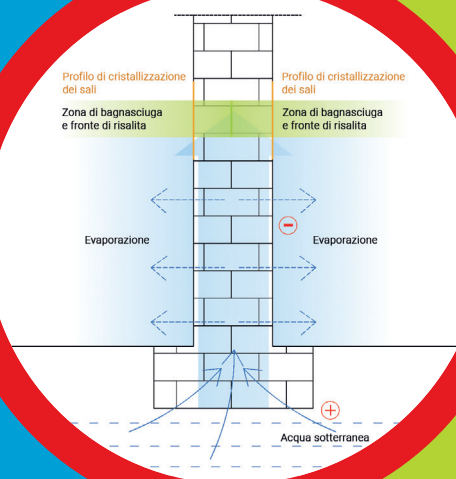




FRANCESCA CAVAGNINO

UMIDITÀ DI RISALITA

ANALISI, DIAGNOSTICA E SOLUZIONI TECNICHE
PER IL PROFESSIONISTA



WEBAPP INCLUSA
CON AGGIORNAMENTO AUTOMATICO

GRAFILL

Francesca Cavagnino

UMIDITÀ DI RISALITA.

ANALISI, DIAGNOSTICA E SOLUZIONI TECNICHE PER IL PROFESSIONISTA

Ed. I (10-2021)

ISBN 13 978-88-277-0271-0

EAN 9 788827 702710

Collana **COME FARE PER** (70)



**Licenza d'uso da leggere attentamente
prima di attivare la WebApp o il Software incluso**

Usa un QR Code Reader
oppure collegati al link <https://grafill.it/licenza>

Per assistenza tecnica sui prodotti Grafill aprire un ticket su <https://www.supporto.grafill.it>

L'assistenza è gratuita per 365 giorni dall'acquisto ed è limitata all'installazione e all'avvio del prodotto, a condizione che la configurazione hardware dell'utente rispetti i requisiti richiesti.

© **GRAFILL S.r.l.** Via Principe di Palagonia, 87/91 - 90145 Palermo

Telefono 091/6823069 - Fax 091/6823313 - Internet <http://www.grafill.it> - E-Mail grafill@grafill.it

**CONTATTI
IMMEDIATI**



Pronto GRAFILL
Tel. 091 6823069



Chiamami
chiamami.grafill.it



Whatsapp
grafill.it/whatsapp



Messenger
grafill.it/messenger



Telegram
grafill.it/telegram

Finito di stampare presso **Tipografia Publistampa S.n.c. - Palermo**

Edizione destinata in via prioritaria ad essere ceduta nell'ambito di rapporti associativi.

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

SOMMARIO

1. LA RISALITA CAPILLARE NELLE MURATURE	p.	9
1.1. Origine dell'umidità di risalita	"	9
1.2. Il fenomeno della risalita e la teoria della capillarità	"	9
1.3. Tensione superficiale	"	10
1.4. Bagnabilità	"	10
1.5. Porosità	"	11
1.6. Teoria della capillarità	"	11
1.7. Capillarità nei materiali da costruzione	"	12
1.8. Differenza di potenziale elettrico verticale	"	13
1.9. Fattori fisico-chimici che influenzano la risalita capillare nelle murature	"	14
1.10. Condizioni che possono generare un aumento di risalita capillare	"	16
1.11. Differenza di potenziale elettrico orizzontale	"	16
2. FENOMENI DI DEGRADO CONNESSI ALLA RISALITA CAPILLARE	"	17
2.1. Degradi specifici dovuti alla risalita di umidità	"	17
2.2. Il fronte di risalita	"	17
2.3. Efflorescenze e cristallizzazione dei sali	"	18
2.4. Degradi superficiali	"	20
2.5. Degradi strutturali e alterazioni delle proprietà meccaniche	"	20
2.6. Degradi dovuti agli attacchi biologici	"	20
2.7. Abaco delle alterazioni dovute all'umidità di risalita	"	21
3. METODOLOGIA TECNICA DI APPROCCIO E DIAGNOSTICHE DI SUPPORTO	"	25
3.1. Analisi visiva e rilievo materico	"	25
3.2. Misurazione dei parametri termoigrometrici dell'aria	"	26

3.3.	Misurazione dell'umidità del muro attraverso metodi dielettrici non distruttivi	p.	26
3.4.	Misurazione dell'umidità del muro attraverso il metodo ponderale	"	28
3.5.	Misurazione dell'umidità del muro con igrometro a carburo di calcio	"	28
3.6.	Misurazione dell'umidità del muro attraverso il metodo conduttimetrico	"	29
3.7.	Misurazione del potenziale elettrico verticale	"	29
3.8.	Misurazione del potenziale elettrico orizzontale	"	30
3.9.	Termografia a infrarossi	"	31
3.10.	Analisi colorimetrica dei sali	"	31
3.11.	Quadro normativo di riferimento	"	32
4.	ESEMPI DI ANALISI E DIAGNOSI		
	DEI PROBLEMI RELATIVI ALL'UMIDITÀ DI RISALITA	"	33
4.1.	Caso studio: la Cattedrale di Asti	"	33
4.2.	Caso studio: fabbricato rurale ad uso residenziale	"	39
5.	SOLUZIONI TECNICHE PER IL PROSCIUGAMENTO		
	DEI MURI INTERESSATI DA RISALITA CAPILLARE	"	41
5.1.	Sistemi di prosciugamento	"	41
5.2.	Sistema a aerazione: sifoni atmosferici	"	41
5.3.	Sistema a sbarramento: taglio fisico della muratura	"	43
5.4.	Sistema a sbarramento: taglio chimico della muratura	"	46
5.5.	Sistema elettrostatico: metodo a compensazione di carica	"	50
5.6.	Sistema a inversione magnetica: calamite al neodimio	"	51
5.7.	Sistema a inversione elettrostatica: elettrosmosi attiva	"	53
5.8.	Sistema a inversione elettrostatica: emanazione di campi elettromagnetici	"	54
5.9.	Gravomagnetocinesi	"	56
5.10.	Armonizzatori di fase	"	58
5.11.	Parametri di controllo del prosciugamento	"	60
5.12.	Interventi integrativi	"	61
6.	RISANAMENTO DELLE SUPERFICI		
	ED APPLICAZIONE DEGLI INTONACI	"	63
6.1.	Malte e leganti per intonaci	"	63
6.2.	Permeabilità al vapore	"	64
6.3.	Valutazione preliminare degli intonaci esistenti	"	67

6.4.	Trattamenti superficiali da eseguirsi durante il periodo del prosciugamento.....	p.	68
6.5.	Trattamenti antisale.....	"	69
6.6.	Rifacimento degli intonaci.....	"	70
6.6.1.	Cicli applicativi dell'intonaco a base di calce.....	"	70
6.7.	Intonaci deumidificanti.....	"	71
7.	FINITURE SUPERFICIALI PROTETTIVE.....	"	73
7.1.	Tipologie di finiture superficiali.....	"	73
7.2.	Adesione al supporto.....	"	73
7.3.	Spessore delle finiture.....	"	74
7.4.	Schede di composizione delle finiture.....	"	74
7.5.	Pigmenti e terre naturali.....	"	75
7.6.	Schede applicative delle finiture.....	"	76
8.	ISOLAMENTO TERMICO E UMIDITÀ DI RISALITA.....	"	79
8.1.	Sistemi a cappotto e umidità.....	"	79
8.2.	Materiali per l'isolamento termico in presenza di umidità.....	"	79
8.3.	Isolanti termici a bassa resistenza al vapore e tipologia di interventi.....	"	83
8.3.1.	Fibra di legno.....	"	83
8.3.2.	Legno mineralizzato.....	"	83
8.3.3.	Fibra di canapa.....	"	84
8.3.4.	Sughero.....	"	84
8.3.5.	Fibra di cellulosa.....	"	85
8.3.6.	Paglia.....	"	85
8.3.7.	Lana di vetro.....	"	86
8.3.8.	Lana di roccia.....	"	86
8.3.9.	Polistirene espanso (EPS).....	"	87
8.3.10.	Polistirene espanso estruso (XPS).....	"	87
8.4.	Igroscopicità dei materiali isolanti.....	"	88
8.5.	Casi studio.....	"	89
8.5.1.	Efficientamento energetico e isolamento a cappotto in edificio affetto da umidità di risalita.....	"	89
8.5.2.	Analisi dei degradi dovuti alla risalita a seguito di interventi di efficientamento energetico senza preventivo prosciugamento murario.....	"	93
9.	SCHEDA TECNICHE E METODOLOGIA DI ANALISI.....	"	97
9.1.	Schedature di analisi metodologica.....	"	97
9.2.	Edificio residenziale in provincia di Asti.....	"	97

