prevenzione in fase di gestione	
-	

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Ripristino strato di finitura dove presenta fori e fessure.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Rimozione e sostituzione strato di finitura del sistema ETICS.	

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Pulizia accurata delle aree che presentano fori e fessure. Ripristino e regolarizzazione della superficie esterna.	
Interventi sull'agente	
Interventi sul difetto	
Rimozione e realizzazione di un nuovo strato di finitura del sistema ETICS su tutta la superficie.	

28 – Attacco biologico

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Attacco biologico	Numero scheda	28
--------	--------------------------	---------------	-----------

Formazione di alghe, muffe, vegetazione su sistemi ETICS che alterano cromaticamente lo strato di finitura.



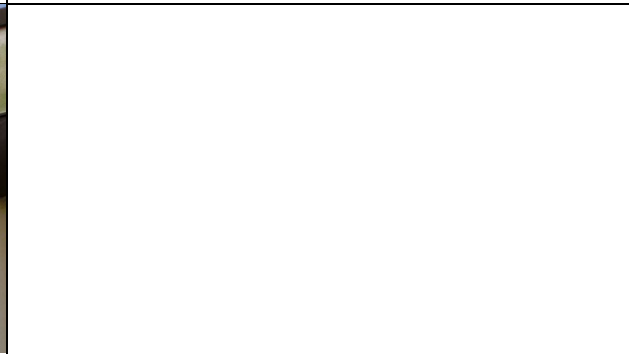
Immagine A1.



Immagine A2.



Immagine A3.



L'**immagine A1** riporta una facciata su cui sono presenti depositi di alghe microscopiche trasportati dalle acque meteoriche, le strisce di colore granata si sviluppano dall'alto verso il basso (baffi).

L'**immagine A2** riporta una facciata con un diffuso attacco biologico, che altera cromaticamente la facciata. Inoltre, sono visibili alterazioni cromatiche in corrispondenza dei ponti termici creati dall'errata posa dei tasselli.

L'**immagine A3** riporta i depositi di sostanze organiche trasportati dalle acque meteoriche.

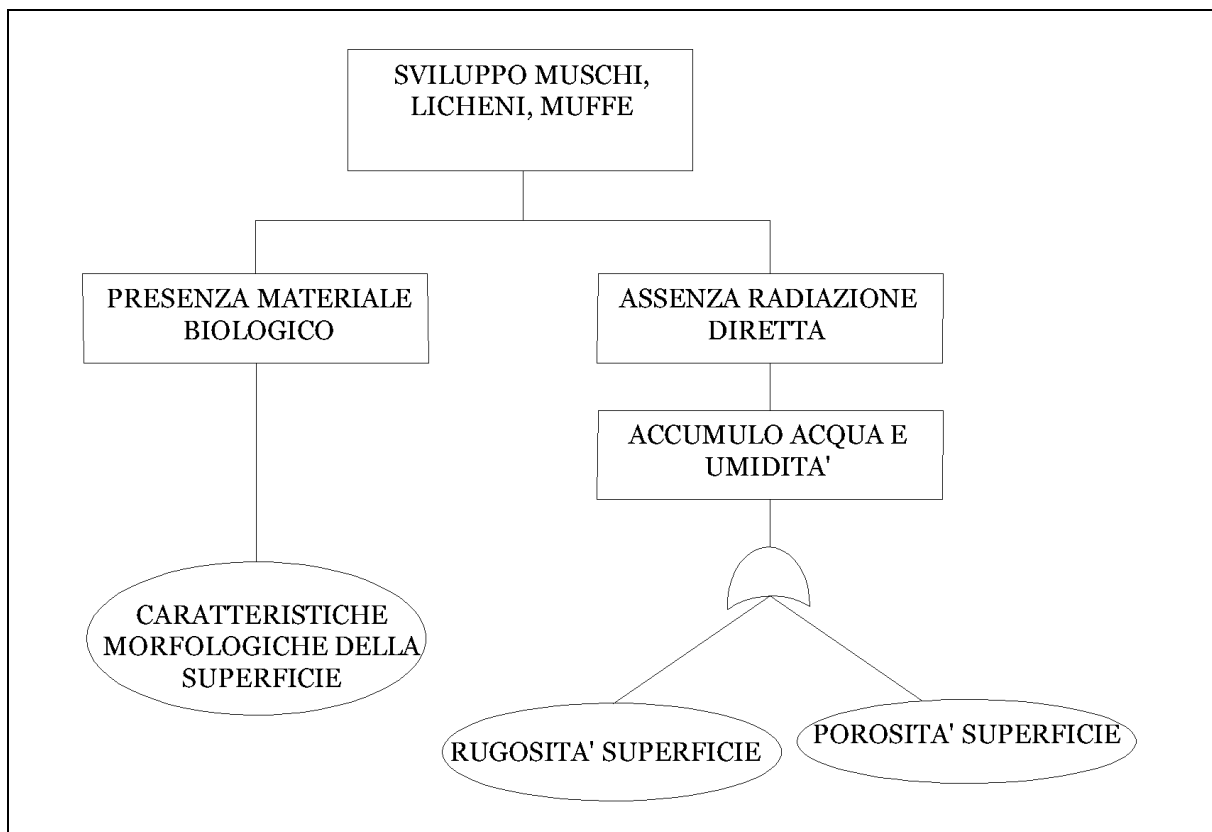
B MECCANISMO DI GUASTO

Gli organismi vegetali alterano i materiali perché in essi trovano nutrimento o rifugio. Il nutrimento può essere presente nel materiale stesso (si pensi ad esempio al legno) o nell'ambiente, in questo caso si deposita sul materiale (ad esempio nelle pietre). Spore e sedimenti trasportati da vento e acqua possono depositarsi sulla superficie a causa della rugosità del supporto. Inoltre, i materiali porosi possono accumulare acqua creando un ambiente adatto alla nascita e alla crescita di specie biologiche.

Vegetali come muschi, licheni, funghi e alghe in genere provocano solo un'alterazione superficiale, fondamentale di carattere estetico. Questi si insediano sulla superficie dei materiali nelle zone che rimangono umide. Nel tempo possono assumere una colorazione scura e quindi sono spesso confusi con le croste nere prodotte dall'attacco acido sui materiali calcarei. Invece gli arbusti e i rampicanti con le loro radici possono intaccare non solo lo strato di finitura ma anche gli strati inferiori, potendo raggiungere la struttura portante, generando un'alterazione di tipo meccanico.

Alcuni di questi organismi in grado di produrre acidi organici provocano anche un degrado di tipo chimico.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Radici, Umidità, Ristagno d'acqua.

E DIFETTI

Mancata pulizia o elevata porosità e rugosità del supporto, ambiente adatto alla crescita di specie biologiche.

F RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO

Anomalie caratteristiche

Anomalie cromatiche in presenza di muschi, Distacchi degli elementi di finitura e dei pannelli termoisolanti, lacune dovute alle radici, Fratture dovute alle radici, Presenza di organismi biologici di vario genere (Muschi, Piante, Arbusti, Rampicanti, ecc...).

Altre informazioni utili

-

G PRESTAZIONI DISATTIVATE

Aspetto, Durabilità.

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione
Distacco degli strati di finitura esterni ed esposizione dei pannelli agli agenti atmosferici, Lacune, Fessure, Espulsione materiale.

Criticità
Media

Monitoraggio
Manutenzione ordinaria delle superficie esterne dello stabile, prevedendo l'eliminazione di agenti biologici dannosi.

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
--

-

Prevenzione in fase di esecuzione
--

-

Prevenzione in fase di gestione
--

Pulizia pensiline, canali, superfici da depositi di materiale biologico ed eliminare umidità dalle superfici.

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia

Pulizia superficie esterne e ripristino della rasatura e della finitura dove danneggiata.

Interventi sull'agente

-

Interventi sul difetto

Pulizia e ripristino intero sistema.

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia

Eliminazione tramite l'utilizzo di una idropulitrice dei depositi e dove necessario ripristino della rasatura e della finitura tramite rappezzi.
--

Interventi sull'agente

-

Interventi sul difetto

Pulizia delle superfici, rimozione delle sezioni di intonaco compromesse e successivo ripristino, con l'inserimento di agenti biocidi. Eliminazione di specie biologiche parassite in adiacenza al perimetro dell'edificio.

29 - Attacco biologico ed efflorescenze nella fascia a contatto con il terreno della superficie di finitura causati dall'eccessiva umidità presente

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Attacco biologico ed efflorescenze nella fascia a contatto con il terreno della superficie di finitura causati dall'eccessiva umidità presente	Numero scheda	29
--------	---	---------------	-----------

Attacco biologico ed efflorescenze causati dalla elevata umidità presente negli strati di finitura a causata dal contatto diretto dello strato termoisolante con il terreno.



Immagine A1.



Immagine A2.

L'**immagine A1** rappresenta la formazione efflorescenze sugli strati di finitura provocandone il distacco.

L'**immagine A2** riporta il caso di un'area coinvolta da schizzi d'acqua a livello del terreno con la comparsa microrganismi.

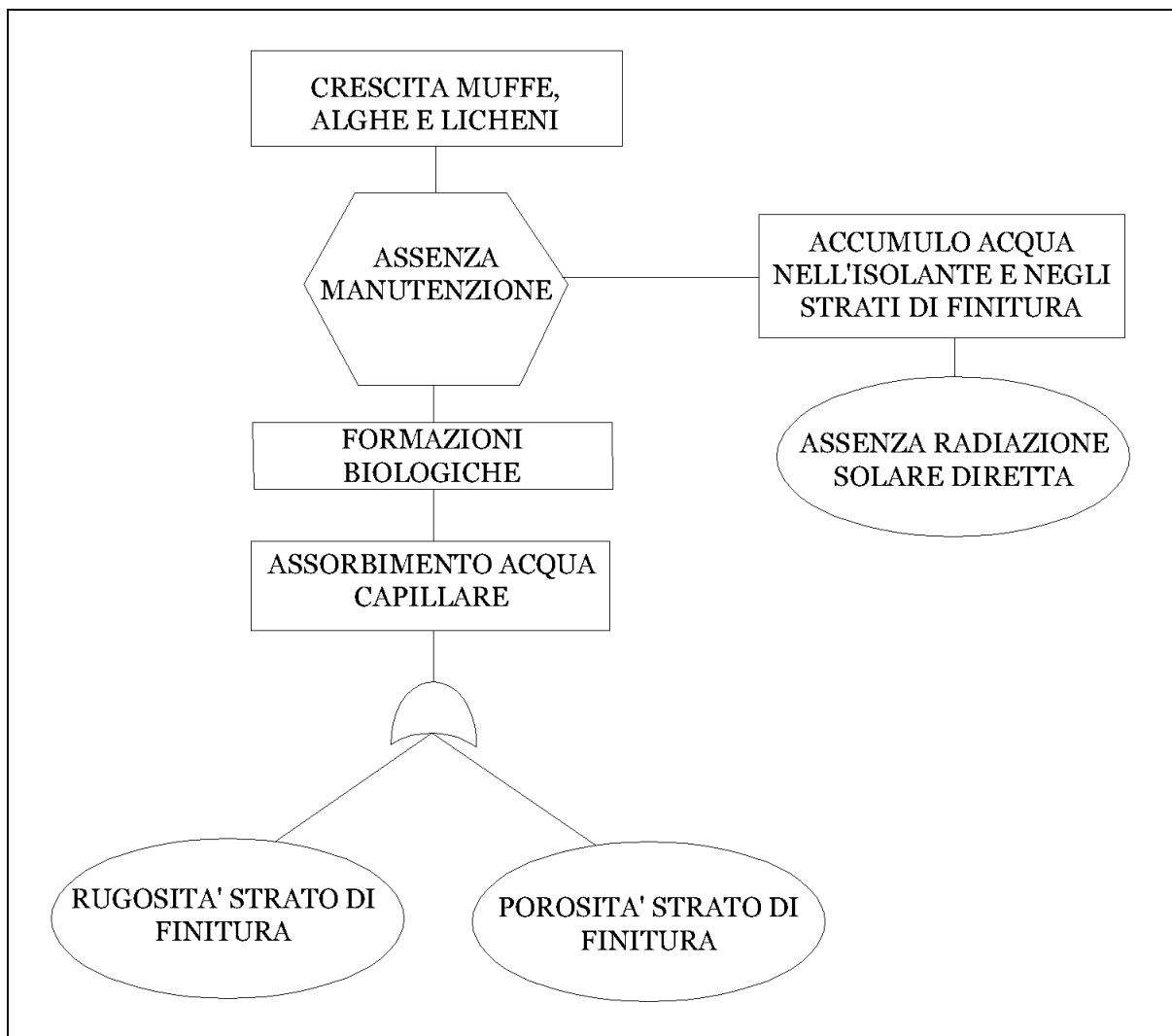
B MECCANISMO DI GUASTO

Il contatto diretto dell'isolante termico con il terreno provoca l'assorbimento di acqua e sostanze che aumentano l'umidità interna del sistema rendendo la superficie di finitura una superficie adatta alla formazione di muffe, muschi e altri vegetali.

