

1 LA BARRIERA CHIMICA E' LA MIGLIORE SOLUZIONE AL PROBLEMA DELL'UMIDITA' DI RISALITA DAL TERRENO?

Nel capitolo "Umidità di risalita" abbiamo già descritto il metodo di deumidificazione dei muri basato sulla realizzazione, mediante iniezioni di resine siliconiche, di una barriera chimica permanente contro l'umidità di risalita dal terreno.

In questo capitolo vogliamo dimostrare come la **barriera chimica** possa essere considerata la migliore soluzione al problema dell'umidità di risalita, confrontandola con le altre soluzioni proposte da aziende operanti nel settore del risanamento murario.

Ricordiamo che il problema dell'**umidità di risalita dal terreno** si presenta in tutti gli immobili caratterizzati da murature portanti a contatto diretto con il terreno, nel caso in cui non vi siano adeguati sistemi di **impermeabilizzazione** (oppure questi ultimi non siano stati correttamente eseguiti o si siano deteriorati nel tempo).

Più precisamente l'**acqua** presente nel terreno tende a risalire, per il fenomeno della **capillarità** (che analizzeremo in questo capitolo), attraverso i capillari dei materiali costituenti la muratura e a distribuirsi lungo le superfici fuoriterra della stessa per poter evaporare. Mentre l'acqua evapora dalla muratura, i **sali** in essa contenuti cristallizzando (ovvero aumentando di volume) deteriorano gli intonaci.

[Leggi < DANNI CAUSATI DALL'UMIDITA' DI RISALITA NEI MURI >](#)

Fondamentale è il concetto per cui gli **intonaci ammalorati**, a causa dei sali disciolti nell'acqua proveniente dal terreno, non possono più essere risanati qualsiasi soluzione si voglia adottare. Ovvero sarà necessario provvedere alla loro rimozione fino al vivo della muratura e all'applicazione di nuovi intonaci.

2 METODI EDILI

In questa sede tralasciamo l'analisi di quegli espedienti o di quelle opere edili (che abbiamo descritto nel precedente capitolo ovvero stollatura, rivestimenti in marmo o pietra, fori di aerazione, contropareti in laterizio o cartongesso, cappotto in polistirene, vespaio aerato, trincea o scannafosso, intonaci deumidificanti, intonaci osmotici, intonaci additivati) che, rifacendosi ai concetti di aerazione, coibentazione, rivestimento della muratura, non conducono a risolvere il problema dell'umidità di risalita ma solo a nascondere per breve tempo.

[Leggi < COME NON SI RISOLVE IL PROBLEMA DELL'UMIDITA' DI RISALITA >](#)

Partiamo con la descrizione di quei metodi (**taglio meccanico** e **barriera chimica**) che, analizzando la tipologia e i materiali della muratura e avvalendosi di una tecnica basata sul concetto di **impermeabilizzazione**, possono essere considerati a tutti gli effetti come una **soluzione** al problema dell'**umidità di risalita** dal terreno.

2.1 TAGLIO MECCANICO

La prima vera soluzione al problema dell'umidità di risalita è stata offerta in passato dalla tecnica del **taglio meccanico** dei muri con l'inserimento di lamine impermeabili poco sopra la quota del terreno.

Con questa metodologia si poteva efficacemente risolvere il problema dell'umidità di risalita, ma si presentavano due grandi limiti operativi. Il primo era rappresentato dalla possibilità di eseguire l'intervento solo in un contesto di totale **ristrutturazione** e prima della realizzazione degli impianti a servizio dell'intero immobile. Il secondo limite (il più significativo) era costituito dal fatto che, con il taglio dei muri, si andava a compromettere la **staticità** dell'edificio (sottoponendolo a nuovi assestamenti) e ad annullare qualsiasi sua capacità di resistenza all'**azione sismica** (ovvero a spostamenti orizzontali).

2.2 BARRIERA CHIMICA (seconda parte)

La tecnica della **barriera chimica**, che è nata in Inghilterra e che è utilizzata in Italia dall'inizio degli anni Ottanta, si è subito posta come valida alternativa al taglio meccanico.

Le prime barriere chimiche venivano eseguite con il **metodo per caduta** ovvero la soluzione di resine silconiche, contenuta in piccoli flaconi appesi all'esterno, veniva fatta percolare all'interno della muratura attraverso i fori (che avevano un diametro superiore ai 10 mm) precedentemente eseguiti. Inoltre le resine silconiche dell'epoca venivano miscelate con solventi e non come quelle attuali con l'acqua.

Il metodo per caduta attualmente viene ancora utilizzato con alcuni kit "fai-da-te", i quali però, oltre a richiedere dei tempi di realizzazione molto lunghi, non offrono alcuna garanzia sul risultato finale.