9.3.	Struttura ricettiva in provincia di Cuneo	p.	100
9.4.	Edificio religioso sconsacrato in provincia di Asti	"	102
10.	RELAZIONI E PERIZIE	"	108
10.1.	Perizie tecniche di sintesi e impostazioni metodologiche	"	108
10.2.	Perizia su edificio pubblico in Comune di Isola d'Asti (AT)	"	108
11.	BONUS FISCALI PER INTERVENTI DI PROSCIUGAMENTO MURARIO E RISANAMENTO SUPERFICIALE	"	113
11.1.	L'attuale panorama dei bonus fiscali in materia edilizia	"	113
11.2.	Classificazione degli interventi legati all'umidità in relazione ai bonus fiscali	"	113
11.3.	Voci di capitolato	"	114
12.	UMIDITÀ NELLE MURATURE NON RICONDUCEBILE ALLA RISALITA	"	115
12.1.	Risalita secondaria ed altri fattori che generano umidità	"	115
12.2.	Concause che generano umidità	"	115
13.	RILIEVO FOTOGRAFICO DELLO STATO DEI DIFETTI RICONDUCEBILI AD INTERVENTI NON IDONEI IN EDIFICI AFFETTI DA RISALITA CAPILLARE	"	116
13.1.	Stato dei difetti e dei degradi per interventi non idonei	"	116
13.2.	Apposizione di zoccolature in pietra in aderenza alla parete e intonaci cementizi	"	116
13.3.	Apposizione di zoccolature in cemento e intonaci a base cementizia	"	118
13.4.	Apposizione di intonaci deumidificanti a base cementizia	"	120
13.5.	Apposizione di coibentazioni termiche su murature umide	"	122
13.6.	Apposizione di finiture non traspiranti	"	123
14.	QUADRO TECNICO-NORMATIVO GENERALE	"	125
14.1.	Normativa italiana	"	125
14.1.1.	Norme relative alla misurazione dell'umidità nelle murature	"	125

14.1.2.	Norme relative alla misurazione dell'umidità nell'aria.....	p.	125
14.1.3.	Norme relative alla determinazione e misurazione dei sali solubili.....	"	125
14.1.4.	Normativa specifica in riferimento al restauro e risanamento conservativo.....	"	126
14.1.5.	Normativa sugli intonaci.....	"	129
14.1.6.	Isolanti termici per l'edilizia e umidità.....	"	129
14.2.	Sentenze e aspetti legali legati all'umidità negli edifici.....	"	129
15.	CONTENUTI E ATTIVAZIONE DELLA WEBAPP.....	"	131
15.1.	Contenuti della WebApp.....	"	131
15.2.	Requisiti hardware e software.....	"	131
15.3.	Attivazione della WebApp.....	"	131
	BIBLIOGRAFIA TECNICA.....	"	132

LA RISALITA CAPILLARE NELLE MURATURE

1.1. Origine dell'umidità di risalita

La presenza di umidità di risalita interessa la maggioranza degli edifici antichi ed in parte anche quelli di recente costruzione se non opportunamente impermeabilizzati. Molto spesso tale fenomeno è associato ad altre cause di umidità tra cui l'infiltrazione meteorica, la rottura di impianti, la presenza di ponti termici e la condensazione superficiale o interstiziale. La risalita capillare si manifesta inizialmente con la comparsa di macchie brune nella parte inferiore degli edifici e successivamente con distacchi e sgretolamenti di tinteggiature ed intonaci.

L'acqua che provoca la risalita può provenire da falde sotterranee o da fonti occasionali (forti piogge senza opportuni drenaggi, perdite di fognature o ristagni). In quest'ultimo caso, una volta individuata ed eliminata la causa, è possibile eliminare il problema. Diverso è il fenomeno dovuto all'acqua di falda che scorre nel sottosuolo. Questa infatti costituisce una fonte inesauribile alimentata dall'acqua piovana. Gli edifici interessati da risalita capillare sono attaccati dal fenomeno in maniera uniforme lungo tutto il loro sviluppo planimetrico; l'altezza di risalita risulta massima verso Nord-Est e rimane relativamente costante nel corso dell'anno. Inoltre tutti gli edifici della zona presentano analoghe problematiche.

1.2. Il fenomeno della risalita e la teoria della capillarità

La risalita dell'umidità nelle murature è causata da un insieme di processi che portano al trasferimento dell'umidità dal basso verso l'alto (Figura 1.1).

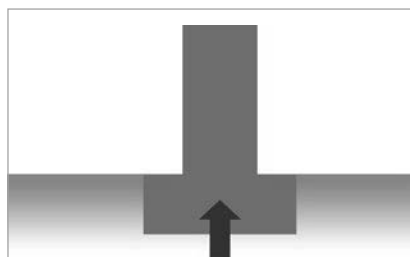


Figura 1.1. Movimento ascendente dell'umidità all'interno della muratura

Essa è connessa alle caratteristiche fisiche dei materiali quali la tensione superficiale, la bagnabilità e la porosità aperta dei solidi; nonché alla presenza di una differenza di potenziale tra terreno e muratura umida. Risulta utile, per poter meglio comprendere il fenomeno, richiamare velocemente questi concetti.

1.3. Tensione superficiale

Consideriamo un liquido contenuto in un recipiente. Le molecole che si trovano all'interno del liquido risentono di una risultante nulla delle forze di attrazione esercitate da tutte le altre molecole che sono distribuite in modo uniforme intorno a loro. Le molecole che si trovano in superficie, invece, poiché sono circondate dalle altre solo da un lato, risentono di una risultante delle forze diversa da zero e diretta perpendicolarmente rispetto alla superficie stessa (Figura 1.2).

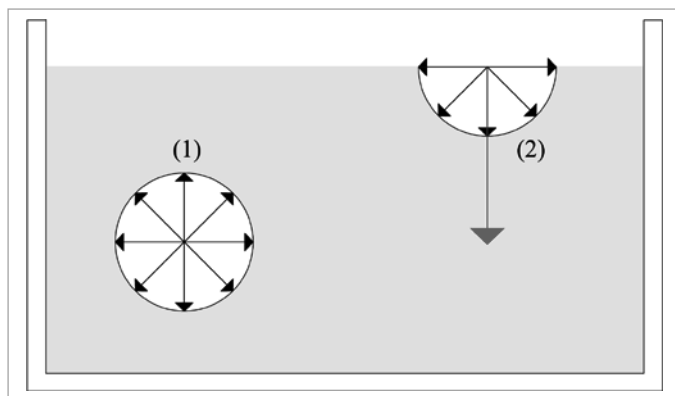


Figura 1.2. Molecola all'interno del liquido (1) e in superficie (2).
Nel primo caso la risultante delle forze di attrazione sarà nulla;
nel secondo sarà diversa da zero e perpendicolare rispetto alla superficie stessa

A causa di tale forza esercitata in ogni punto della superficie, in assenza di forze esterne, ogni liquido tende a contrarre la propria superficie fino ad assumere una forma sferica. Per aumentare l'area superficiale di un liquido bisogna spingere le molecole dall'interno del liquido verso la sua superficie compiendo un lavoro. Possiamo quindi definire la tensione superficiale come la quantità di lavoro necessaria per aumentare di un centimetro quadrato l'area superficiale di un liquido.

1.4. Bagnabilità

Consideriamo una goccia di liquido sulla superficie di un solido. Tra il solido e il liquido, tra il liquido e il vapore in cui sono immessi e tra il solido e il vapore esistono delle tensioni superficiali indicate rispettivamente con γ_{SL} γ_{LV} γ_{SV} . Nel punto di contatto tra il

FENOMENI DI DEGRADO CONNESSI ALLA RISALITA CAPILLARE

2.1. Degradi specifici dovuti alla risalita di umidità

La presenza di acqua, nelle sue varie manifestazioni, causa fenomeni di degrado quali esfoliazioni, dilavamenti e distacchi. Tuttavia alcune manifestazioni sono tipiche della risalita capillare e rilevabili attraverso l'osservazione visiva. Tali forme di degrado sono localizzate nei piani bassi dell'edificio e negli interrati, interessando pareti e pavimenti.

2.2. Il fronte di risalita

Il primo segno della presenza di umidità di risalita è una macchia umida continua a forma di onda e ad altezza costante, presente nella parte inferiore di tutte le murature portanti dei fabbricati in struttura tradizionale, sia internamente che esternamente (Figura 2.1).



Figura 2.1. Cattedrale di Asti, prospetto Sud.
Demarcazione del fronte di risalita

Le variazioni climatiche possono portare ad una lieve variazione dell'altezza di tale macchia. Il fronte di risalita, chiamato anche linea di bagnasciuga, segna la demarcazione tra la zona umida e quella asciutta, dove il tasso di umidità risulta pari a quello di evaporazione. In quest'area si concentrano maggiormente i sali cristallizzati in seguito all'evaporazione dell'acqua in cui sono disciolti.

2.3. Efflorescenze e cristallizzazione dei sali

I sali, trasportati in soluzione con l'acqua di risalita, cristallizzano a seguito dell'evaporazione di quest'ultima dando origine ad efflorescenze e subefflorescenze. Man mano che l'acqua risale ed evapora i cristalli salini aumentano di volume andando ad occludere i pori, provocando distacchi del materiale più superficiale (pitture e intonaci) e sbriciolamento della parte interna della muratura fino ad alterare le proprietà meccaniche e la staticità dell'intero edificio (Figura 2.2).