Il particolato in sospensione nell'aria trova nelle finiture esterne porose e rugose aree adatte alla formazione di depositi di materiale biologico e non.

Nei casi peggiori si avrà la formazione di efflorescenze (**immagine A1**) che portano al distacco completo della superficie di finitura esterna.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Vento, Temperatura, Pioggia,

E DIFETTI

Continuità fra sistema ETICS e terreno.

F RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO

Anomalie caratteristiche

Crescita di muffe, muschio e altre forme vegetali e depositi di particolato nella fascia del sistema ETICS a contatto con il terreno. Distacchi dello strato di finitura a causa della formazione di cristalli di sali al di sotto dello strato di rasante.

Altre informazioni utili

-

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Controllo dei flussi di energia, Aspetto, Durabilità.

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione

Disgregazione della superficie di finitura e dei pannelli termoisolanti a causa dei cicli di gelo e disgelo.
--

Criticità

Bassa

Monitoraggio

-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
--

Progettazione di un sistema per la protezione del sistema ETICS dal contatto diretto con il terreno.
--

Prevenzione in fase di esecuzione
--

-

Prevenzione in fase di gestione
--

Pulizia superficie di finitura.

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia

Pulizia superficie finitura che presenta formazioni biologiche.

Interventi sull'agente

-

Interventi sul difetto

Rimozione e ripristino dell'intero sistema nella fascia a contatto con il terreno.
--

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia

Pulizia superficie esterna che presenta formazioni biologiche tramite l'utilizzo di idropulitrice.
--

Interventi sull'agente

-

Interventi sul difetto

Rimozione intero sistema nella fascia a contatto con il terreno, regolarizzazione superficie di posa e realizzazione nuovo sistema ETICS utilizzando materiali compatibili con aree caratterizzate dalla permanenza di acqua, come i pannelli in XPS o mediante la posa di una terza mano di rasante di tipo elastomerico impermeabilizzante.

30 – Anomalie cromatiche dovute a depositi di polvere in corrispondenza dei bordi dei pannelli termoisolanti

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Anomalie cromatiche dovute depositi di polveri in corrispondenza dei bordi dei pannelli termoisolanti	Numero scheda	30
--------	--	---------------	-----------

A causa delle elevate conducibilità e permeabilità del materiale adesivo che viene erroneamente interposto anche fra gli spigoli dei pannelli, si creano ponti termici tra i pannelli che permettono la formazione depositi di polveri che creano fasce di colorazione differente in corrispondenza dei bordi dei pannelli di isolante termico.

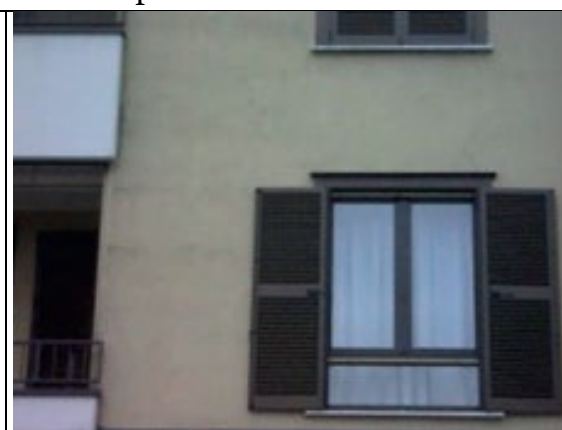
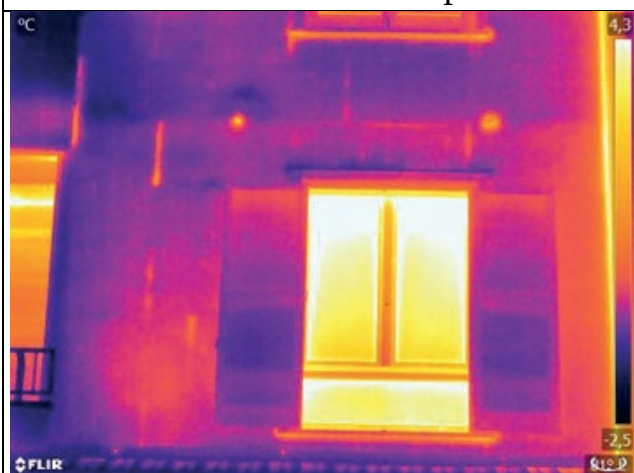


Immagine A1.

Immagine A2.



Immagine A3.

L'**immagine A1** riporta la termografia della facciata dell'immagine A2, dove sono evidenti i ponti termici creati dalla malta inserita tra i pannelli di isolante termico.

L'**immagine A2** riporta una facciata dove in corrispondenza dei bordi dei pannelli termoisolanti, a causa della mancata planarità dello strato di finitura, compaiono anomalie cromatiche dovute a depositi di polvere.

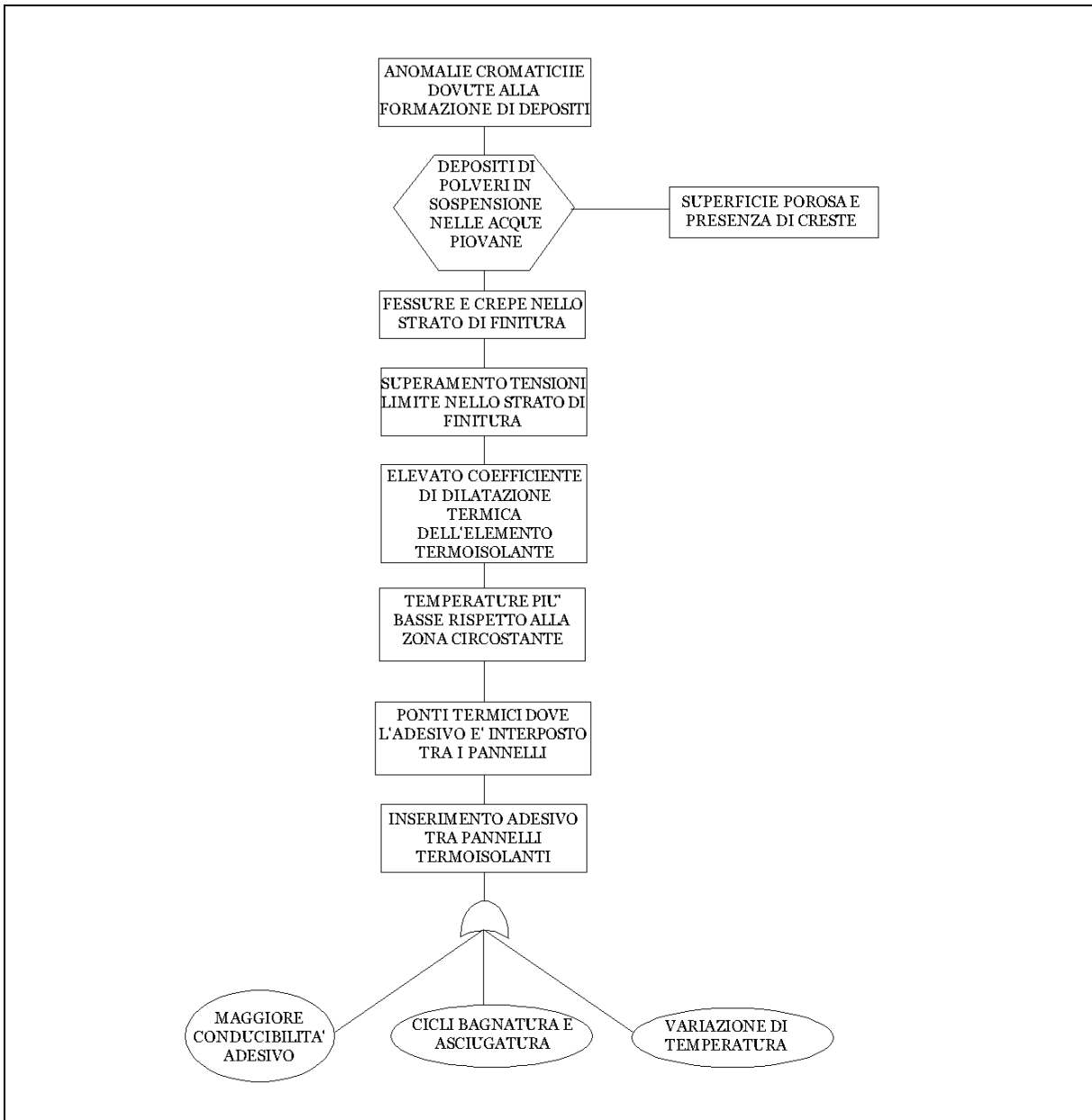
L'**immagine A3** riporta il caso di un sistema ETICS fessurato in corrispondenza dei bordi dei pannelli, dove depositi di polvere creano anomalie cromatiche.

B MECCANISMO DI GUASTO

L'errato inserimento di uno strato di adesivo fra gli spigoli dei pannelli di isolante termico compromette la continuità del sistema ETICS, creando ponti termici. A causa della conducibilità più alta dello strato di adesivo tra i pannelli si ha un maggiore scambio termico, evidenziato attraverso le analisi con termocamera (**immagine A1**) dove sono evidenti le differenze di temperatura tra il materiale termoisolante e gli spigoli con l'adesivo.

La formazione di fessure sulla superficie di finitura in corrispondenza dei bordi dei pannelli favorisce la formazione di depositi di polveri, che creano anomalie cromatiche sulla superficie esterna del sistema.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Acqua, Temperatura.

E DIFETTI

Ponte termico generato dalla differente conducibilità termica della malta interposta tra i pannelli di isolante termico.

F RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO

Anomalie caratteristiche

Differente colorazione provocata depositi di polveri che evidenziano i bordi dei pannelli di isolante termico.

Altre informazioni utili	
-	
G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
Controllo dei flussi di energia, Aspetto, Durabilità.	
H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
Descrizione	
Elevata conducibilità termica e creazione di flussi termici ai bordi dei pannelli di isolante termico.	
Criticità	
Bassa	
Monitoraggio	
Osservazione periodica con termocamera, registrando eventuali variazioni e ampliamento dei difetti.	
I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
Prevenzione in fase di progetto	
-	
Prevenzione in fase di esecuzione	
Supervisione delle operazioni di messa in opera.	
Prevenzione in fase di gestione	
-	
L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Pulizia e ripristino della finitura esterna.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Sostituzione intero sistema ETICS.	
M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Pulizia della superficie di finitura, rimozione delle aree compromesse e ripristino dello strato di finitura.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Rimozione sistema esistente, ripristino superficie di supporto e realizzazione nuovo sistema ETICS.	

31 – Alterazione cromatica causata dal ponte termico in corrispondenza dei tasselli

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Alterazione cromatica causata dal ponte termico in corrispondenza dei tasselli	Numero scheda	31
--------	---	---------------	-----------

I tasselli utilizzati per il fissaggio meccanico del sistema ETICS, genereranno delle aree di colorazione differente in corrispondenza delle teste dei tasselli a causa del ponte termico dovuto alla conducibilità differente dello strato di stucco utilizzato.

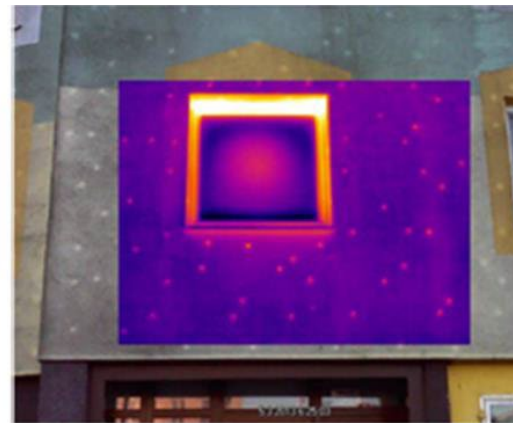


Immagine A1.

Immagine A2.

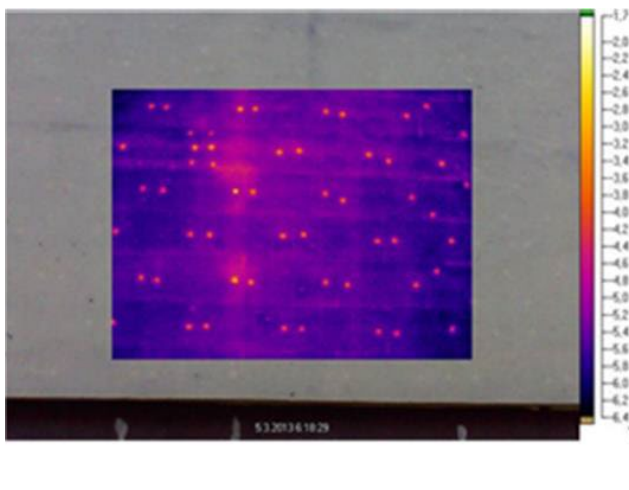


Immagine A3.