Il **metodo** più efficace in assoluto per eseguire una barriera chimica è quello **a bassa pressione**, che abbiamo già descritto con le modalità di intervento da noi utilizzate.

[Leggi < BARRIERA CHIMICA \(prima parte\) >](#)

I detrattori della barriera chimica sostengono che sia una tecnica invasiva ed irreversibile. Per quanto riguarda l'invasività, l'esecuzione di fori (di diametro 10 mm, con interasse di 10 cm circa, non passanti) di fatto non compromette nessuna struttura costituita da murature portanti, in quanto (per il principio della volta) i carichi si distribuiscono attorno al foro.

Il termine "invasiva" suggerisce inoltre l'idea che tale tecnica possa essere utilizzata solo in situazioni di cantiere e con tempi di realizzazione molto lunghi. Invece la **barriera chimica** (con il metodo a bassa pressione) può essere eseguita anche in immobili abitati, operando dall'esterno o dall'interno in modo chirurgico (le foto seguenti lo dimostrano ampiamente), consentendo la permanenza delle persone e con un **tempo di realizzazione** relativamente breve (una giornata lavorativa per un piccolo bilocale e due giornate per un trilocale).

Per quanto riguarda l'irreversibilità ci domandiamo quanti di Voi vorrebbero, una volta risolto il problema dell'umidità di risalita dal terreno, riportare ancora le murature del proprio immobile allo stato di degrado prima dell'esecuzione dell'intervento.

Concludendo l'analisi della tecnica della **barriera chimica**, ricordiamo che la sua efficacia è legata assolutamente al fatto che l'intervento venga eseguito da tecnici specializzati con i prodotti idonei e l'attrezzatura adeguata. Invece un intervento eseguito anche dal muratore più esperto con un kit "fai-da-te" (acquistato presso una rivendita di materiali edili) non offre alcun tipo di **garanzia**.



Barriera chimica mediante iniezioni di resine siliconiche tra le fughe delle beole, senza la loro rimozione e danneggiamento.



Barriera chimica mediante iniezioni di resine siliconiche al di sotto del cappotto, senza la sua rimozione e danneggiamento.



Barriera chimica mediante iniezioni di resine siliciche nella fascia coperta dal battiscopa / zoccolino.



Barriera chimica mediante iniezioni di resine siliciche nella fascia coperta dal battiscopa / zoccolino.

3 METODI ELETTRICI ED ELETTROMAGNETICI

Passiamo ora a descrivere le altre soluzioni (**elettrosmosi** e **dispositivi elettromagnetici**) proposte da aziende operanti nel settore del risanamento murario. Tali soluzioni non si collocano però nell'ambito edile classico (con l'analisi della tipologia della muratura e della modalità di impermeabilizzazione) ma in un ambito puramente impiantistico (con l'installazione di centraline e dispositivi).

Per descrivere queste soluzioni, che si basano su principi elettrici ed elettromagnetici, dobbiamo però fare chiarezza su alcuni concetti scientifici, legati a "fenomeni" dimostrati sperimentalmente da oltre un secolo.

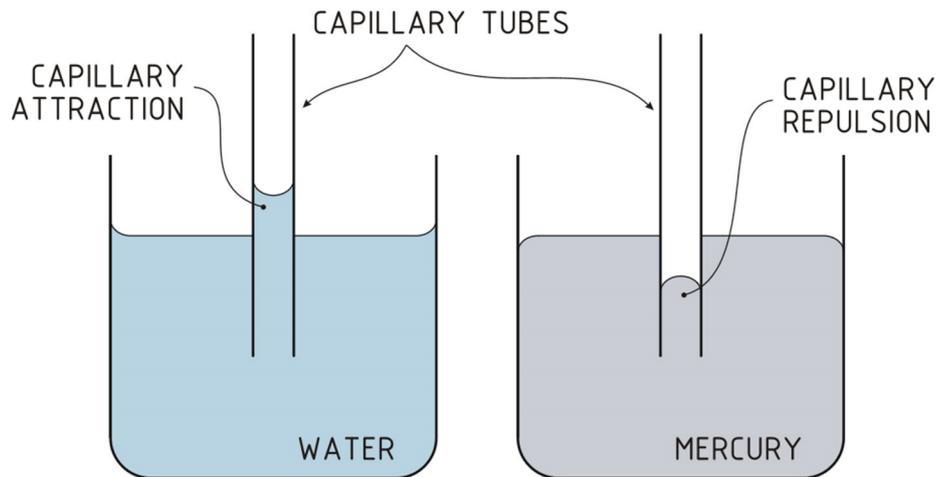
Tali concetti a molti lettori risulteranno nuovi e ad alcuni saranno più familiari, in quanto studiati in corsi di chimica e fisica. Ognuno di Voi potrà comunque trovare conferma a quanto qui esposto grazie a Wikipedia o a siti di informazione scientifica.