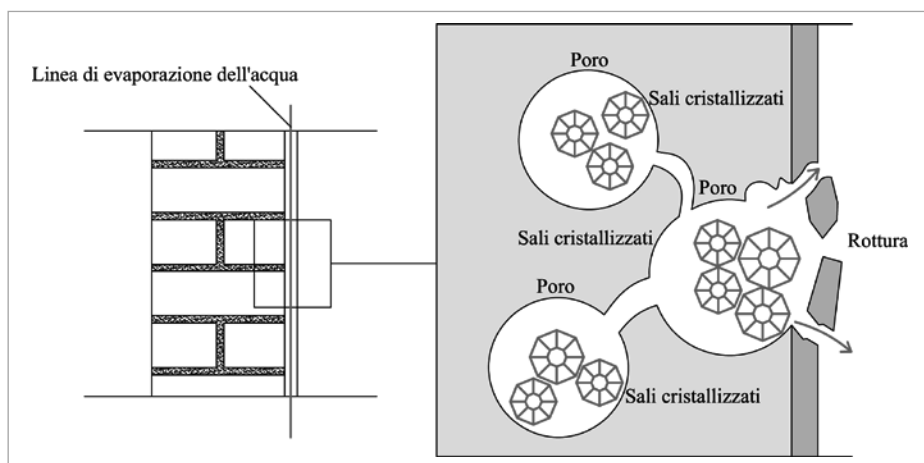


Figura 2.2. *Cristallizzazione dei sali all'interno dei pori con conseguente aumento di volume e rottura degli strati superficiali*

La tipologia di sali presenti nelle murature dipende sia dalle caratteristiche fisico-chimiche delle sostanze utilizzate per la produzione del materiale da costruzione, sia da molteplici contaminazioni esterne. Inoltre, data l'elevata igroscopicità, i sali risultano estremamente mobili se trasportati in soluzione dall'acqua, per cui la loro cristallizzazione può avvenire in zone anche molto distanti da dove ha avuto luogo il fenomeno rendendo difficoltoso riuscire a stabilire la loro esatta provenienza.

In linea generale, la presenza di efflorescenze costanti nella parte inferiore delle murature identificano sali provenienti dal suolo dove si trovano soprattutto nitrato di potassio e di sodio che si presentano molto idrosolubili e derivanti da rifiuti organici o falde inquinate. Più raramente è possibile riscontrare la presenza di solfati alcalini. Nelle aree

METODOLOGIA TECNICA DI APPROCCIO E DIAGNOSTICHE DI SUPPORTO

3.1. Analisi visiva e rilievo materico

Il primo approccio per verificare la presenza di umidità di risalita capillare e valutarne i degni connessi è costituito dall'analisi visiva dell'edificio e dallo studio dell'area in cui il fabbricato è ubicato. Infatti l'esistenza di falde sotterranee e la loro soggiacenza, come abbiamo visto, influiscono sul fenomeno in modo determinante. La presenza di un quadro generale di degni e la sua mappatura grafica costituiscono la base di partenza per le diagnostiche e le misurazioni strumentali.

Poiché la capillarità è fortemente correlata alla porosità e alla dimensione dei pori di un materiale, è essenziale effettuare un dettagliato rilievo materico tanto della struttura muraria quanto delle finiture superficiali. Inoltre, dato che gli intonaci a base cementizia, come abbiamo visto, influiscono sull'andamento della risalita aumentandone l'intensità, risulta di fondamentale importanza la loro individuazione e rimozione, se possibile, o l'applicazione di misure correttive.

La seguente tabella 3.1 indica una schematizzazione delle varie analisi visive utili per intervenire su fenomeno della risalita all'interno di un edificio.

Tabella 3.1. *Analisi visive*

Analisi dell'area	
1.a	Presenza di falde sotterranee e profondità delle stesse
1.b	Situazione di degrado degli edifici limitrofi (se è presente una falda acquifera verosimilmente tutti gli edifici della zona presenteranno problematiche legate alla risalita)
Analisi visiva dell'edificio	
2.a	Tipologia costruttiva e tecniche edilizie utilizzate
2.b	Presenza di areazione, contropareti, vespai o scannafossi
2.c	Presenza di acqua sulle pareti
2.d	Presenza di ambienti malsani o maleodoranti
2.e	Presenza di altre cause di umidità (infiltrazioni, condensa ecc.)
Rilievo materico	
3.a	Composizione delle murature
3.b	Composizione degli intonaci

3.c	Composizione delle pitture
3.d	Composizione dei rivestimenti
3.e	Presenza di zoccolature in materiale poco permeabile che impediscano la fuoriuscita dell'umidità con conseguente innalzamento del fronte di risalita
Analisi dei degradi	
4.a	Presenza di degradi riferibili alla risalita capillare
4.b	Individuazione visiva del fronte di risalita
4.c	Mappature grafiche dei degradi
4.d	Eventuali interventi di restauro già realizzati e con quale materiale
4.e	Negli edifici storici, presenza di eventuali apposizioni superficiali non originali da poter utilizzare come intonaci di sacrificio

3.2. Misurazione dei parametri termoigrometrici dell'aria

Le misure della temperatura e dell'umidità relativa consentono di valutare le condizioni termoigrometriche generali dell'edificio oltre a poter prevedere, tramite il diagramma psicrometrico, l'eventuale presenza di fenomeni condensativi o igroscopici sulle murature. Le misurazioni, sia all'interno che all'esterno dell'edificio, sono effettuate con un termoigrometro. I parametri da rilevare sono dunque:

- la temperatura dell'aria;
- umidità relativa dell'aria (UR%);
- temperatura della superficie del muro.

Quest'ultimo dato, misurato con un termometro a infrarossi o da contatto, va acquisito sempre nella parte bassa della muratura dove la sua temperatura è più bassa (Figura 3.1).



Figura 3.1. Rilevazione dei parametri termoigrometrici dell'aria

3.3. Misurazione dell'umidità del muro attraverso metodi dielettrici non distruttivi

Una volta effettuata l'analisi visiva dell'edificio e dei fenomeni connessi alla risalita, una prima misurazione dei quantitativi di umidità presente nella muratura può essere

ESEMPI DI ANALISI E DIAGNOSI DEI PROBLEMI RELATIVI ALL'UMIDITÀ DI RISALITA

4.1. Caso studio: la Cattedrale di Asti

Nell'ambito del progetto di conservazione e restauro dell'edificio, iniziato a fine 2017, si svolta una campagna di rilevazioni termoigrometriche per verificare le condizioni dell'umidità di risalita.

Il monitoraggio, ancora in atto, è seguito anche dall'Istituto Centrale per il Restauro. Per eliminare il problema di risalita sono stati installati dei dispositivi geomagnetici passivi ad armonizzazione di fase.

I risultati delle rilevazioni di seguito riportati si riferiscono alla prima campagna di misurazioni (2017).

Analisi visiva preliminare

- TIPOLOGIA COSTRUTTIVA: muratura portante in laterizio con elementi decorativi in marmo lunense e calcarenite (pietra da cantoni).
- DECORAZIONI INTERNE: affreschi, tempere, decorazioni in stucco e gruppi scultorei in terracotta realizzati in diverse fasi.
- INTERVENTI DI RESTAURO PRECEDENTI: campagne di restauro di inizio XX secolo e anni '60 del Novecento. Apposizione di materiali non idonei quali intonaci cementizi nella parte inferiore della muratura interna.
- PROBLEMATICHE RISCONTRATE: presenza di degradi diffusi legati alla risalita capillare (esfoliazioni, distacchi, polverizzazione di materiale, abbondanti efflorescenze, macchie ed alterazioni cromatiche) nonché presenza di un alto fronte di risalita ben visibile sui prospetti esterni (Figura 4.1).
- PRESENZA DI UMIDITÀ RIFERITA AD ALTRE CAUSE: infiltrazioni dovute alla rottura di gocciolatoi e serramenti del tipo vetro cattedrale.

Analisi dell'area

- CONDIZIONI FISICHE: presenza di falda sotterranea a circa 7,50 m sotto il livello del suolo.
- CONDIZIONI DEGLI EDIFICI LIMITROFI: diffusa presenza di ingenti degradi dovuti alla presenza d'acqua (distacchi, esfoliazioni, macchie).