Immagine A4.

L'**immagine A1** riporta una facciata in cui i ponti termici in corrispondenza dei tasselli, provocano anomalie cromatiche di forma circolare.
 Le **immagini A2 e A3** riportano fotografie ottenute tramite termocamera, che evidenziano come in corrispondenza dei tasselli vi sia una differente temperatura, a causa della maggiore conducibilità termica.
 L'**immagine A4** riporta il dettaglio di una facciata sulla quale si sono presenti anomalie cromatiche in corrispondenza dei tasselli provocate dai ponti termici.

B MECCANISMO DI GUASTO

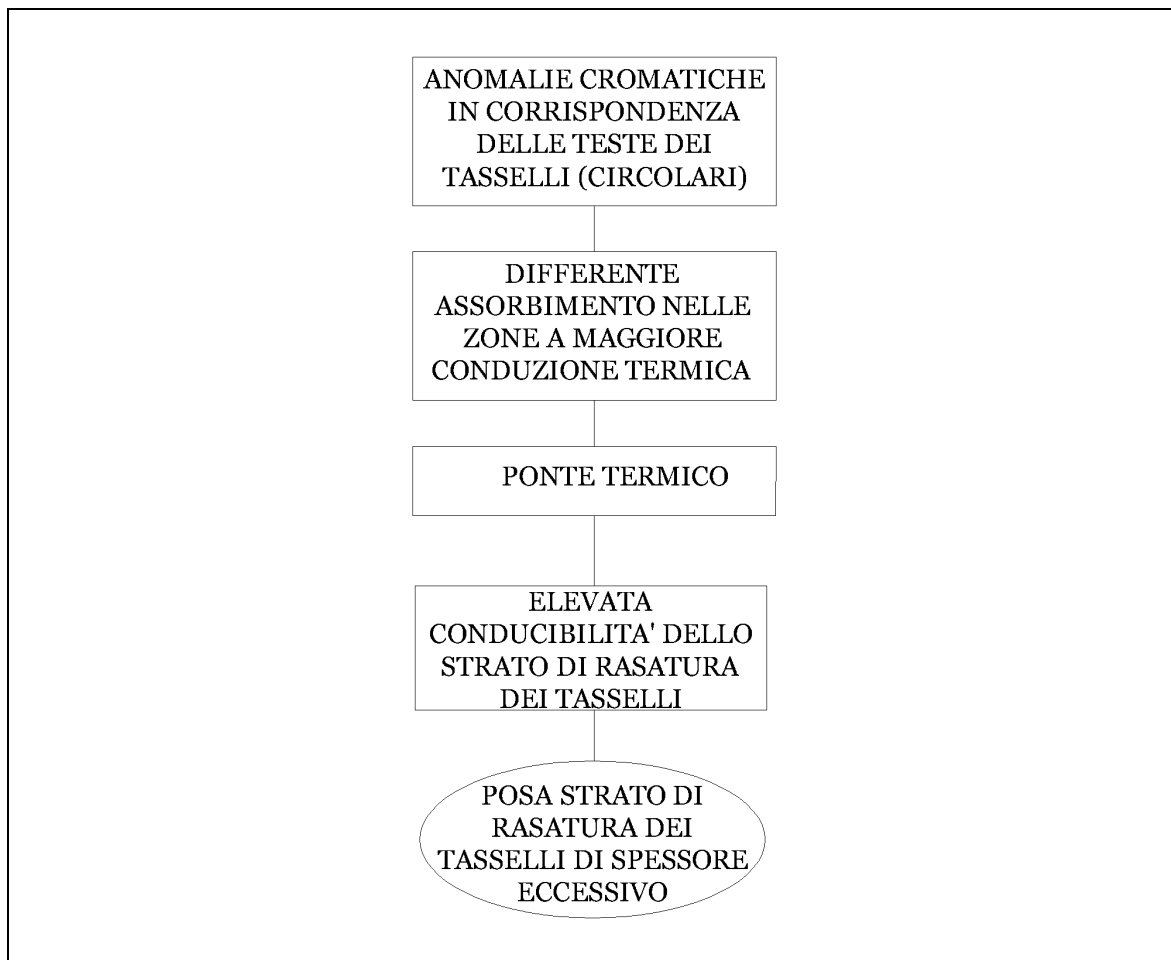
L'errato inserimento dei tasselli per il fissaggio meccanico provoca la formazione di anomalie cromatiche del rivestimento, in corrispondenza delle teste dei tasselli, facilmente distinguibili da altre anomalie perché si creano "macchie" perfettamente circolari.

I tasselli che vengono inseriti molto all'interno dei pannelli termoisolanti e successivamente ricoperti solo di stucco generano ponti termici tra l'interno e l'esterno, che provoca una diminuzione delle prestazioni dello strato termoisolante. Le alterazioni vengono aggravate dalla pioggia o frequenti bagnature della superficie, le quali possono portare alla luce l'anomalia più velocemente a causa della maggiore capacità assorbente dello stucco.

Se le teste dei tasselli vengono posizionate più esternamente del "filo" dei pannelli termoisolanti allo stesso modo possono generare un ponte termico a causa dei differenti spessori di stucco e della differente conducibilità del sistema ETICS in quel punto.

La situazione con il passare del tempo può aggravarsi portando alla formazione di crepe nello strato di rivestimento a causa delle tensioni che si generano tra i differenti materiali.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D	AGENTI
----------	---------------

Differenza di temperatura.

E	DIFETTI
----------	----------------

Ponte termico generato dall'errata posa dei tasselli per il fissaggio meccanico dello strato termoisolante. Rasatura disomogenea in corrispondenza delle teste dei tasselli.
--

F	RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO
----------	---

Anomalie caratteristiche

Differente colorazione, in corrispondenza delle teste dei tasselli per il fissaggio meccanico.
--

Altre informazioni utili

-

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Controllo dei flussi di energia, Aspetto, Durabilità.

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione

Elevata conducibilità termica e creazione di flussi termici in corrispondenza dei tasselli, formazione di crepe e fessure nello strato di finitura a causa delle tensioni interne che si generano tra i differenti materiali.

Criticità

Media

Monitoraggio

Osservazione periodica con termocamera, registrando eventuali variazioni e ampliamento dei difetti.

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
--

Scelta di sistemi di fissaggio meccanico che prevedano l'inserimento di tappi di materiale termoisolante al di sopra delle teste dei tasselli infisse nei pannelli termoisolanti.

Prevenzione in fase di esecuzione
--

-

Prevenzione in fase di gestione
--

-

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Ripristino localizzato, dove si presenta l'anomalia.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Ripristino intero sistema.	

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Rimozione e ripristino dei tasselli per il fissaggio meccanico e della superficie di finitura.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Rimozione sistema ETICS, ripristino superficie di supporto e realizzazione nuovo sistema ETICS.	

32 - Colature e infiltrazioni in prossimità del bordo superiore del sistema ETICS e delle aperture

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Colature e infiltrazioni in prossimità del bordo superiore del sistema ETICS e delle aperture	Numero scheda	32
--------	--	---------------	-----------

Colature e infiltrazioni in prossimità del bordo superiore del sistema ETICS e delle aperture per la mancanza degli accessori necessari a sigillare i collegamenti.



Immagine A1.

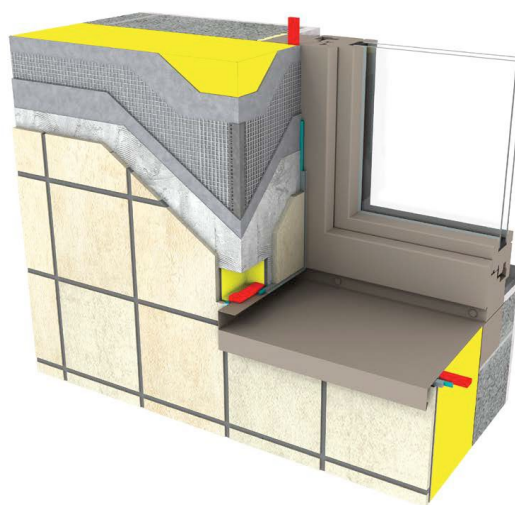


Immagine A2.



Immagine A3.

L'**immagine A1** riporta il dettaglio degli accessori (elementi di colore nero) usati per sigillare il sistema ETICS al bordo superiore.

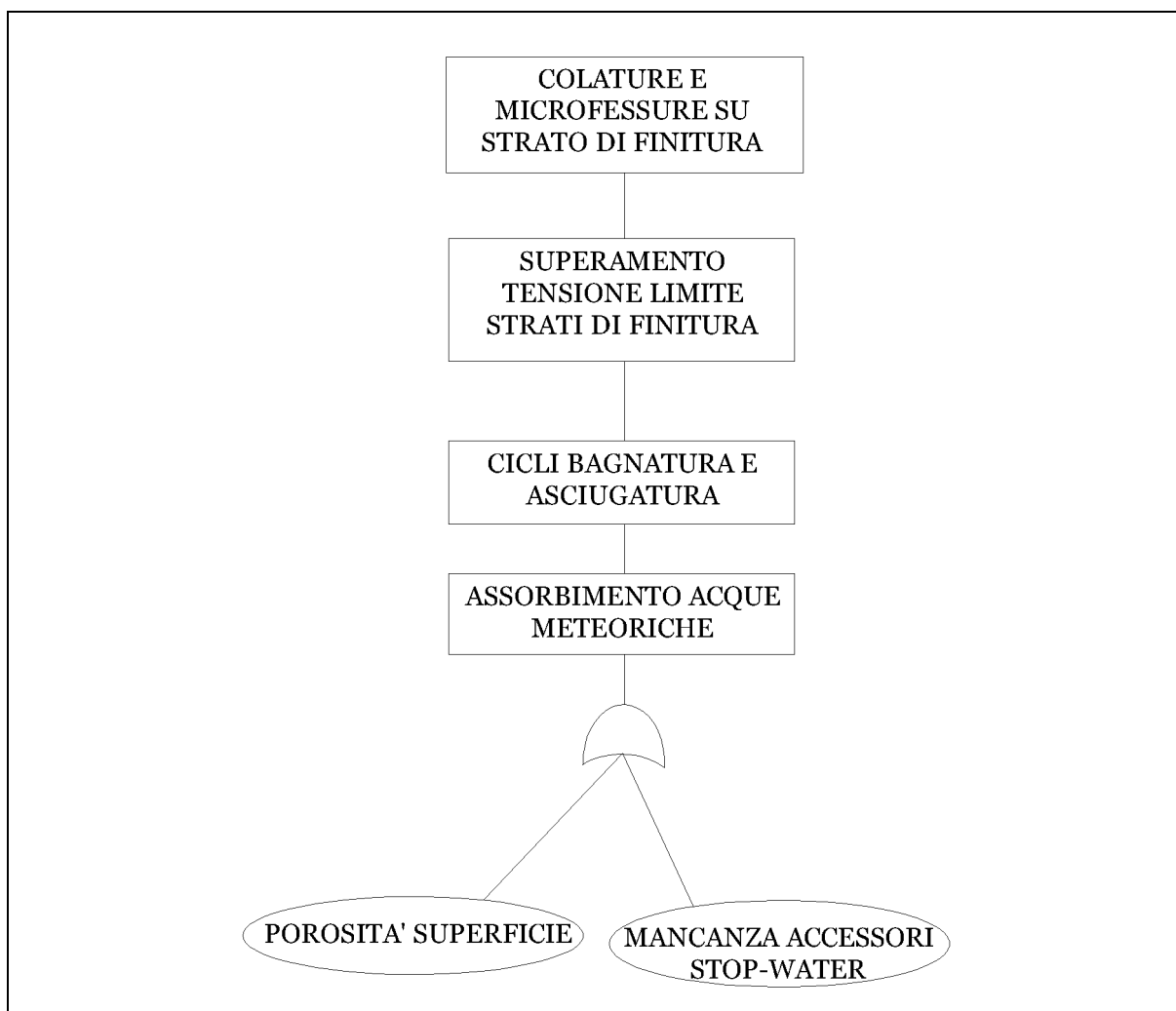
L'**immagine A2** riporta in rosso gli accessori (elementi di colore rosso) che servono a sigillare il sistema ETICS in prossimità di un'apertura.

L'**immagine A3** riporta il dettaglio di una apertura in cui è stato installato un profilo Stop-Water per proteggere il sistema ETICS dalle infiltrazioni al di sotto del davanzale.

B MECCANISMO DI GUASTO

La mancanza di elementi di tenuta in corrispondenza del bordo superiore del sistema ETICS o di aperture porta all'assorbimento di acqua piovane e di altre sostanze all'interno dell'isolante termico e degli strati più esterni del sistema ETICS. Il guasto si manifesta con la comparsa di colature in corrispondenza del bordo superiore e della soglia delle aperture. Con il susseguirsi di cicli di asciugatura e bagnatura le colature verranno ricoperte da microfessure.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D	AGENTI
----------	---------------

Acqua.