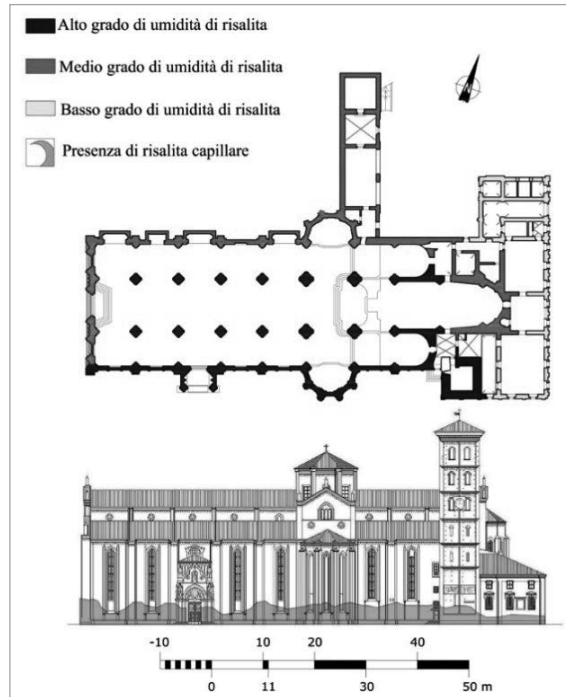


Figura 4.1. Indicazione dell'intensità dei fenomeni di risalita nella muratura in base alle osservazioni visive dei fenomeni di degrado in atto

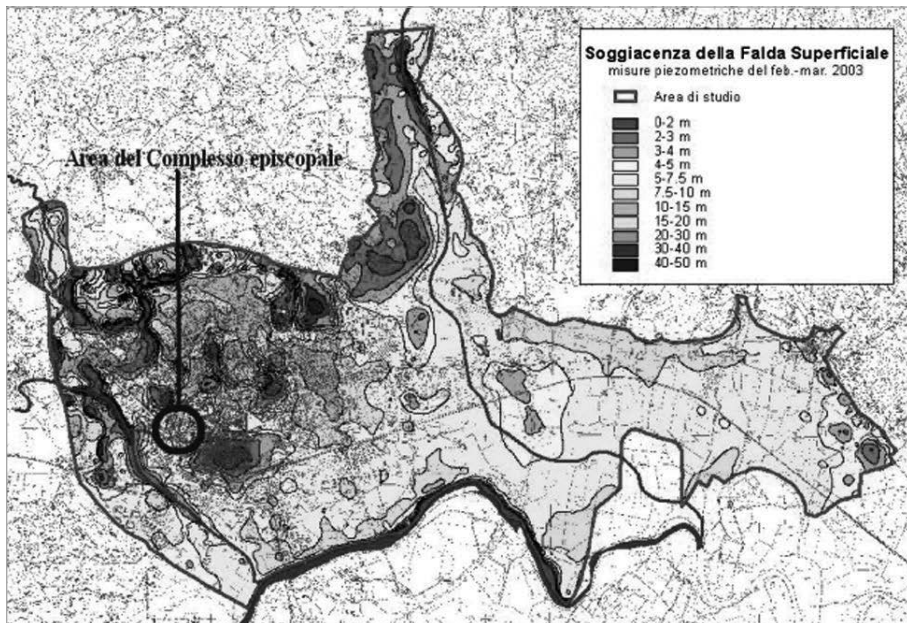


Figura 4.2. Soggiacenza delle falde superficiali in comune di Asti
 (da: <http://www.arpa.piemonte.it>)

SOLUZIONI TECNICHE PER IL PROSCIUGAMENTO DEI MURI INTERESSATI DA RISALITA CAPILLARE

5.1. Sistemi di prosciugamento

Negli ultimi anni si sono sperimentate molteplici soluzioni per eliminare il fenomeno della risalita capillare e i degradi conseguenti. Le più tradizionali si basano su principi fisici (sbarramenti) o chimici (iniezioni) alcune delle quali oggi non vengono più utilizzate. Le ultime tecnologie invece si riferiscono quasi tutte al campo elettrico e al geomagnetismo terrestre. Ciascuna di queste soluzioni tecniche presenta vantaggi e criticità, per cui in base alla tipologia di edificio, all'intensità della risalita ed alle condizioni termoigrometriche del contesto si dovrà fare un'attenta valutazione sulla tecnologia migliore da adottare nel caso specifico. In linea generale è molto importante considerare il tempo di prosciugamento della muratura. Infatti, più questo sarà veloce, più si avrà l'eventualità di fuoriuscita repentina di efflorescenze saline con possibili degradi superficiali. Tale parametro è da tenere particolarmente in considerazione in contesti storico-artistici di pregio, onde evitare danneggiamenti a superfici pittoriche o gruppi scultorei. Quasi tutti i sistemi hanno un tempo di prosciugamento che varia da alcuni mesi fino a tre o quattro anni in rapporto al gradiente di umidità e ai fattori termoigrometrici ambientali. Recentemente, soprattutto nel campo del restauro e dei beni culturali, si tende sempre più a preferire soluzioni passive legate alla gravomagnetocinesi e all'armonizzazione di fase poiché non sono invasive e si basano sul campo elettromagnetico terrestre non creando campi indotti.

Attualmente l'Istituto Centrale per la Conservazione e il Restauro sta effettuando una serie di diagnostiche e sperimentazioni legate all'utilizzo di tali tecnologie.

5.2. Sistema a aerazione: sifoni atmosferici

I sifoni atmosferici, chiamati anche di Knapen dal nome di colui che li inventò a inizio XX secolo, rappresentano una delle soluzioni più antiche adottate per arginare il fenomeno della risalita. Attualmente non vengono praticamente più utilizzati ma è importante conoscerne il principio perché è possibile trovarli in edifici storici in cui ci si trova a dover intervenire. Il sistema non impedisce all'acqua di risalire nella muratura ma è stato pensato per favorirne l'evacuazione. In realtà molteplici fattori esterni possono intervenire sul corretto funzionamento, per cui, all'atto pratico non sempre questa tecnologia apporta un reale beneficio all'edificio. I sifoni sono costituiti da tubi in terracotta porosa di

lunghezza variabile tra i 10 cm e i 50 cm, diametro di circa 3 cm e generalmente a sezione pentagonale, circolare o triangolare. Questi vengono introdotti all'interno della muratura inclinati di un angolo variabile tra i 10° e i 30° con la bocca rivolta verso il basso. Il tubo deve essere di una lunghezza tale da arrivare a circa due terzi dello spessore del muro e ad una altezza da terra di almeno 15 cm (Figura 5.1).

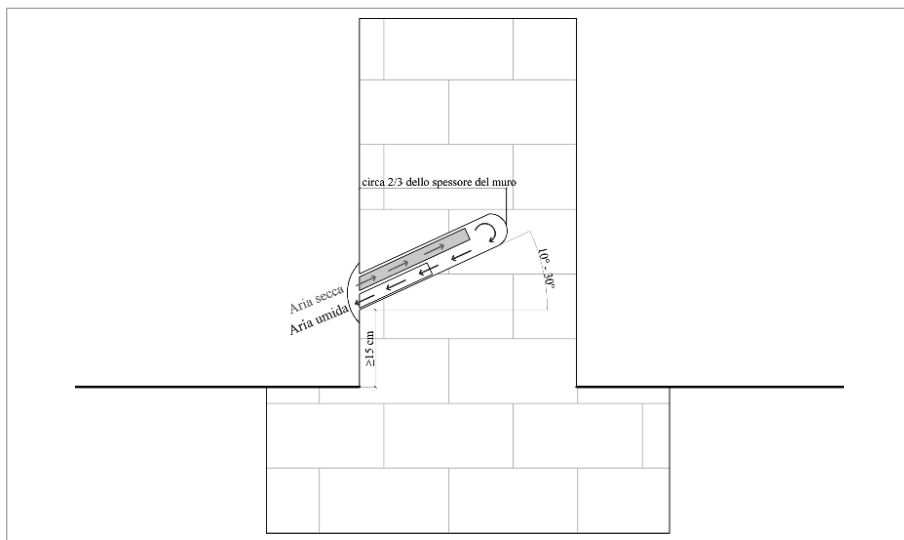


Figura 5.1. Posizionamento e funzionamento dei sifoni atmosferici secondo il metodo Knäpen

I fori per alloggiare i sifoni vengono effettuati da un solo lato ad un interasse di circa 30 cm (per murature di grande spessore si possono praticare su entrambi i lati in maniera alternata) e per il fissaggio del sifone si deve usare una malta molto porosa e non cementizia in modo da non impedire l'afflusso di umidità verso il canale del sifone stesso. I fori si possono fare manualmente o con una perforatrice meccanica. All'interno di questi ultimi viene posta la malta e alloggiato il sifone spingendolo fino a farlo toccare sulla faccia interna del foro. La tecnologia si basa sul principio per cui l'aria secca, più leggera di quella umida, dovrebbe entrare nel sifone spingendo quest'ultima verso l'esterno. In realtà, affinché l'aria umida possa risultare più pesante e uscire dal sifone deve anche essere più fredda rispetto all'aria esterna, condizione che solitamente non si verifica mai nella stagione invernale. In estate, invece, con la temperatura esterna maggiore rispetto a quella interna del muro, l'aria tende a salire nel sifone, si carica di umidità e raffreddandosi esce da quest'ultimo. In tale condizione la tecnologia può effettivamente funzionare ma esiste anche un'alta probabilità di creare delle condense all'interno del muro. In caso di umidità di risalita con accentuata presenza di sali si può addirittura verificare l'effetto contrario. La continua cristallizzazione salina all'interno dei sifoni impedisce a lungo andare l'evaporazione attirando nel contempo una maggiore quantità di umidità essendo fortemente igroscopici (Figura 5.2).

RISANAMENTO DELLE SUPERFICI ED APPLICAZIONE DEGLI INTONACI

6.1. Malte e leganti per intonaci

Per capire il comportamento di un intonaco in condizioni di umidità è fondamentale conoscerne la composizione. Nello specifico il legante delle malte (miscele composte oltre che dai leganti anche da inerti, aggregati, eventuali additivi e acqua) può essere costituito da:

- gesso;
- (grassello) calce aerea bagnata;
- calce aerea artificiale;
- calce aerea naturale;
- cemento;
- calce idraulica sintetica;
- calce aerea idrata.