E	DIFETTI
----------	----------------

Mancanza o errato posizionamento accessori stop-water.
--

F	RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO
----------	---

Anomalie caratteristiche

Colature di colore bianco, microfessure e fessure coprono parte della superficie esterna della finitura esposta agli agenti atmosferici, al di sotto delle aperture e in prossimità del bordo superiore del sistema di isolamento.
--

Altre informazioni utili

-

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Tenuta all'acqua, Tenuta all'aria, Aspetto, Durabilità.

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione

Distacco degli strati di finitura esterni ed esposizione dei pannelli agli agenti atmosferici, Lacune, Fessure, Espulsione materiale e Condensa superficiale.

Criticità

Media

Monitoraggio

-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
--

Previsione di sistemi Stop-Water compatibili con i materiali utilizzati.
--

Prevenzione in fase di esecuzione
--

-

Prevenzione in fase di gestione
--

-

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia
Pulizia superficie esterne e ripristino degli strati danneggiati.
Interventi sull'agente
-
Interventi sul difetto
Inserimento elementi per frenare il passaggio dell'acqua al di sotto degli strati di finitura.

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia
Eliminazione delle aree danneggiate e sostituzione dell'isolante termico impregnato d'acqua e degli strati di finitura.
Interventi sull'agente
-
Interventi sul difetto
Pulizia accurata delle aree che presentano colature e microfessure. Rimozione degli strati impregnati di acqua. Realizzazione nuovo sistema ETICS con adeguati accessori per frenare l'acqua.

33 – Anomalia cromatica causata da depositi prodotti da particolato presente in aria

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO			
Titolo	Anomalia cromatica causata da depositi prodotti da particolato presente in aria	Numero scheda	33
<p>Depositi prodotti di particolato in sospensione in aria, che si lega al rivestimento a causa della sua rugosità e della sua porosità, causando la comparsa di anomalie cromatiche sulla superficie di finitura.</p>			
			
Immagine A1.		Immagine A2.	
			
Immagine A3.			
<p>L'immagine A1 riporta depositi scuri sotto le soglie delle finestre causati da percolamento dell'acqua piovana. L'immagine A2 riporta depositi di polveri diffusi dall'alto verso il basso grazie all'acqua piovana, che è il vettore per la propagazione dei microrganismi. L'immagine A3 riporta una superficie segnata da depositi di particolato disciolto nelle acque meteoriche.</p>			

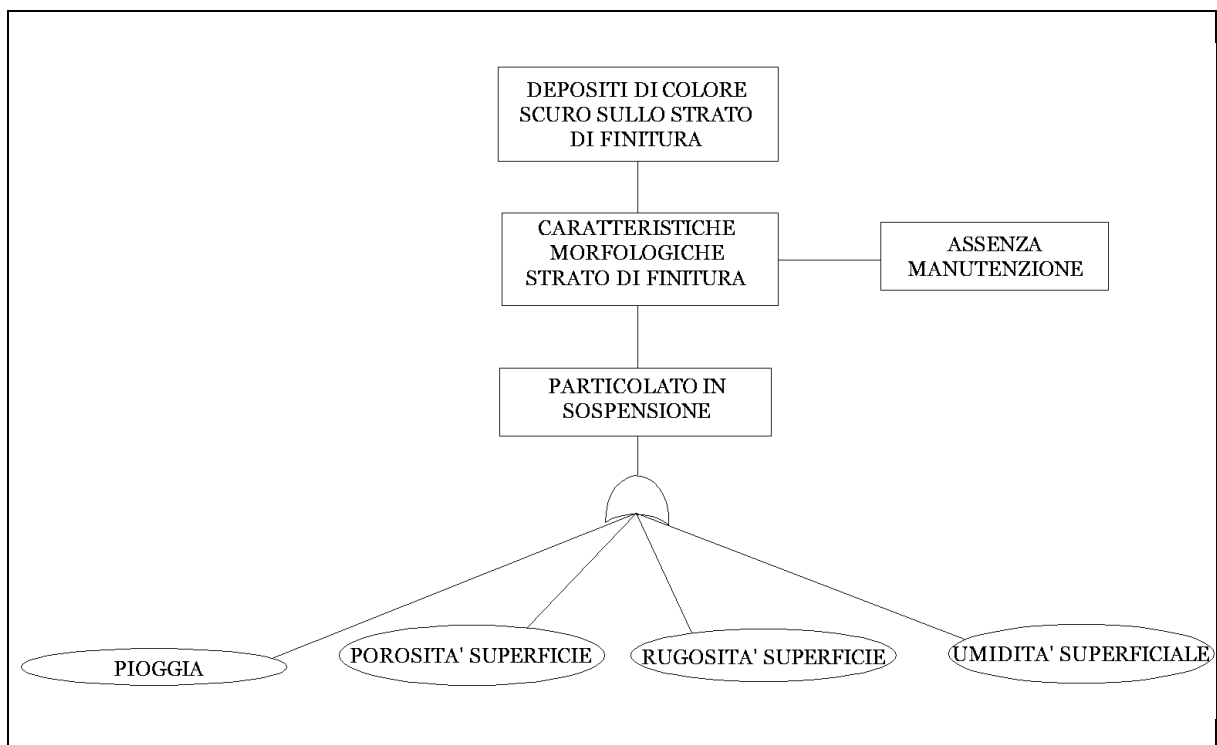
B MECCANISMO DI GUASTO

L'aria, soprattutto quella delle attuali città, contiene molte polveri in sospensione, più o meno "sottili" (ovvero di dimensioni più o meno micrometriche) e diversamente pigmentate. Alcune sono reattive, instabili, si combinano o attaccano i materiali con cui vengono a contatto. Altre sono di fatto inerti ma, nella maggior parte dei casi, sia per effetto elettrostatico, sia per caratteristiche chimiche, aderiscono facilmente alle superfici esterne degli edifici. La deposizione sulla superficie dipende dalla loro concentrazione nell'aria, solitamente superiore in corrispondenza del livello strada, ma anche dalla velocità media del fluido che le contiene: in generale, maggiore è la velocità, maggiore è il flusso d'aria che investe la porzione di superficie considerata e, quindi, l'apporto e lo spessore di materiale che vi si deposita. Questo processo è identificato, correntemente, come termoforesi e può anche prodursi in maniera differenziata, per esempio a causa dell'eterogeneità termica delle superfici, per alcune irregolarità (emergenze o rientranze) della superficie verticale.

I depositi che non vengono dilavati, possono aumentare, nel tempo, la propria coesione interna, diventando coerenti e fragili, fortemente aderenti alla superficie e difficilmente asportabili, vere e proprie incrostazioni.

Il particolato può depositarsi là dove il supporto è fortemente poroso e parzialmente disconnesso, annerendo le croste prodotte da tali trasformazioni (croste nere).

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Acque meteoriche, Particolato in sospensione.

E	DIFETTI
----------	----------------

Presenza di incrostazioni di colore scuro sulle superfici, che possono portare alla formazione di microfessure e distacchi compromettendo la tenuta della superficie di finitura.

F	RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO
----------	---

Anomalie caratteristiche
Incrostazioni di colore scuro sulla superficie di finitura esterna del sistema ETICS.
Altre informazioni utili
-

G	PRESTAZIONI DISATTIVATE
----------	--------------------------------

Aspetto.

H	EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI
----------	---

Descrizione
Disgregazione della superficie di finitura a causa di microfessure e lacune.

Criticità
Bassa

Monitoraggio
-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
----------	-----------------------------------

Prevenzione in fase di progetto
-
Prevenzione in fase di esecuzione
-
Prevenzione in fase di gestione
Manutenzione ordinaria e pulizia periodica della superficie di finitura.

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
----------	------------------------------------

Interventi sull'anomalia
Pulizia superficie esterne.
Interventi sull'agente
-
Interventi sul difetto
Pulizia delle superfici.

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Eliminazione tramite l'utilizzo di una idropulitrice dei depositi.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Pulizia accurata delle aree che presentano depositi e/o fessure. Definizione cicli di manutenzione programmata.	

34 –Scolorimento dello strato di finitura esposta ad irraggiamento solare

A IDENTIFICAZIONE DEL MODO DI GUASTO

Titolo	Scolorimento dello strato di finitura esposta ad irraggiamento solare	Numero scheda	34
--------	--	---------------	-----------

Scolorimento dello strato di finitura esposta alla radiazione solare senza protezioni.



Immagine A1.

L'**immagine A1** riporta la facciata di un edificio interessata dallo scolorimento i una porzione di finitura esposta alla radiazione solare.

B MECCANISMO DI GUASTO

Agenti atmosferici, come la radiazione solare, possono alterare l'aspetto e il comportamento dello strato di finitura esterna. Lo scolorimento dello strato di finitura è un difetto estetico generato dai raggi UV. In tempi medio lunghi, i film di pittura a causa dei raggi ultravioletti riducono il loro spessore causando l'invecchiamento generato dalla perdita di pigmenti.

Questo difetto non altera le prestazioni del sistema ETICS ed è accentuato quando si utilizzano colori scuri per realizzare la finitura.

C SCHEMA DEL MODO DI GUASTO



D AGENTI

Irraggiamento.

E DIFETTI

Ridotta percentuale di pigmento.

F RICONOSCIBILITÀ DEL MODO DI GUASTO

Anomalie caratteristiche
Scolorimento strato di finitura.
Altre informazioni utili
-

G PRESTAZIONI DISATTIVATE

Aspetto.

H EVENTUALI ULTERIORI PROCESSI DETERIORATIVI CONSEGUENTI

Descrizione
Fessurazione e distacco strato di finitura esterno.

Criticità
Bassa.

Monitoraggio
-

I	INDICAZIONI DI PREVENZIONE
Prevenzione in fase di progetto	
Controllo percentuale di pigmenti.	
Prevenzione in fase di esecuzione	
-	
Prevenzione in fase di gestione	
-	

L	STRATEGIE PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Pulizia superficie e ripristino finitura dove si presenta il difetto.	
Interventi sull'agente	
-	
Interventi sul difetto	
Rimozione e sostituzione strato di finitura.	

M	SOLUZIONI PER IL RIPRISTINO
Interventi sull'anomalia	
Pulizia superficie di finitura e realizzazione rappezzi locali ove si presenta il difetto.	
Interventi sull'agente	
Interventi sul difetto	
Rimozione e realizzazione nuovo strato di finitura su tutta la superficie del sistema ETICS.	

5. Strumenti di indagine diagnostica

5.1 Gli alberi diagnostici

Il processo diagnostico comprende tutte le attività, gli strumenti e le procedure di guida e di controllo che permettono il riconoscimento di uno stato di guasto a partire da una o più anomalie e di giungere alla formulazione di una diagnosi dello sviluppo dei modi di guasto. Conoscere i modi di guasto è importante per individuare cause, responsabilità e strategie di intervento sulle anomalie.

Il processo diagnostico è composto da quattro fasi differenti, la prima è la fase di rilievo preliminare comprende le attività di rilievo delle anomalie e delle tecnologie presenti oltre che l'acquisizione dei dati climatici relativi all'area presa in analisi. È importante affinché questa fase sia utile per il proseguo del processo diagnostico, conoscere le tecniche e le tecnologie costruttive storiche poiché con molta probabilità si interverrà su edifici realizzati in tempi non troppo recenti. La seconda fase, la prediagnostica, può essere evitata quando le anomalie presenti hanno cause molto evidenti, come per atti vandalici. Essa è composta da tre attività la prima è l'analisi dei dati raccolti nella fase uno e dei dati statici riguardanti le anomalie e i guasti, la seconda è la messa a punto di ipotesi prediagnostiche, mentre la terza prevede la programmazione di indagini diagnostiche, infatti per ogni ipotesi verrà attivata un'analisi per verificare che quanto ipotizzato sia corretto. La terza fase ovvero la fase diagnostica prevede l'esecuzione delle indagini diagnostiche e la valutazione dei risultati ottenuti per validare la diagnosi, queste analisi talvolta sono costose per cui vengono eseguite solo in questa fase a valle delle indagini prediagnostiche. L'ultima e quarta fase è quella della comunicazione nella quale viene prodotto un rapporto che riposta gli esiti delle indagini per ogni modo di guasto identificato. [31]

La diagnostica ha come obiettivo quello di ridurre al minimo il grado di incertezza interpretativa dei processi patologici. Non sempre si riesce ad arrivare a ipotesi certe, per questo le diagnosi vengono espresse mediante coefficienti di incertezza.

Fra gli strumenti diagnostici oltre alle prove in laboratorio o le prove non distruttive, ci sono gli alberi degli errori e gli alberi diagnostici. Questi ultimi si propongono di esporre il percorso che porta dal modo di guasto all'errore attraverso una serie di domande le cui risposte sono semplici ed evidenti all'osservatore. Il linguaggio utilizzato in questi documenti deve contenere termini facili alla comprensione degli operatori e di coloro che verranno coinvolti nel processo.

Gli alberi dei guasti sono uno strumento che ci aiuta a capire la relazione tra un dato evento indesiderato e le sue possibili cause, ma non danno una risposta certa sulle cause dell'evento dannoso. Gli alberi diagnostici sono invece una guida per lo svolgimento dell'indagine diagnostica e per la loro redazione servono alcuni elementi: un guasto, una serie di domande per procedere e muoversi tra i "rami" dell'albero diagnostico, strumenti decisionali per rispondere alle domande e in conclusione un difetto primario o una presunta diagnosi.

Procedendo dal guasto ed avanzando per gradi si può arrivare a delineare il quadro completo delle anomalie e fornire all'operatore una diagnosi per ognuno dei modi di guasto.

Le anomalie visibili presenti nell'elaborato sono state suddivise come segue:

- A. Distacco della superficie di supporto
- B. Distacco strato adesivo dalla superficie di supporto
- C. Distacco pannelli termoisolanti
- D. Distacco superficie di finitura
- E. Fessure sulla superficie di finitura
- F. Rigonfiamenti sullo strato di finitura
- G. Fori sulla superficie di finitura
- H. Attacco biologico
- I. Anomalie cromatiche

All'interno della pubblicazione 155 del CIB W86 vengono delineate le linee guida per la realizzazione degli alberi diagnostici e per la simbologia grafica da utilizzare. [21]

Di seguito è riportata la legenda:

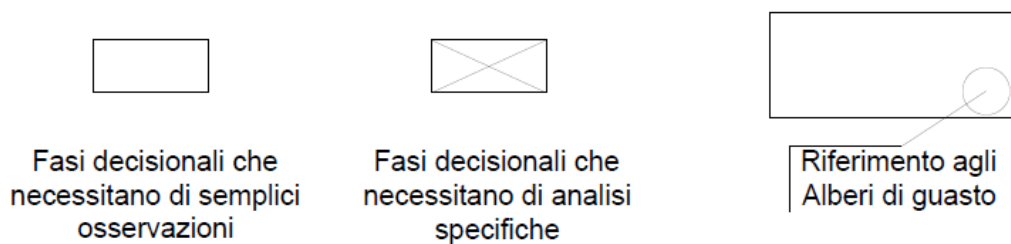
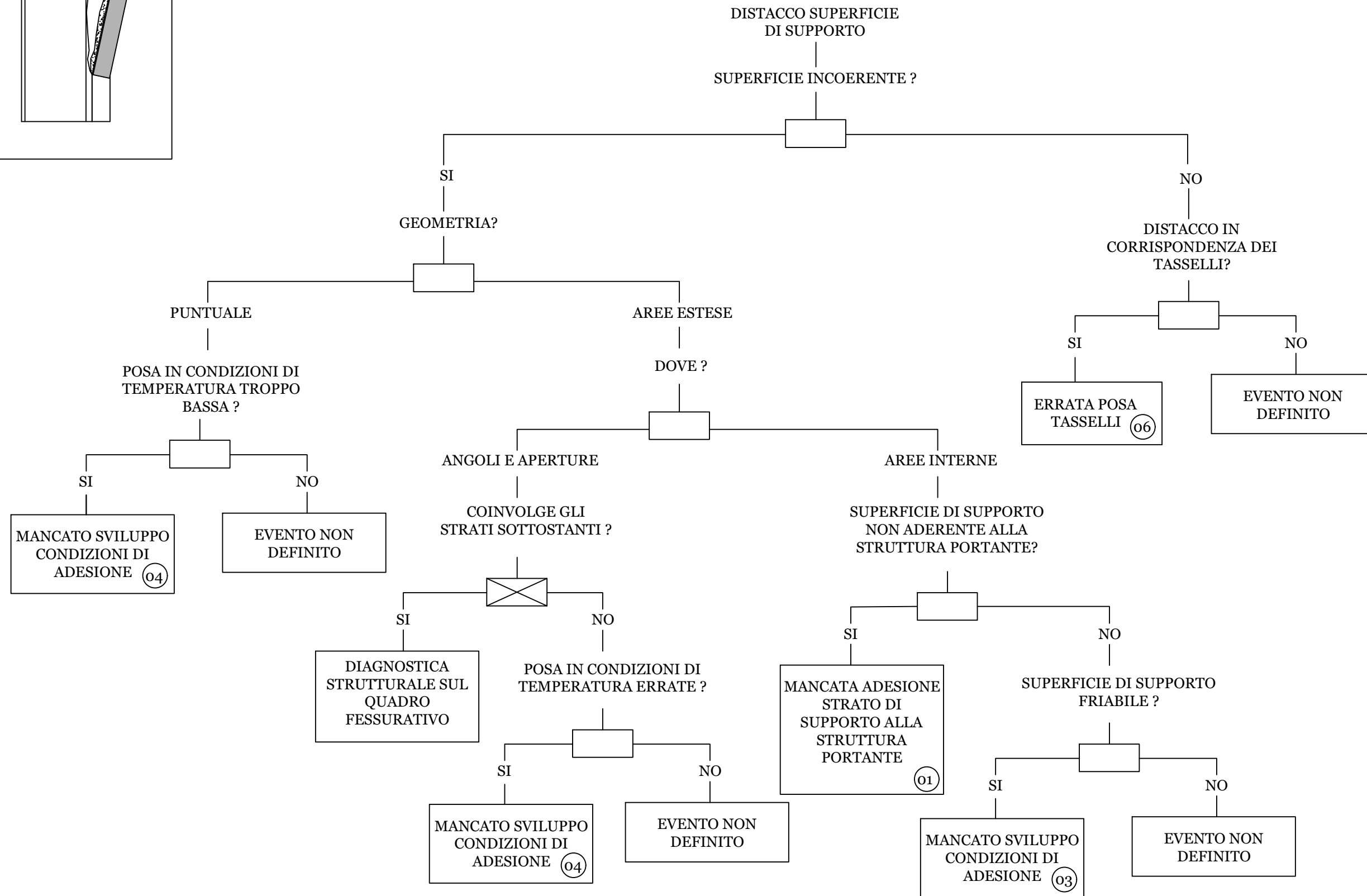
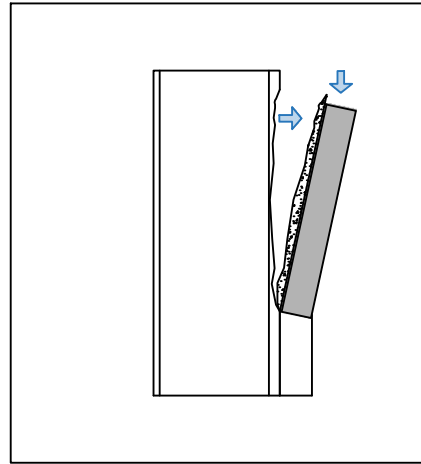


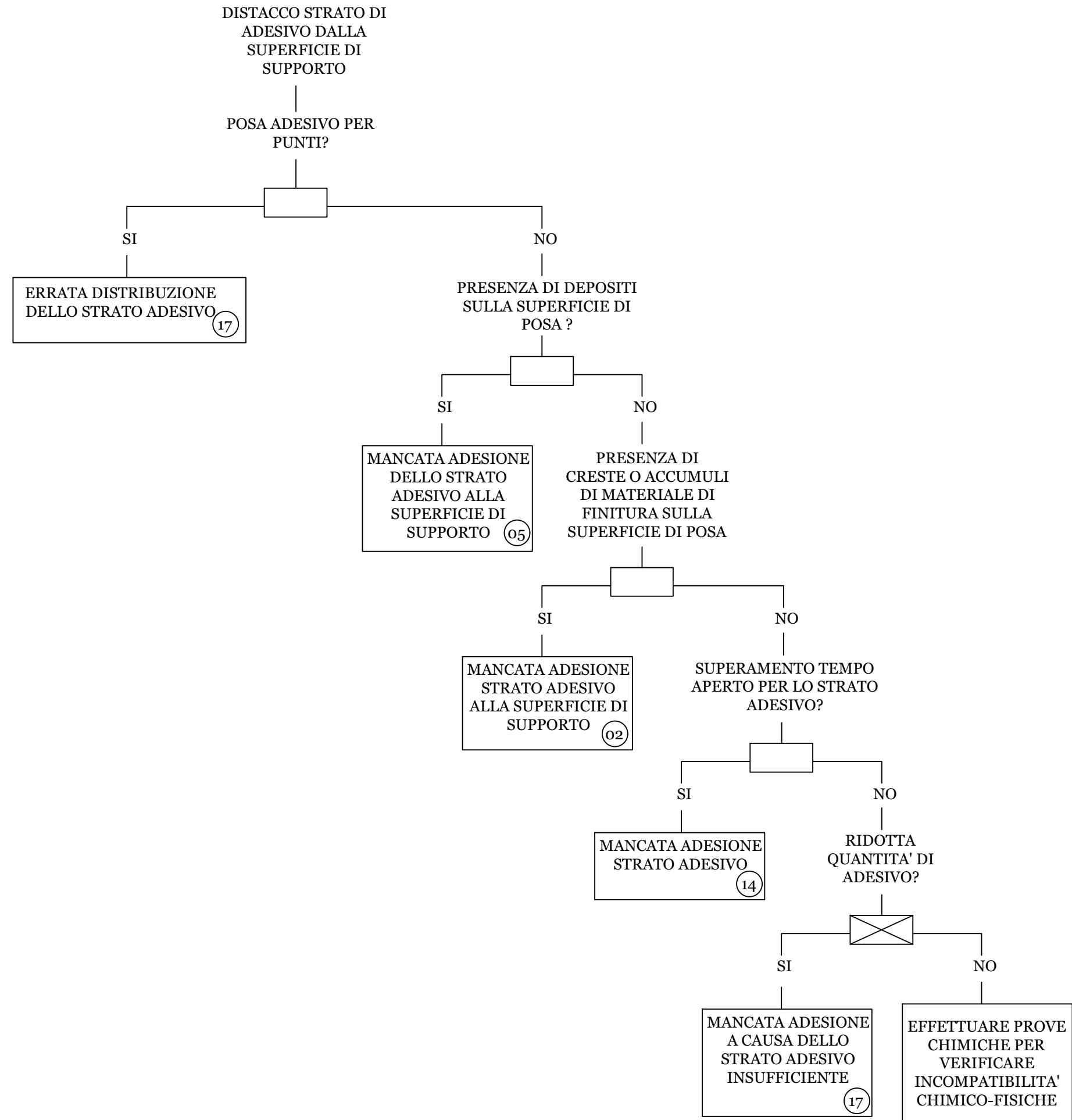
Figura 19 Legenda simbologia alberi diagnostici

Le fasi decisionali devono reperire informazioni attraverso l'osservazione ad occhio nudo in presenza dell'anomalia oppure attraverso la consultazione della documentazione allegata al progetto. Nel caso non fosse possibile reperire informazioni dalla documentazione o dall'osservazione sarà necessario procedere sviluppando analisi sperimentali, attraverso prove distruttive o non-distruttive che coinvolgono uno o più strati che compongono la chiusura verticale.