In base alla composizione, ogni legante possiede specifiche caratteristiche fisico-chimiche e igroscopiche. Oltre al gesso, solfato di calcio biidrato $\text{CaSO}_4 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$ che è altamente igroscopico e quindi non adatto ad ambienti umidi, possiamo classificare i leganti precedentemente citati in due grandi categorie: le calce e i cementi.

Gli intonaci realizzati con questi due tipi di leganti possiedono caratteristiche diverse evidenziate nella tabella 6.1.

Tabella 6.1. *Caratteristiche specifiche degli intonaci a base di calce e di cemento*

INTONACI A BASE DI CALCE	INTONACI CEMENTIZI
- Bassa igroscopicità	- Igroscopicità elevata
- Alta permeabilità al vapore	- Scarsa permeabilità al vapore
- Bassa rigidità	- Bassa capacità termica
- Alcalini	- Notevole rigidità
- Bassa differenza di pH con la muratura	- Fortemente alcalini
	- Capacità di creare corrente elettrochimica con la muratura (dovuta all'elevata differenza di pH)

Dalle caratteristiche riportate si evince che un intonaco cementizio tenderà ad accentuare il fenomeno della risalita attraverso la creazione di un potenziale elettrico orizzontale dovuto alla forte differenza di pH con la muratura sul quale è applicato. Inoltre tende

a trattenere un maggior quantitativo d'acqua a causa della sua elevata igroscopicità. Parametro fondamentale per poter valutare la tipologia di intonaco e in generale di tutti i materiali costituenti la stratigrafia muraria, è la permeabilità al vapore.

6.2. Permeabilità al vapore

Ogni materiale possiede uno specifico fattore di resistenza alla diffusione del vapore (μ). Esso è un numero puro poichè è determinato dal rapporto tra la resistenza alla diffusione del vapore del singolo materiale e la resistenza alla diffusione del vapore dell'aria, nelle medesime condizioni termoigrometriche. L'intonaco a base di calce, ad esempio, ha un fattore μ mediamente pari a 10; quello cementizio variabile da 35 a 100.

In tabella 6.2 vengono riportati i valori di μ di alcune tipologie di intonaco e finiture.

Tabella 6.2. *Fattore di resistenza μ e massa di alcune tipologie di intonaco e finiture¹*

Materiale	Massa (kg/m ³)	μ
Intonaco in malta di calce	1.300-1.600	10
Intonaco in malta di cemento	2.000	35-100
Intonaco di gesso-scagliola	1.200	10
Intonaco in malta mista calce-cemento	1.800	20-70
Intonaco misto calce-gesso	1.500	10
Rivestimento acrilico e sabbia di quarzo (spatolato)	1.700	400-800
Rivestimento in calce e sabbia di marmo (intonachino)	1.600	7-15
Pittura sintetica acrilica (pittura al quarzo)	1.500	150-1.600
Pittura silossanica (acrilisilossanica)	1.400	60-450
Tinta ai silicati di potassio	2.400	15-150

Il passaggio del vapore attraverso una stratigrafia muraria dipende, oltre che dal fattore μ , anche dallo spessore di ogni singolo strato di materiale che sarà caratterizzato da una traspirabilità determinata come segue:

$$Sd = \mu \times \text{spessore del materiale (m)}$$

dove Sd rappresenta lo spessore d'aria equivalente alla diffusione del vapore in metri.

Per poter ottenere una stratigrafia muraria perfettamente in grado di lasciar passare il vapore senza creare tensioni tra i diversi materiali, è necessario confrontare i valori degli Sd di ogni singolo strato. Ad esempio, se abbiamo un intonaco a base di calce, questo, come si evince dalla tabella 6.2, avrà un valore di μ mediamente pari a 10. Se considera-

FINITURE SUPERFICIALI PROTETTIVE

7.1. Tipologie di finiture superficiali

Le finiture superficiali vengono applicate a seguito della stesura e dell'essiccazione dell'intonaco e comprendono tinteggiature, pitture e rivestimenti traspiranti che devono essere compatibili con i supporti sottostanti e con il contesto architettonico in cui l'edificio è inserito.

Come già accennato è importante utilizzare finiture permeabili al vapore per permettere l'evacuazione dell'acqua in evaporazione, valutandone la resistenza al vapore e l'*Sd*.

I principali tipi di finitura possono essere di origine minerale o sintetica. Fanno parte della prima categoria quelle a base di calce aerea o idraulica e ai silicati di potassio. I prodotti vinilici, acrilici e acrilsilossanici sono invece di natura sintetica.

FINITURE MINERALI	FINITURE SINTETICHE
<ul style="list-style-type: none"> - Finiture a base di calce aerea - Finiture a base di calce idraulica - Finiture ai silicati di potassio 	<ul style="list-style-type: none"> - Finiture viniliche - Finiture acriliche - Finiture acrilsilossaniche

7.2. Adesione al supporto

Le varie finiture aderiscono in modo diverso al supporto e all'intonaco sottostante.

In particolare le finiture minerali creano un'adesione di tipo chimico sulla superficie su cui vengono applicate. Infatti, sia quelle a base di calce che quelle ai silicati di potassio utilizzano il carbonato di calcio per reagire. Pertanto esse aderiranno in modo ottimale su intonaci a base di calce, mentre su quelli cementizi, poveri di carbonato di calcio, non garantiranno un'adesione efficace.

Le finiture sintetiche creano invece un'adesione al supporto di tipo fisico, creando un film in superficie grazie alla presenza di colle e resine. Le resine più comuni sono di tipo vinilico, acrilico e acrililossanico.

In relazione al tipo di adesione si determina il diverso tipo di invecchiamento e deterioramento delle finiture. Quelle minerali, pur degradandosi sotto l'aggressione degli agenti atmosferici, rimarranno ancorate al supporto mentre l'invecchiamento del mate-

riale sintetico provocherà una graduale perdita di elasticità del film attaccato al supporto con progressivo distacco.

FINITURE MINERALI	ADESIONE CHIMICA AL SUPPORTO
Degrado per invecchiamento	Rimangono ancorate al supporto

FINITURE SINTETICHE	ADESIONE FISICA AL SUPPORTO
Degrado per invecchiamento	Si staccano progressivamente dal supporto

7.3. Spessore delle finiture

Lo spessore dello strato di finitura può essere molto variabile in relazione alla tecnica utilizzata:

- le tinte minerali e le pitture sintetiche variano da 0 a 600 micron;
- i rivestimenti 0-600 micron a 2-3 mm.

FINITURE A BASSO SPESSORE	SPESSORE
Tinte minerali	0-300 micron
Pitture sintetiche	100-600 micron

FINITURE A MEDIO/ALTO SPESSORE		SPESSORE
Minerali	– Intonachini	0-300 micron 1-2 mm
	– Marmorini	
	– Stucchi	
Sintetiche	– Intonachini	100-600 micron 2-3 mm
	– Spatolati	
	– Graffiati	

7.4. Schede di composizione delle finiture

Per poter valutare la tipologia di finitura ottimale da applicare a seguito del prosciugamento murario è essenziale valutarne l'insieme delle caratteristiche e della composizione chimica, anche in riferimento al contesto in cui si opera.

Seguono, pertanto, le schedature tecniche¹ dei principali tipi di finitura dove vengono identificati le cariche introdotte per dare corpo al prodotto, i leganti, eventuali additivi e pigmenti e gli elementi di composizione del colore bianco.

ISOLAMENTO TERMICO E UMIDITÀ DI RISALITA

8.1. Sistemi a cappotto e umidità

L'isolamento termico costituisce attualmente un nodo fondamentale nella progettazione dal nuovo e nelle ristrutturazioni di edifici esistenti. Specialmente in quest'ultimo caso, dove vengono utilizzati sistemi a cappotto, è fondamentale valutare il rapporto tra l'isolamento e la presenza di umidità nella muratura e valutare le interrelazioni che possono avere luogo.

La norma UNI/TR 11715 del 2018 (*Isolanti termici per l'edilizia – progettazione e messa in opera dei sistemi isolanti termici per l'esterno (ETICS)*), indica che la posa del sistema ETICS (Sistemi Isolanti Termici a per l'esterno), in caso di costruzioni già esistenti affette da umidità da risalita, può essere iniziata solo dopo che le stesse siano state sanate con idonei sistemi e la muratura risulti asciutta e senza efflorescenze saline. È evidente, infatti, che l'apposizione di un materiale isolante su una muratura umida può portare ad un aggravamento delle condizioni generali dell'edificio.

L'acqua presente nella struttura, infatti, migrando verso l'esterno tenderà a bagnare la coibentazione con conseguente perdita di potere isolante. Inoltre, il sistema a cappotto potrebbe venire aggredito sia esternamente che internamente dai sali, provocando il deterioramento del rasante, dello strato colorato di finitura o compromettendo la tenuta del collante. In queste condizioni la soluzione ottimale è, dunque, quella di provvedere prima al prosciugamento e in secondo momento inserire la coibentazione termica.

Esistono, tuttavia, particolari sistemi isolanti termodeumidificanti e traspiranti che, secondo quanto dichiarato dalle ditte produttrici, possono essere applicati anche in presenza di muri umidi. Questi prevedono l'utilizzo di intonaci macroporosi e rasanti a base di calce idraulica naturale unitamente a pannelli in lana di vetro. È da sottolineare che, in ogni caso, senza un opportuno sistema di prosciugamento l'edificio continuerà ad essere affetto da umidità di risalita.

8.2. Materiali per l'isolamento termico in presenza di umidità

Fermo restando che un intervento a regola d'arte prevede l'eliminazione dell'umidità presente nelle murature prima di procedere con l'applicazione di una coibentazione termica, esistono comunque dei materiali che sono più adatti ad essere applicati in edifici

con problemi di risalita anche a seguito dell'eliminazione di quest'ultima. Il parametro più importante da tener presente in questi casi è la resistenza alla diffusione del vapore (Sd).

Per facilitare il passaggio verso l'esterno dell'eventuale presenza di umidità rimasta, anche a seguito della realizzazione di un sistema di prosciugamento, è importante che man mano che si procede dall'interno verso l'esterno gli strati siano più aperti alla diffusione del vapore. Si ricorda che l' Sd rappresenta lo spessore d'aria equivalente alla diffusione del vapore in metri ottenuto dalla seguente relazione:

$$Sd = \mu \times \text{spessore del materiale}$$

dove μ è il fattore di resistenza alla diffusione del vapore caratteristico del singolo materiale.

Maggiore è il valore Sd minore sarà la permeabilità alla diffusione del vapore. In generale, gli isolanti di origine naturale quali paglia, sughero, fibra di legno e canapa permettono una maggiore diffusione al vapore e alcuni materiali sintetici come XPS (polistirene espanso estruso) e EPS (polistirene espanso) microforati hanno una buona traspirabilità grazie alla presenza di microfori. Anche la lana di vetro e la lana di roccia presentano buona diffusione al vapore. Se si realizzano coibentazioni poco traspiranti, senza risolvere il problema della risalita capillare, l'acqua, oltre ad aggredire il cappotto esterno, confluirà verso la parete interna innalzando il fronte di risalita (Figure 8.1 e 8.2).

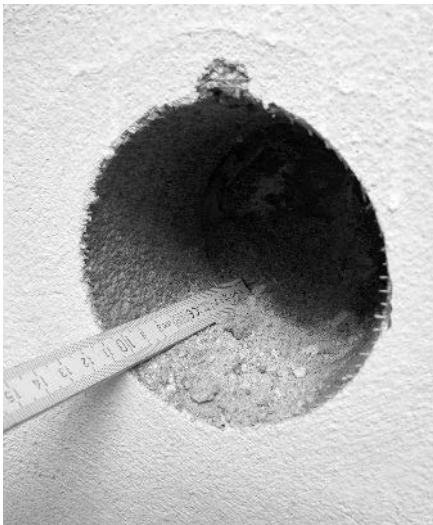


Figura 8.1. *Apposizione di un isolante non traspirante su muratura umida senza aver adottato alcun sistema di prosciugamento*



Figura 8.2. *Presenza massiccia di umidità sulle pareti interne*

Si riportano, a titolo esemplificativo, i valori del fattore di resistenza alla diffusione del vapore (μ) di alcuni dei principali isolanti termici presenti sul mercato.

SCHEDE TECNICHE E METODOLOGIA DI ANALISI

9.1. Schedature di analisi metodologica

Le schedature che seguono presentano una metodologia di approccio in presenza di edifici interessati da risalita. A seguito dell'analisi e dell'applicazione dei metodi correttivi, occorrerà, ove necessario, inserire un sistema di prosciugamento murario per ottenere un risanamento ottimale.

Nella scelta della tecnologia più appropriata, in particolar modo in contesti di pregio, è bene tener conto dell'invasività dell'intervento.

9.2. Edificio residenziale in provincia di Asti

ANAGRAFICA

Tipologia costruttiva	Cascina piemontese in area agricola
Secolo di costruzione	XIX secolo
Destinazione d'uso attuale	Residenziale
Proprietà	Privata

STATO DEI DIFETTI E ALTERAZIONI VISIBILI

Degradi superficiali	Distacchi dell'intonaco (strato superficiale e intermedio) Efflorescenze aghiformi in superficie Rigonfiamenti e distacchi di pitture
Ambienti maleodoranti	si
Presenza d'acqua sulle pareti	si
Umidità dovuta ad altre cause	Infiltrazioni

ANAMNESI A SEGUITO DEL SOPRALLUOGO

Tipologia costruttiva	Muratura portante in mattoni pieni
Intonaci	Misti calce-cemento
Tinteggiature	Tempera
Elementi decorativi	Nessuno

[segue]

Presenza di contropareti	Si (interne)
Riscaldamento	Radiatori
Raffrescamento	No
Ventilazione naturale	Scarsa
Ventilazione meccanica	No
Interventi già eseguiti per risolvere il problema della risalita	No

RILEVAZIONI TERMOIGROMETRICHE AMBIENTALI

Periodo di rilevazione	Maggio
Temperatura esterna	26,00°C
Umidità relativa esterna	62,6%
Temperatura interna	26,6°C
Umidità relativa interna	56,6%

RILEVAZIONI IGROMETRICHE DELLA MURATURA

Periodo di rilevazione	Maggio
Strumento	Igrometro capacitivo da contatto (0-200 digits)
Valore minimo pareti interne	44 digits
Valore massimo pareti interne	138 digits
Altezza fronte risalita interno	60,00 cm
Valore minimo pareti esterne	47 digits
Valore massimo pareti esterne	154 digits
Altezza fronte risalita esterno	220,00 cm

INTERVENTI

Interventi correttivi	Rimozione dell'intonaco misto calce-cemento fino a 3,20 m da livello del pavimento Inserimento di ventilazione forzata interna Revisione ed eventuale sostituzione dell'impianto di scarico acque meteoriche
Monitoraggio	Monitoraggio attraverso metodo ponderale di misurazione
Sistema di prosciugamento	Data l'alta concentrazione dell'umidità, confermata anche dalle analisi ponderali, per un risanamento ottimale è bene inserire un sistema di prosciugamento. Data la tipologia di edificio e la destinazione d'uso è da preferire un intervento poco invasivo
Interventi durante il prosciugamento	Rimozione meccanica delle efflorescenze Analisi quali-quantitativa dei sali Misurazioni ponderali di controllo
Interventi post-prosciugamento	Trattamento antisale idrofobizzante Ciclo di intonaco a base di calce idraulica naturale nella porzione dove questo era stato rimosso Finitura con pittura traspirante

RELAZIONI E PERIZIE

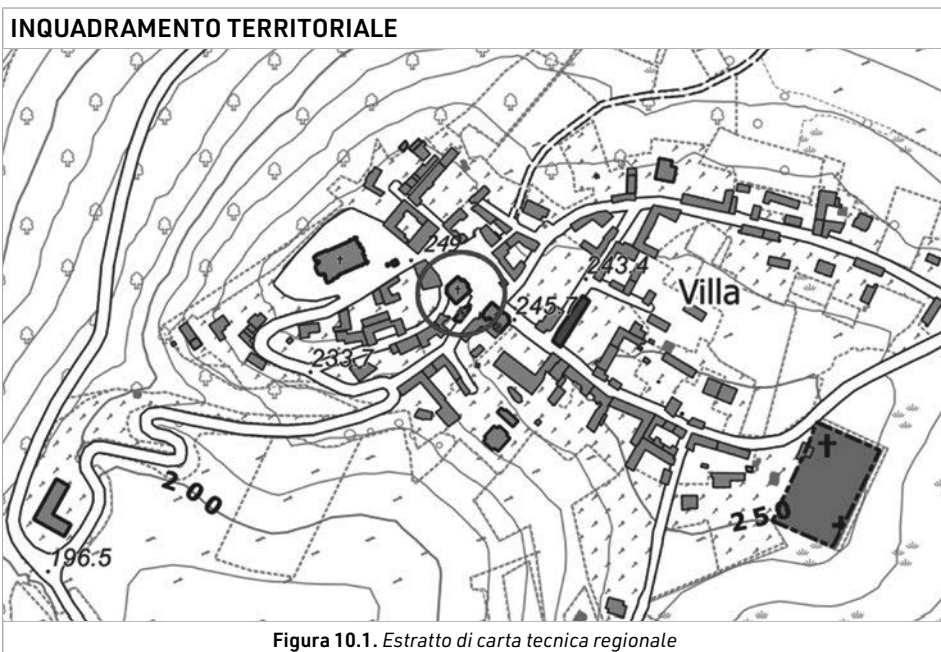
10.1. Perizie tecniche di sintesi e impostazioni metodologiche

In contesti storico-architettonici pubblici o in presenza di beni vincolati si rende necessario, in taluni casi, affiancare alle diagnostiche tecniche di misurazione e rilevazione una perizia di sintesi volta a rendere noti i risultati ottenuti.