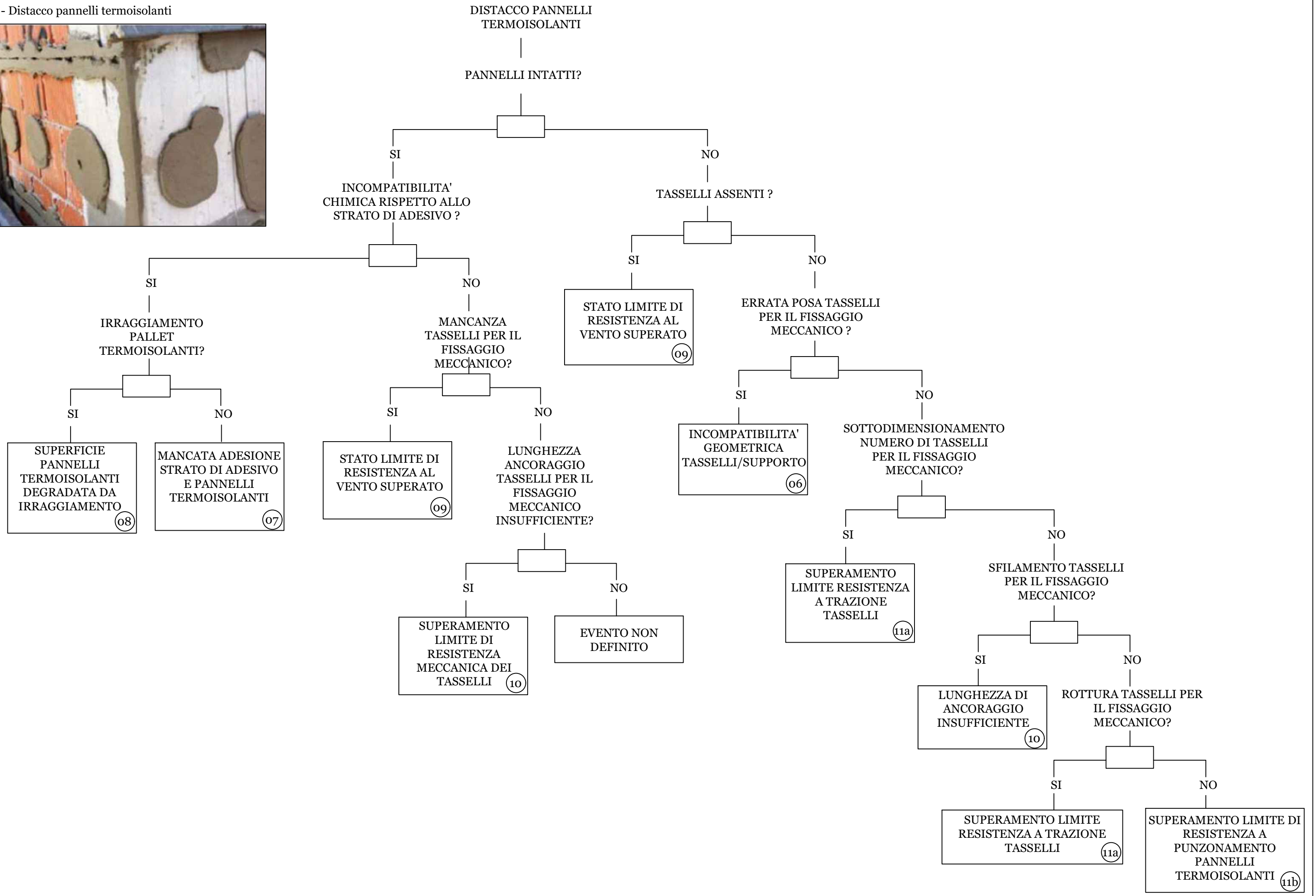
A - Distacco superficie di supporto



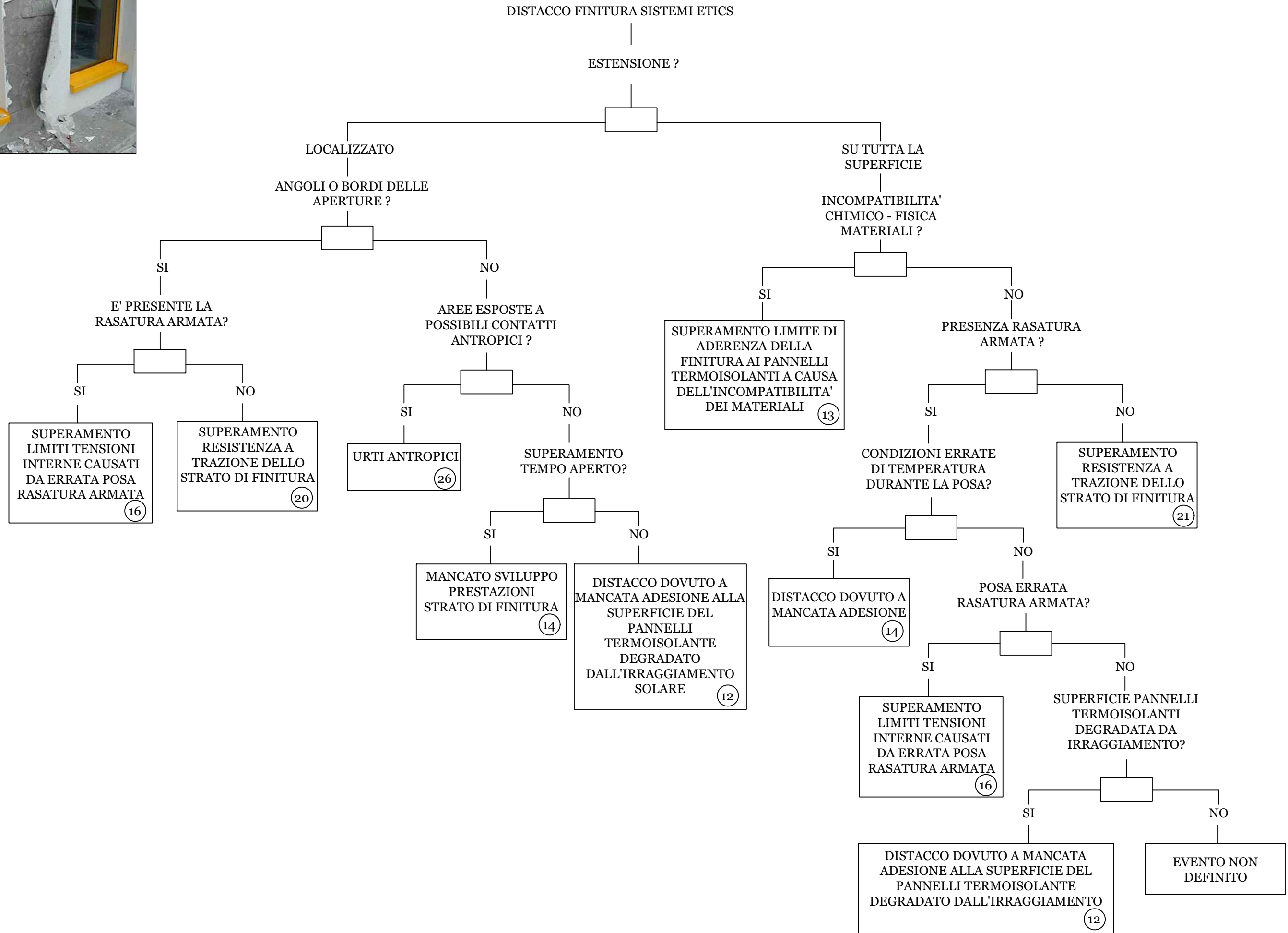
B - Distacco strato adesivo dalla superficie di supporto