In linea generale questa sarà costituita dai seguenti elaborati:

- INQUADRAMENTO TERRITORIALE
- STRATIFICAZIONI STORICHE DELL'EDIFICIO E DEL CONTESTO
- ANAMNESI E INDAGINE DIAGNOSTICA
- SCHEDA DI SINTESI
- ELABORAZIONI GRAFICHE DELLE MISURAZIONI

10.2. Perizia su edificio pubblico in Comune di Isola d'Asti (AT)



STRATIFICAZIONI STORICHE DELL'EDIFICIO E DEL CONTESTO

Un'antica planimetria, risalente al 1767, mostra la situazione urbanistica della piazza ove oggi sorge l'edificio. Vi si possono riconoscere l'antica parrocchiale, poi demolita e ricostruita sul sedime dell'antico castello, la confraternita di San Michele e il primo nucleo della Casa Canonica, risalente al 1600. Sul sito dell'edificio oggetto di intervento, non è evidenziata alcuna costruzione. Si può desumere quindi, che il primo nucleo dell'edificio risale tra la fine del XVIII e l'inizio del XIX secolo, mentre a inizio del XX secolo risalgono gli ampliamenti che hanno portato l'edificio alla configurazione attuale.



Figura 10.2. *Facciata principale edificio oggetto di intervento*

DESTINAZIONE D'USO

Attualmente il piano terra e il piano primo non hanno alcuna destinazione d'uso. L'ultimo piano è adibito parzialmente a residenziale.

BONUS FISCALI PER INTERVENTI DI PROSCIUGAMENTO MURARIO E RISANAMENTO SUPERFICIALE

11.1. L'attuale panorama dei bonus fiscali in materia edilizia

Nell'attuale panorama di bonus fiscali risulta a volte difficile comprendere se e a quale incentivo possano accedere gli interventi legati all'eliminazione dell'umidità di risalita nelle murature. In effetti le normative e le linee guida non sempre sono esaustive in questo senso; in ogni caso possiamo distinguere tra interventi che interessano parti strutturali dell'edificio e interventi di risanamento superficiale delle facciate esterne.

Gli interventi volti ad eliminare l'umidità non solo di risalita ma anche da infiltrazione in strutture portanti rientrano tra gli interventi leggeri legati al *Sismabonus*; gli interventi di risanamento superficiale delle facciate esterne a seguito di prosciugamento murario possono rientrare nel *Bonus facciate* se visibili da luogo pubblico. In tutti gli altri casi, ad oggi, si può accedere comunque alla detrazione del 50% se l'intervento è inserito in una pratica di manutenzione ordinaria (solo per condomini) straordinaria o risanamento conservativo. Poiché la maggioranza delle tecnologie di prosciugamento murario interessano l'intero edificio, agendo sia sulle murature portanti che sulle tramezzature, risulta assai difficoltoso ai fini del *Sismabonus* riuscire ad identificare la quota relativa alla struttura portante rispetto al resto. In questi casi è comunque possibile accedere alla detrazione al 50%.

11.2. Classificazione degli interventi legati all'umidità in relazione ai bonus fiscali

I diversi interventi relativi al prosciugamento murario e al risanamento superficiale delle murature possono essere così classificati:

SISMABONUS (110%)	Interventi volti all'eliminazione dell'umidità sulle sole strutture portanti.
BONUS FACCIATE (90%)	Interventi di risanamento superficiale a seguito di prosciugamento sulle sole facciate esterne visibili da luogo pubblico (puliture, rimozione delle efflorescenze, spazzolature, interventi sugli intonaci, tinteggiature, interventi specifici di restauro).
DETRAZIONE PER RISTRUTTURAZIONE (50%)	Interventi volti a eliminare l'umidità in generale in presenza di congrua pratica edilizia relativa a manutenzione ordinaria (solo condomini), straordinaria e restauro e risanamento conservativo.

UMIDITÀ NELLE MURATURE NON RICONDUCEBILE ALLA RISALITA

12.1. Risalita secondaria ed altri fattori che generano umidità

Nell'approcciarsi al problema della risalita capillare è bene distinguere i diversi fattori che possono generare umidità all'interno dei muri. La risalita secondaria, non dovuta cioè, dal contatto con il terreno ma dal contatto dell'edificio con altre strutture è una delle concause di umidità più frequenti unitamente alle infiltrazioni ed alla condensazione.

12.2. Concause che generano umidità

I principali elementi a cui porre attenzione per valutare un'eventuale concausa sono:

Massetti e pavimentazioni costruiti di allettamento costituiti da sabbia umida	Possono apportare acqua da risalita secondaria.
Pluviali, tubazioni ed impianti in genere	Possono apportare acqua dovuta a perdite o malfunzionamento.
Formazioni condensative e ponti termici	La differenza di temperatura tra interno ed esterno può provocare fenomeni di condensazione. Nello specifico la base del muro è più fredda rispetto alla parte soprastante a causa sia di fenomeni convettivi che si instaurano spontaneamente, sia del ponte termico costituito dal contatto tra muro e fondazione. In genere tra la parte bassa e quella alta della muratura si riscontra una differenza di temperatura variabile da 1 °C a 3 °C, sufficiente a favorire la comparsa di condensa, solo in prossimità del pavimento.
Umidità meteorica di rimbalzo	Dove è presente il rimbalzo d'acqua dovuto agli spruzzi prodotti dal traffico veicolare o da oggetti non costruiti a regola d'arte, si possono riscontrare fenomeni di degrado simili a quelli legati alla risalita capillare.
Umidità per dilavamento	Edifici e manufatti esposti in tutto o in parte all'acqua piovana possono presentare degradi da dilavamento. In questo caso la parte degradata sarà nella parte superiore muratura.
Umidità da controspinta	In strutture interrate a contatto diretto con il terreno possono verificarsi infiltrazioni da controspinta dovute al contatto parete-terreno.

Oltre al prosciugamento murario dalla risalita è fondamentale eliminare tutte le concause di umidità per avere un risanamento complessivo della struttura.

RILIEVO FOTOGRAFICO DELLO STATO DEI DIFETTI RICONDUCEBILI AD INTERVENTI NON IDONEI IN EDIFICI AFFETTI DA RISALITA CAPILLARE

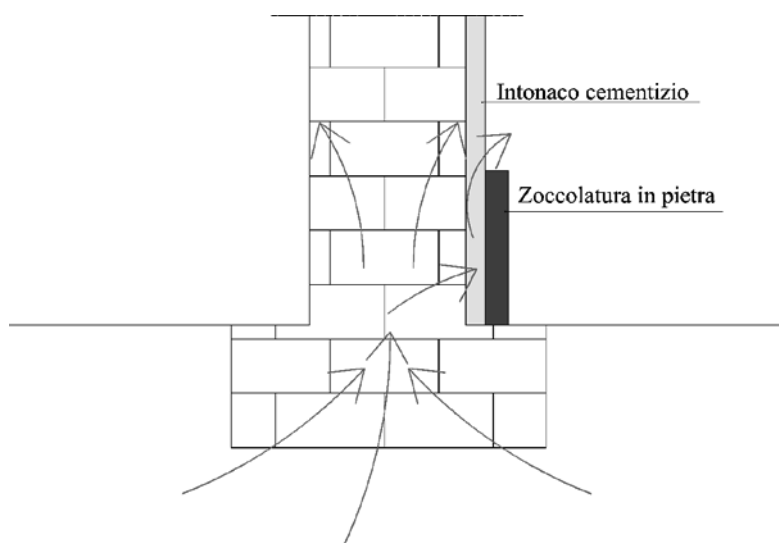
13.1. Stato dei difetti e dei degradi per interventi non idonei

La maggioranza degli edifici storici affetti da umidità di risalita hanno subito, nel corso del tempo, molteplici interventi per cercare di eliminare, arginare o mascherare il fenomeno. Se però sono state utilizzati materiali o tecniche non idonee molto spesso a lungo tempo i degradi subiscono un peggioramento.

Segue pertanto un rilievo fotografico relativo allo stato dei difetti riconducibili ad interventi non idonei.

13.2. Apposizione di zoccolature in pietra in aderenza alla parete e intonaci cementizi

PROFILO DELLA RISALITA A SEGUITO DELL'INTERVENTO



Innalzamento del fronte di risalita dovuto alla non traspirabilità della pietra e all'attivazione di un potenziale elettrico orizzontale da parte degli intonaci cementizi.

DEGRADI RICONTRABILI



STATO DEI DIFETTI

- ESFOLIAZIONI E DISTACCHI DELLA PITTURA ESTERNA
- MACCHIE BRUNE
- EFFLORESCENZE



STATO DEI DIFETTI

- MACCHIE BRUNE
- EFFLORESCENZE
- SCAGLIATURE



STATO DEI DIFETTI

- ESFOLIAZIONI
- EFFLORESCENZE
- DISTACCO DELLO STRATO SUPERFICIALE E INTERMEDIO DELL'INTONACO

QUADRO TECNICO-NORMATIVO GENERALE

14.1. Normativa italiana

In riferimento al tema dell'umidità nelle costruzioni, la normativa italiana è alquanto scarsa. Le principali norme sono state recepite dalle UNI ed emanate in riferimento al campo del restauro e risultano quindi molto specialistiche rispetto alla maggioranza dell'edilizia residenziale.