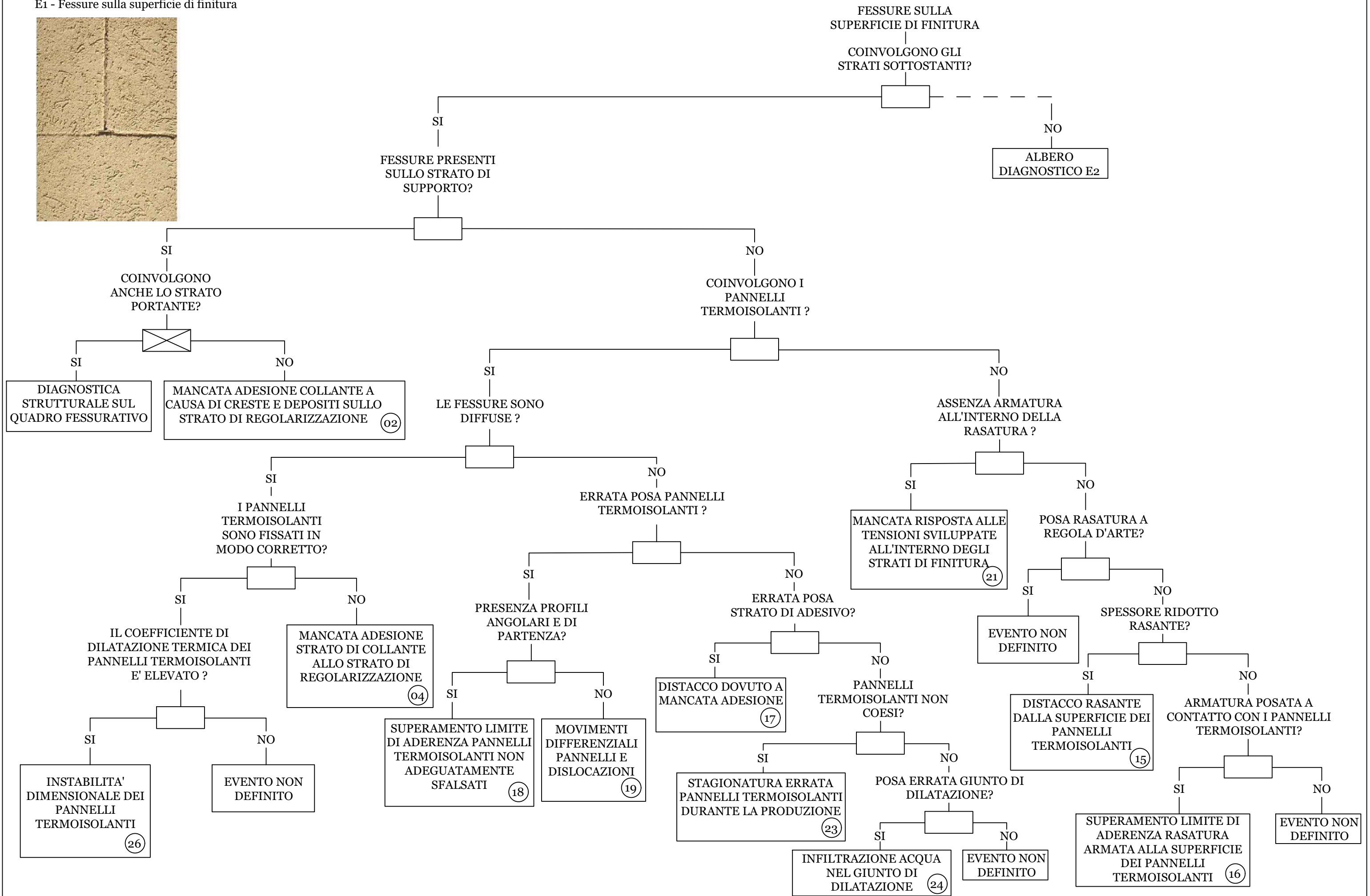
C - Distacco pannelli termoisolanti



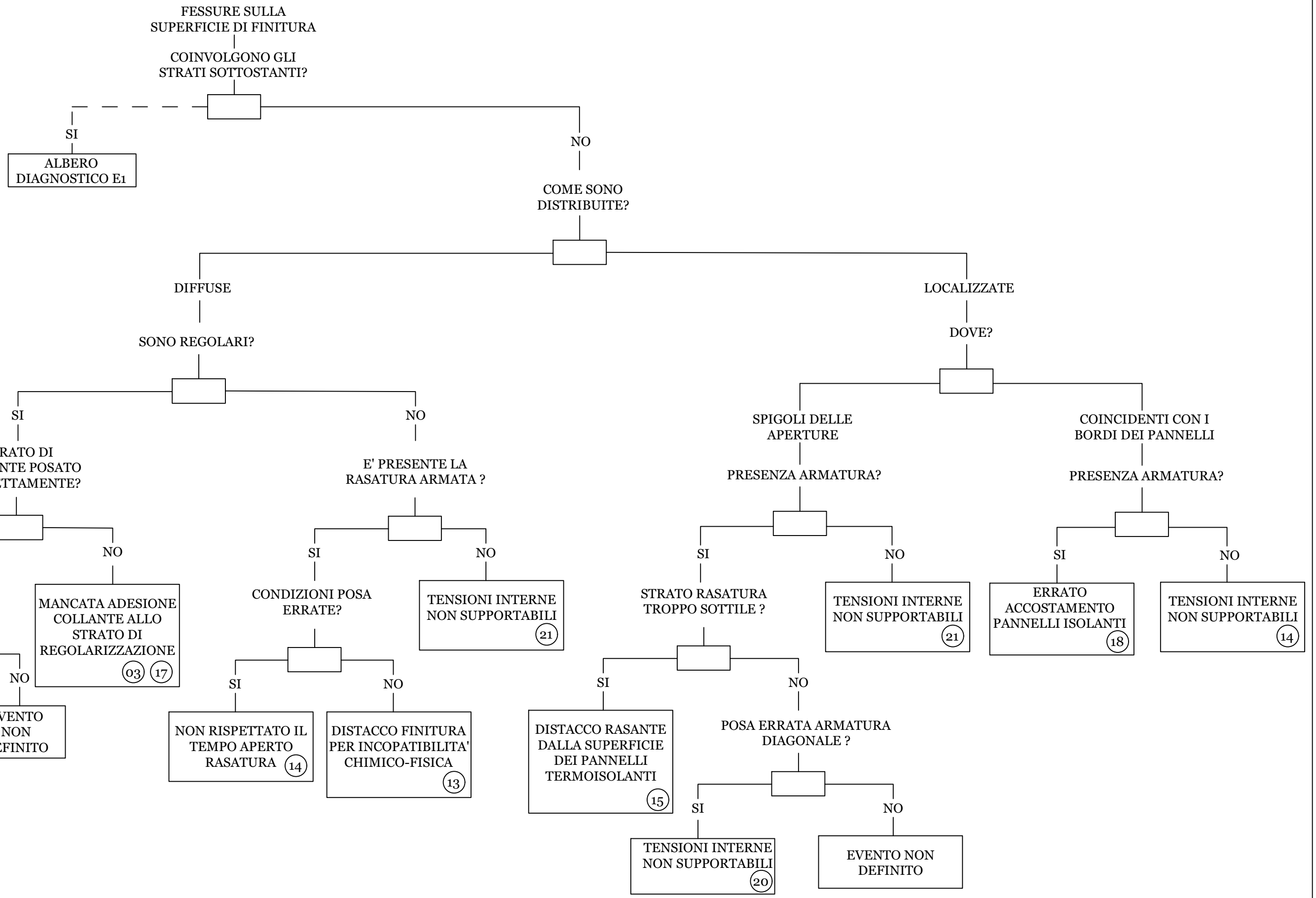
D - Distacco superficie di finitura



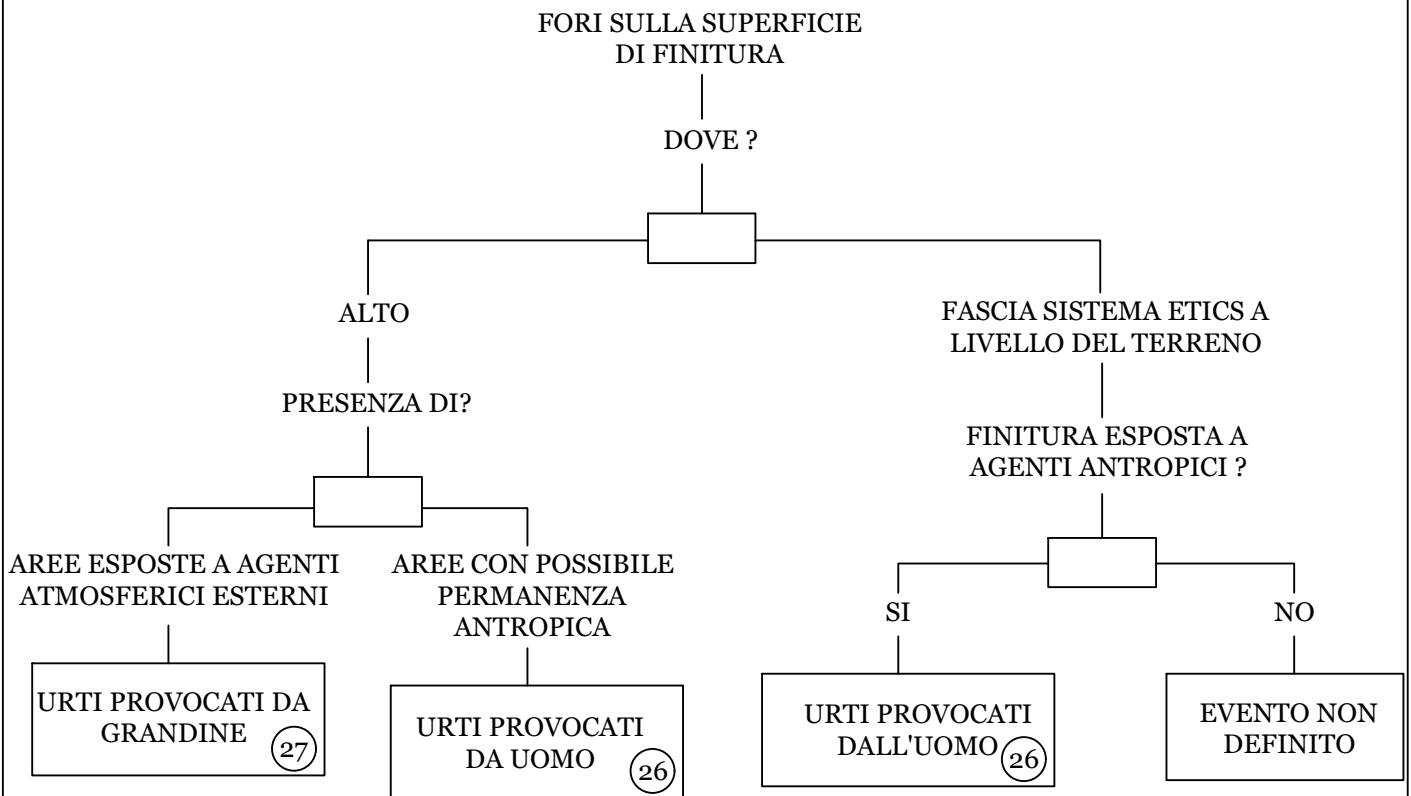
E1 - Fessure sulla superficie di finitura



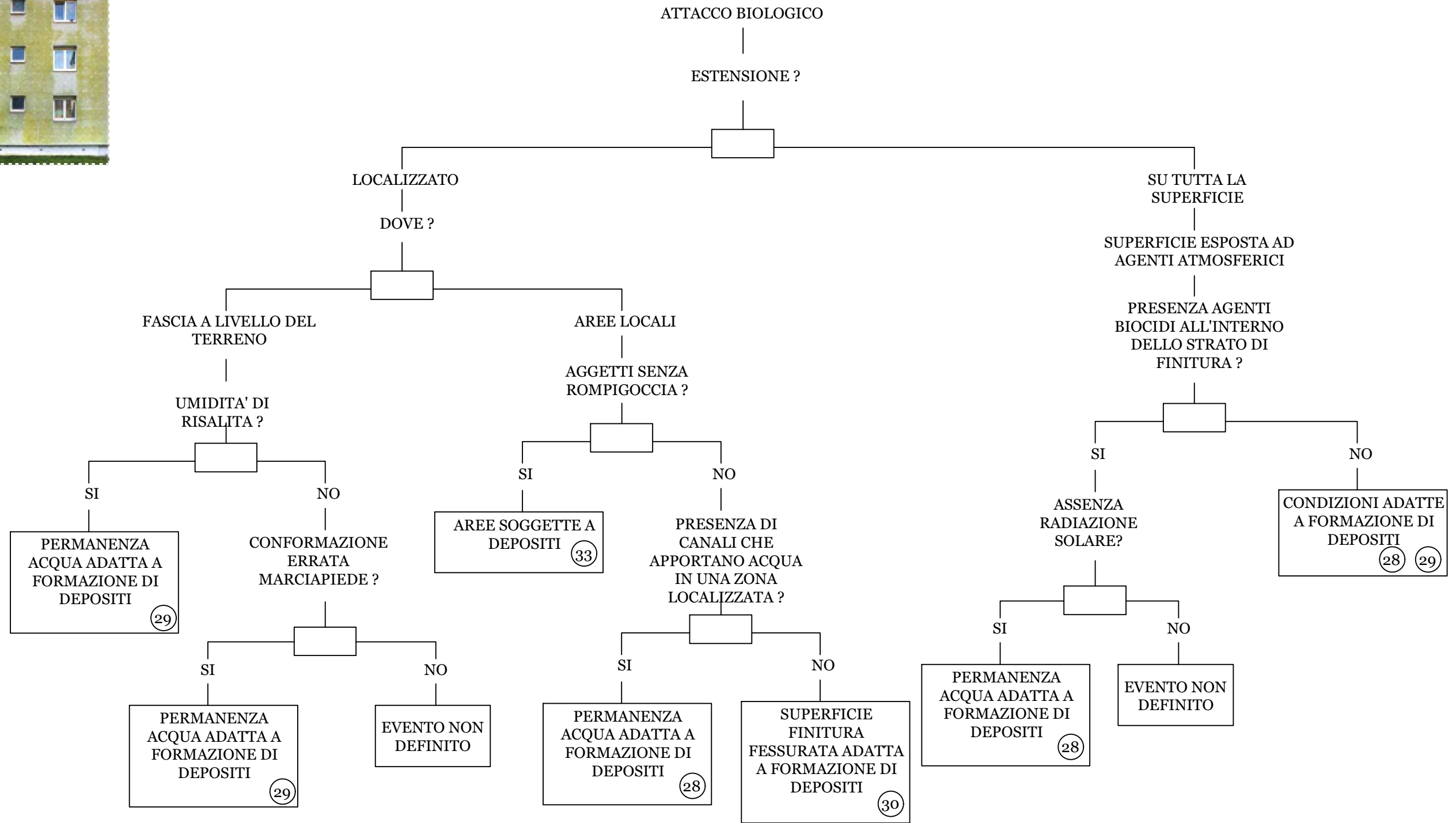
E2 - Fessure sulla superficie di finitura



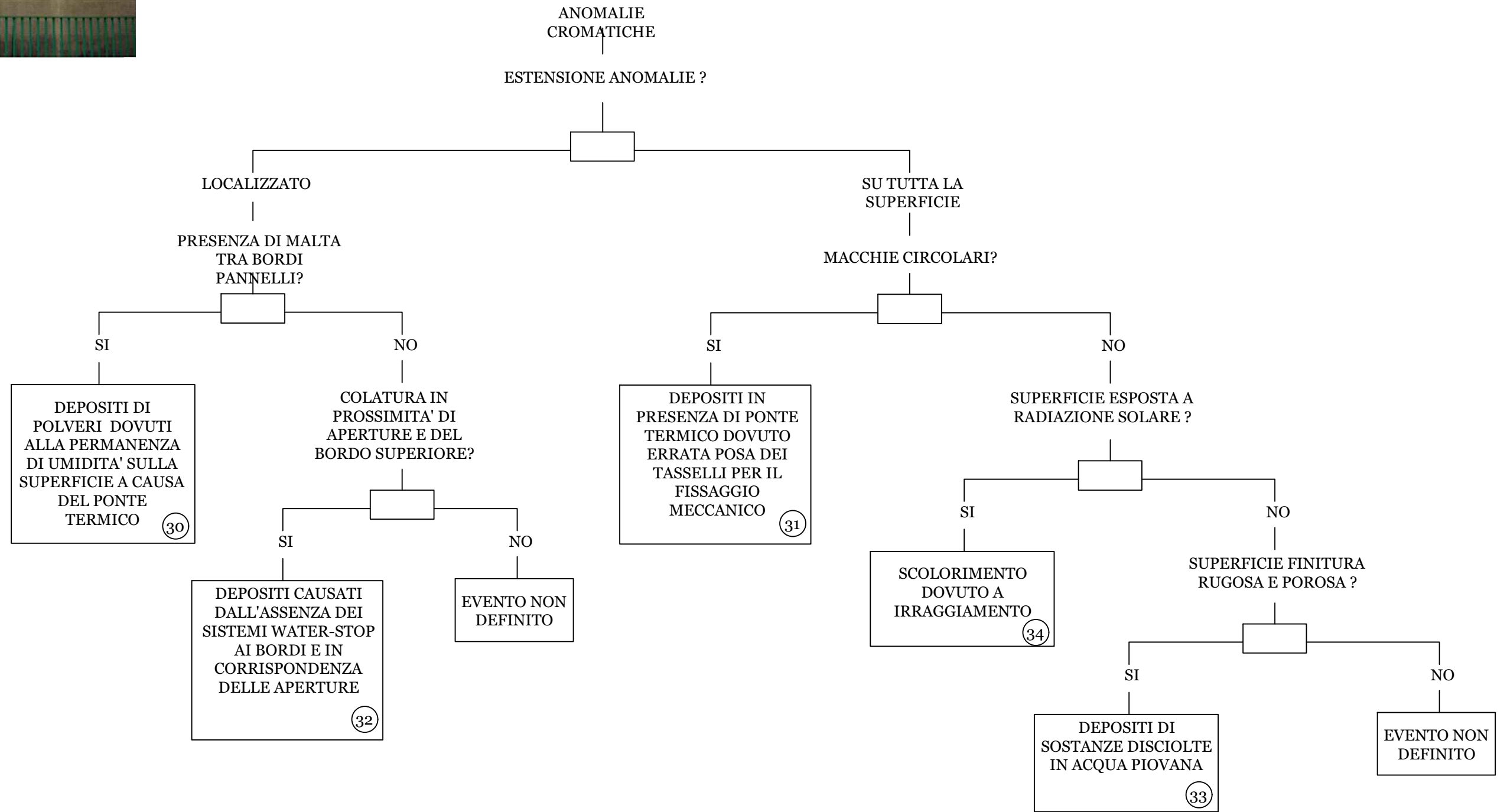
G - Fori sulla superficie di finitura



H - Attacco biologico



I - Anomalie cromatiche



6. Conclusione

Le analisi effettuate ci hanno permesso di dimostrare che, anche anomalie meno estese o meno evidenti, in realtà, possono essere connesse a modi di guasto più importanti che, nel medio periodo, possono portare il sistema anche al collasso, con la manifestazione di gravi danni.

Servendosi degli strumenti presenti nell'elaborato si può individuare quali sono i difetti che stanno alla base delle anomalie visibili. Inoltre, strumenti, come gli alberi diagnostici, permettono di individuare e studiare le varie anomalie in tempi ridotti rispetto allo standard, portando anche a individuare difetti più gravi da anomalie, che possono essere considerate poco significative, sia in termini di estensione, sia di evidenza geometrica.