14.1.1. Norme relative alla misurazione dell'umidità nelle murature

Come già accennato in precedenza, le norme che prescrivono le modalità di prelievo e misurazione dei campioni di muratura sono:

- Norma UNI 11121/2004: *Materiali lapidei naturali ed artificiali – Determinazione in campo del contenuto di acqua con il metodo al carburo di calcio.*
- Norma UNI 11085/2003: *Materiali lapidei naturali ed artificiali – Determinazione del contenuto d'acqua: metodo ponderale.*

14.1.2. Norme relative alla misurazione dell'umidità nell'aria

- Norma UNI EN 15758/2010: *Conservazione dei Beni Culturali – Procedure e strumenti per misurare la temperatura dell'aria e quella della superficie degli oggetti che sostituisce la Norma UNI 11120/2004: Misurazione in campo della temperatura dell'aria e della superficie dei manufatti.*
- Norma UNI 11131/2005: *Misurazione in campo dell'umidità dell'aria.* La norma indica i parametri fisici e gli strumenti idonei alla misurazione dell'umidità nell'aria ai fini della conservazione del Patrimonio Culturale, sia che si trovi all'aperto che all'interno (per esempio in musei, gallerie, archivi, biblioteche, chiese e palazzi storici). La norma stabilisce indicazioni per effettuare misure accurate dell'ambiente microclimatico e per studiare le interazioni fra aria e oggetti.

14.1.3. Norme relative alla determinazione e misurazione dei sali solubili

- UNI NORMAL 11087/2003: *Determinazione del contenuto di sali solubili.* Definisce le modalità di misurazione delle quantità di sali solubili in una muratura.

14.1.4. Normativa specifica in riferimento al restauro e risanamento conservativo

Nel campo del restauro ed in particolare in riferimento all'umidità negli edifici storici e nei beni culturali sono state elaborate le seguenti norme:

- UNI EN 16085/2012: *Conservazione dei beni culturali - Metodologia per il campionamento dei materiali costituenti i beni culturali - Regole generali.*
- UNI EN 16095/2012: *Conservazione dei beni culturali - Descrizione dello stato di conservazione per i beni culturali mobili.*
- UNI EN 16096/2012: *Conservazione dei beni culturali - Indagine e rapporto dello stato di conservazione del patrimonio culturale immobile.*
- UNI EN 16096/2012: *Conservazione dei beni culturali - Indagine e rapporto dello stato di conservazione del patrimonio culturale immobile.*
- UNI EN 15759-1/2012: *Conservazione dei beni culturali - Clima interno - Parte 1: Linee guida per riscaldamento delle chiese, cappelle e altri luoghi di culto.*
- UNI EN 15898/2012: *Conservazione dei beni culturali - Principali termini generali e definizioni.*
- UNI 11432/2011: *Beni culturali - Materiali lapidei naturali ed artificiali - Misura della capacità di assorbimento di acqua mediante spugna di contatto.*
- UNI EN 15946/2011: *Conservazione dei Beni culturali - Principi di imballaggio per il trasporto.*
- EC 1-2011 UNI 11189/2006: *Beni culturali - Malte storiche e da restauro - Metodi di prova per la caratterizzazione chimica di una malta - Analisi chimica.*
- UNI EN 15757/2010: *Conservazione dei Beni Culturali - Specifiche concernenti la temperatura e l'umidità relativa per limitare i danni meccanici causati dal clima ai materiali organici igroscopici.*
- UNI EN 15758/2010: *Conservazione dei Beni Culturali - Procedure e strumenti per misurare la temperatura dell'aria e quella della superficie degli oggetti.*
- UNI EN 15886/2010: *Conservazione dei Beni Culturali - Metodi di prova - Misura del colore delle superfici.*
- UNI EN 15801:2010: *Conservazione dei beni culturali - Metodi di prova - Determinazione dell'assorbimento dell'acqua per capillarità ICS: [97.195].*
- UNI EN 15802/2010: *Conservazione dei beni culturali - Metodi di prova - Determinazione dell'angolo di contatto statico.*
- UNI EN 15803/2010: *Conservazione dei beni culturali - Metodi di prova - Determinazione della permeabilità al vapore d'acqua (dp).*
- EC 1-2009 UNI 11139/2004: *Beni culturali - Malte storiche - Determinazione del contenuto di calce libera e di magnesia libera.*
- EC 1-2009 UNI 11140/2004: *Beni culturali - Malte storiche - Determinazione del contenuto di anidride carbonica.*
- EC 1-2009 UNI 11089/2003: *Beni culturali - Malte storiche e da restauro - Stima della composizione di alcune tipologie di malte.*

CONTENUTI E ATTIVAZIONE DELLA WEBAPP

15.1. Contenuti della WebApp

- Normativa e giurisprudenza consultabile attraverso un motore di ricerca, con aggiornamenti automatici per 365 giorni dall'attivazione della WebApp;
- Abaco degli interventi non idonei e stato dei difetti in presenza di acqua di risalita nelle murature;
- Caso studio: analisi diagnostica, intervento di prosciugamento e risanamento superficiale della cattedrale di Asti;
- Scheda tecnica di analisi dell'edificio in presenza di umidità di risalita;
- Scheda tecnica di materiali isolanti.

15.2. Requisiti hardware e software

- Dispositivi con MS Windows, Mac OS X, Linux, iOS o Android;
- Accesso ad internet e browser web con Javascript attivo;
- Software per la gestione di documenti Office e PDF.

15.3. Attivazione della WebApp

- Collegarsi al seguente indirizzo internet:

https://www.grafill.it/pass/0271_0.php

- Inserire i codici **[A]** e **[B]** che sono presenti nell'ultima pagina del volume e cliccare su **[Continua]**;
- Accedere al **Profilo utente Grafill** oppure crearne uno su **www.grafill.it**;
- Cliccare sul pulsante **[G-CLOUD]**;
- Cliccare sul pulsante **[Vai alla WebApp]** a fianco del prodotto acquistato;
- Fare il *login* usando le stesse credenziali di accesso al **Profilo utente Grafill**;
- Accedere alla WebApp abbinata alla presente pubblicazione cliccando sulla relativa immagine di copertina presente nello scaffale **Le mie App**.



L'umidità di risalita nelle murature è una delle patologie più comuni nell'edilizia sia storica che moderna e il presente manuale offre un supporto completo per gli interventi su edifici affetti da tale problematica.

Partendo dall'analisi dei fenomeni fisici che determinano la risalita di acqua all'interno delle murature, si fornisce un'ampia panoramica sulle metodologie e soluzioni tecniche per attuare un corretto prosciugamento.

La valutazione del fronte di risalita, della composizione delle efflorescenze saline e dello stato dei difetti e dei degradi ad essi connessi, sono affrontati con particolare attenzione, fornendo un abaco generale delle alterazioni secondo le definizioni della norma UNI 11182:2006. Ampio spazio è dedicato alla metodologia tecnica di approccio, alla diagnostica e alle misurazioni di supporto attraverso metodi distruttivi e non distruttivi, secondo le procedure stabilite dalla norma UNI 11085:2003.

Partendo dai sistemi di prosciugamento murario più tradizionali (sifoni atmosferici, tagli fisici e chimici), vengono introdotte e analizzate le varie tecnologie di intervento, comprese quelle più innovative, sia attive che passive, basate sull'elettromagnetismo e geomagnetismo. Per ciascuna se ne valutano vantaggi ed eventuali criticità attraverso una serie di esemplificazioni e casi studio. In relazione al risanamento superficiale, sono indicati i materiali più idonei soffermandosi in modo particolare sulla composizione degli intonaci e sui sistemi isolanti termici per l'esterno (ETICS). Il manuale, corredato da numerosi particolari grafici e schede tecniche relative ad interventi realizzati, costituisce uno strumento di lavoro semplice e completo e permette a tecnici e professionisti di impostare una corretta metodologia di intervento in presenza di edifici interessati dal fenomeno dell'umidità di risalita e di scegliere di volta in volta la soluzione tecnica più idonea.

La **WebApp inclusa** gestisce le seguenti utilità:

- Normativa e giurisprudenza consultabile attraverso un motore di ricerca, con aggiornamenti automatici per 365 giorni dall'attivazione della WebApp;
- Abaco degli interventi non idonei e stato dei difetti in presenza di acqua di risalita nelle murature;
- Caso studio: analisi diagnostica, intervento di prosciugamento e risanamento superficiale della cattedrale di Asti;
- Scheda tecnica di analisi dell'edificio in presenza di umidità di risalita;
- Scheda tecnica di materiali isolanti.

REQUISITI HARDWARE E SOFTWARE

Qualsiasi dispositivo con MS Windows, Mac OS X, Linux, iOS o Android; accesso ad internet e browser web con Javascript attivo; software per la gestione di documenti Office e PDF.

Francesca Cavagnino, architetto laureata presso il Politecnico di Torino, svolge attività di libera professionista nel campo della progettazione, della conservazione e del restauro. Si occupa di diagnostica e analisi del costruito con specifico riferimento ai fenomeni legati alla risalita capillare nelle murature ed alla compatibilità dei materiali da costruzione. È docente all'interno di corsi e seminari legati alla manutenzione delle facciate.



ISBN 13 978-88-277-0272-7



9 788827 702727 >

Euro 30,00