Le analisi effettuate sono state confrontate con i dati provenienti dalle ricerche effettuate in Francia e Portogallo. Attraverso il confronto si è visto come i modi di guasto analizzati nell'elaborato comprendono la maggior parte dei modi di guasto che possono coinvolgere i sistemi ETICS.

I dati statistici che sono riportati nell'introduzione al capitolo quattro sono inerenti a studi fatti in Francia e Portogallo, mentre per il territorio italiano non si conoscono riguardanti i guasti dei sistemi ETICS.

Per ampliare le conoscenze in merito alle condizioni dei sistemi ETICS nel panorama edilizio italiano dovrebbero essere raccolti ed elaborati dati relativi ai guasti di sistemi ETICS su tutto il territorio nazionale, come è stato fatto in Francia dall'Agenzia per la qualità delle costruzioni AQC.

Una volta individuati i guasti e le cause più frequenti, potrebbero essere realizzate delle banche dati in cui vengono pubblicati dati statistici utili a individuare i modi di guasto più critici e più frequenti, fornendo così, ai progettisti, le informazioni di supporto per una progettazione attenta alle situazioni più critiche.

Grande importanza va data alla progettazione dei sistemi da parte dei progettisti, poiché, è emerso dalle indagini effettuate che, attraverso la cura dei dettagli costruttivi, viene eliminata una percentuale elevata di eventi dannosi che coinvolgono gli ETICS. Un'altra importante fase della vita di un sistema ETICS è quella della posa, poiché da essa derivano una percentuale ancora più alta di guasti che coinvolgono il sistema. [1][2] Da questo si deduce che gli agenti dannosi che coinvolgono il sistema una volta terminata la sua posa sono minimali.

Gli alberi diagnostici riportati nel capitolo cinque possono diventare uno strumento adatto al livello di criticità dei guasti e all'individuazione delle loro cause. Inoltre, risulterebbe utile validare con un numero elevato di casi reali gli alberi diagnostici, cosa che non si è potuta realizzare per i limiti di mobilità attualmente presenti.

Bibliografia e sitografia

- [1] Amaro Barbara, F. I. (2013). Inspection and diagnosis system of ETICS on walls. *Construction and building materials*.
- [2] Amaro Barbara, F. I. (2014). Statistical survey of the pathology, diagnosis and rehabilitation of ETICS in walls. *Journal of Civil Engineering and Management*.
- [3] Angelo Lucchini, E. S. (2017). *Rivestimenti a cappotto ad alte prestazioni - Teoria e soluzioni*. Milano: Rockwool Italia S.p.A. Tratto da <https://www.rockwool.it/siteassets/rw-it/brochuremanuali/isolamento-a-cappotto/manuale-cappotto-completo-wb.pdf>
- [4] AQC (Agence Qualité Construction). (2015). *Procédés d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé*. Parigi: AQC. Tratto da <https://www.programmepacte.fr/sites/default/files/pdf/cciteenduitpsenov15web067.pdf>
- [5] AQC (Agence Qualité Construction). (2016). *Isolants biosourcés: Points de vigilance*. Parigi: AQC.
- [6] AQC (Agence Qualité Construction). (2019). *Fiches Pathologie Batiment*. Tratto da <https://qualiteconstruction.com/publication/classeur-fiches-pathologie-batiment-6-edition/>
- [7] AQC (Agence Qualité Construction). (2019). *Focus isolation thermique par l'extérieur finition enduit*. AQC. Tratto da <https://qualiteconstruction.com/publication/focus-isolation-thermique-par-lexterieur-finition-enduit/>
- [8] AQC (Agence Qualité Construction). (2019). *Les bâtiments performants aux antilles 12 enseignements à connaître*. Tratto da <https://qualiteconstruction.com/publication/les-batiments-performants-aux-antilles-12-enseignements-a-connaître/>
- [9] AQC (Agence Qualité Construction). (2019). *Micro-organismes en façades*. Tratto da <https://qualiteconstruction.com/fiche/micro-organismes-en-facades/>
- [10] AQC (Agence Qualité Construction). (2019). *Rénovation de systèmes d'isolation thermique par l'extérieur (ETICS) existants*. Tratto da <https://qualiteconstruction.com/fiche/renovation-de-systemes-disolation-thermique-par-lexterieur-etics-existants/>
- [11] AQC (Agence Qualité Construction). (2020). *Observatoire de la Qualité de la Construction*. AQC. Tratto da <https://qualiteconstruction.com/publication/rapport-observatoire-qualite-construction-edition-2020/>

- [12] BEST dipartimento Politecnico di Milano. (s.d.). *Schede 0-039 Fessurazioni del cappotto*. Regione Lombardia.
- [13] Bevilacqua, S. (Marzo/Aprile 2013). Il "cappotto"? non si fa così. *IMPRESA&CANTIERE CULTURA TECNICA*, 14-16.
- [14] BigMat. (dicembre 2015). Degradamento dei cappotti termici - Modalità di posa e scelta dei prodotti. *Gli speciali di Magazine UP!* Tratto da https://www.caluscobigmat.it/wp-content/uploads/BigMat/BigMat/Riviste_UP_del_settore/Rivista-UP-Degradamento-dei-cappotti-termici.pdf
- [15] BPLab – laboratorio di patologia edilizia . (s.d.). *Scheda Mda_011 Variazioni Termiche*. Politecnico di Milano.
- [16] Caparol - TEP S.r.l. - FLIR - ANIT. (2013). *Diagnostica IR dei sistemi a cappotto*. Milano: TEP S.r.l. Tratto da <http://www.aipe.biz/wp-content/uploads/2017/07/Diagnostica-IR-cappotto.pdf>
- [17] CAPAROL. (2017). *Manuale di progettazione e posa dei SISTEMI A CAPPOTTO*. Vermezzo: DAW Italia GmbH & Co KG. Tratto da <https://info.caparolmedia.it/manuale-gratuito-progettazione-posa-sistemi-cappotto>
- [18] Casalena, A. U. (2019). *6 errori gravi da evitare nella posa del cappotto termico*. Tratto da <http://www.mygreenbuildings.org/2014/11/17/6-errori-evitare-posa-cappotto-termico.html>
- [19] Catani, A. (s.d.). *Gli isolanti. Considerazioni generali*. Milano: Mondadori Educational S.p.A. Tratto da https://www.mondadorieducation.it/risorse/media/secondaria_secondo/costruzioni/koenig_schede/bioeco_schede_pdf/11_bioeco.pdf
- [20] Christina Conti, M. R. (2008). Ruolo dell'isolamento termico nel contenimento dei consumi energetici. *AMBIENTE*, 6-16. Tratto da <https://www.researchgate.net/publication/236587658>
- [21] CIB W86. (1993). *Building pathology a state-of-the-art report*.
- [22] CIB W86. (2013). *A State-of-the-Art Report on Building Pathology*.
- [23] CORTEXA. (2019). *Sistema a cappotto - Errori da evitare nella posa*. Milano: Origgi Consulting S.r.l. Tratto da <https://www.cortexa.it/come-posare-il-cappotto-termico/>
- [24] CORTEXA. (2020). *Manuale per l'applicazione del sistema a cappotto*. Milano: Origgi Consulting S.r.l. Tratto da <https://www.cortexa.it/manuale-cappotto-termico-cortexa/>
- [25] Deltour, J. (2019). *Mesurer la performance thermique de l'enveloppe? C'est pour bientôt!* CSTC. Tratto da

<https://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=search&id=REF00011635>

- [26] Dipartimento BEST Politecnico di Milano. (2004). *Imparare dagli errori*. Regione Lombardia.
- [27] Dow Building Solutions. (2017). *Manuale tecnico per la posa di sistemi a cappotto con Xenergy™ ETICS, Xenergy™ IB, Styrofoam™ ETICS e Styrofoam™ IB*. Correggio: Dow Italia Divisione Commerciale S.r.l. Tratto da www.dowedilizia.it
- [28] FASSA BORTOLO. (2016). *Manuale Tecnico di posa*. Spresiano: Fassa S.r.l. Tratto da fassabortolo.it/documents/10179/401988/Manuale+di+Posa++Sistema+Cappotto+FassaTherm+%2810_16%29/7d141afe-4be0-4b39-8e4d-d1176c48609d
- [29] FASSA BORTOLO. (2019). *Lastra isolante in fibra di legno DRY 110*. Spresiano: Fassa S.r.l. Tratto da <https://www.fassabortolo.it/it/prodotti/-/p/6/268/fassatherm-eco/lastra-isolante-in-fibra-di-legno-dry-110-lastra-per-isolamento-termico-in-fibra-di-legno#:~:text=Le%20lastre%20oper%20isolamento%20termico,di%20restauro%20di%20edifici%20esistenti>
- [30] Fibrotermica. (2018). *La Storia dell'isolamento termico*. Tratto da <https://www.fibrotermica.it/storia-isolamento-termico/>
- [31] Fiori, M. (2019). *Modi di guasto dei sistemi di involucro*. Milano.
- [32] Fratelli Pellizzari. (2019). *Cappotto termico: gli errori da non fare!* Tratto da <https://www.fratellipellizzari.it/blog/cappotto-termico-posa>
- [33] Gasparella Franceschini. (2019). *Errori frequenti nella posa dei cappotti*. Tratto da <http://www.gasparellafranceschini.it/prodotti/isolanti/posa/errori.html>
- [34] Grégoire, Y. (2019). *Accessoires pour ETICS: utilité des bandes d'étanchéité précomprimées*. CSTC. Tratto da https://www.cstc.be/homepage/download.cfm?lang=fr&dtype=publ&doc=cstc_artonline_2019_4_no6_accessoires_pour_etics_utilite_des_bandes_d_etancheite_precomprimees.pdf
- [35] Immovlan.be. (2017). *L'histoire de l'isolation en bref*. Tratto da <https://immo.vlan.be/fr/actualite/6817/lhistoire-de-lisolation-en-bref>
- [36] Index Construction Systems and Products. (2019). *Guida e capitoli tecnici per Isolamento a cappotto*. Castel d'Azzano: INDEX Construction Systems and Products S.p.A.
- [37] (s.d.). *Isolare con il sughero*. Tecnosugheri s.r.l. Tratto da <https://www.tecnosugheri.it/cappotto/>

- [38] Isonat. (2011). *La storia dell'isolamento in casa*. Mably. Tratto da <https://www.isonat.com/actualites/lhistoire-de-lisolation-dans-lhabitat>
- [39] KNAUF. (06/2017). *Sistema Cappotto Termico*. Rozzano: Knauf. Tratto da www.knauf.it
- [40] Knauf. (2010). *SM700 Rasante, collante per Cappotto*. Milano: Knauf. Tratto da <http://www.knauf.it/prodotti/102010/SM-700/Rasanti-collanti>
- [41] Mazzucchelli, E. S. (2013). *Edifici ad energia quasi zero*. Sant'Arcangelo di Romagna: Maggioli Editore.
- [42] P. Steenhoudt, I. D. (2019). *Efflorescences sur les maçonneries en briques: origine et traitement*. CSTC. Tratto da <https://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=search&id=REF00011812>
- [43] Panzeri, A. (2016). *L'efficacia e la durabilità dei sistemi a cappotto - Come valutare durabilità, degrado dei sistemi a cappotto e prestazioni di isolamento termico nel tempo*. Tratto da <https://www.infobuildenergia.it/approfondimenti/lefficacia-e-la-durabilita-dei-sistemi-a-cappotto/>
- [44] Piva, I. F. (2014). *Sughero Corkpan e riqualificazione energetica*. Tecnosugheri s.r.l. Tratto da www.tecnosugheri.it
- [45] Professione, N. &. (2015). *Errori gravi da evitare nella posa del cappotto termico*. Associazione Nazionale Donne Geometra.
- [46] Rete Irene. (2019). *Cappotto termico e normativa sulla manutenzione degli edifici*. Tratto da <https://www.reteirene.it/cappotto-termico-normativa/>
- [47] ROFIX. (2016). *Manuale ROFIX Sistemi di isolamento termico*. Rothis: ROFIX AG. Tratto da <http://www.roefix.com>
- [48] San Marco. (2016). *Ripristino sistemi isolamento termico a cappotto - Riqualificazione funzionale ed estetica dei sistemi ETICS*. Marcon: San Marco.
- [49] Sara, S. d., & Vasco, P. d. (Dicembre 2015). *Cracks on ETICS along thermal insulation joints: case study and a pathology catalogue*. Emerald Group Publishing Limited.
- [50] Viero. (2020). *Verifica e manutenzione di sistemi a cappotto già installati*. Porcari (LU): Scuola di Formazione Cromocampus. Tratto da www.viero-coatings.it
- [51] WTCB.be. (2017). *ETICS op ETICS: een energetisch gunstige oplossing*. WTCB - Dossiers. Tratto da <https://www.wtcb.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=search&id=REF00009910>