3.1 CAPILLARITA'

Partiamo descrivendo alcune caratteristiche dei liquidi (e in particolare dell'acqua).

La **capillarità** è un fenomeno dovuto alle interazioni tra le molecole di un liquido e quelle di un solido in prossimità della loro superficie di separazione. Le forze in gioco che si manifestano in tale fenomeno sono l'**adesione** (la forza di attrazione di natura elettrostatica che si crea tra le molecole di due sostanze diverse poste a contatto tra loro) e la **coesione** (la forza di attrazione di natura elettrostatica che si crea tra le molecole di una stessa sostanza, tenendole unite e opponendosi alle eventuali forze esterne che invece tendono a separarle).

Nel caso di un **liquido in un recipiente** (solido), la capillarità si manifesta sulla superficie del liquido in prossimità delle pareti del recipiente: questa può presentarsi sollevata (come per l'acqua) rispetto al resto della superficie (in quanto le forze di adesione tra le molecole del liquido e del solido sono maggiori delle forze di coesione tra le molecole del liquido) oppure abbassata (come per il mercurio) rispetto al resto della superficie (in quanto le forze di coesione tra le molecole del liquido sono maggiori rispetto alle forze di adesione tra le molecole del liquido e del solido).



Si definisce inoltre **tensione superficiale** la forza per unità lineare che tiene uniti i lembi di un ipotetico taglio praticato perpendicolarmente sulla superficie libera del liquido.

Immergendo un capillare cilindrico in un recipiente contenente un liquido, la **legge di Jurin** consente di calcolare l'innalzamento o l'abbassamento del livello del liquido nel capillare rispetto al livello nel recipiente:

$$h = (2 \cdot \gamma \cdot \cos\theta) / (\rho \cdot g \cdot r)$$

in cui sono messi in relazione:

h innalzamento o abbassamento del liquido nel capillare,

γ tensione superficiale del liquido,

$\cos\theta$ coseno dell'angolo di contatto tra la superficie del liquido e la parete del recipiente,

ρ densità del liquido,

g accelerazione di gravità,

r raggio del capillare.

Comprendiamo quindi che in una muratura l'altezza raggiunta dall'umidità di risalita per capillarità può essere elevata in quanto l'acqua ha una elevata tensione superficiale e i capillari dei materiali costituenti sono molto piccoli.

Tuttavia nel caso di una muratura è necessario considerare anche il fenomeno dell'**evaporazione** dell'umidità presente, che non viene preso in considerazione nella legge di Jurin.

Più precisamente, in una muratura l'**umidità di risalita per capillarità** raggiunge la massima altezza nel momento in cui la quantità di acqua che (evaporando) sta uscendo dalla muratura è uguale a quella che sta entrando alla sua base.

Di conseguenza, impedendo all'umidità presente nella muratura di evaporare (ad esempio rivestendo la superficie inferiore della muratura con lastre di marmo, beole di pietra o piastrelle di qualsiasi materiale) si aumenta l'altezza raggiunta dall'umidità di risalita.



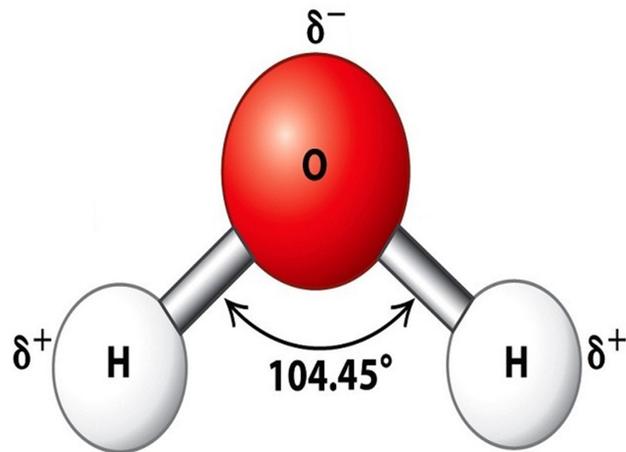
In una muratura soggetta al problema dell'umidità di risalita si è individuato un altro particolare fenomeno: la presenza di una **differenza di potenziale elettrico** (ovvero una tensione elettrica) tra il **terreno** (polo positivo) e la **muratura** umida soprastante (polo negativo).

Segnaliamo che nel caso di una muratura asciutta la differenza di potenziale elettrico tra il terreno e la muratura soprastante è sempre uguale a zero.

Quindi l'**umidità di risalita dal terreno** in una muratura è causata dalla capillarità e non dalla differenza di potenziale elettrico (come molti affermano), che ne è invece una conseguenza.

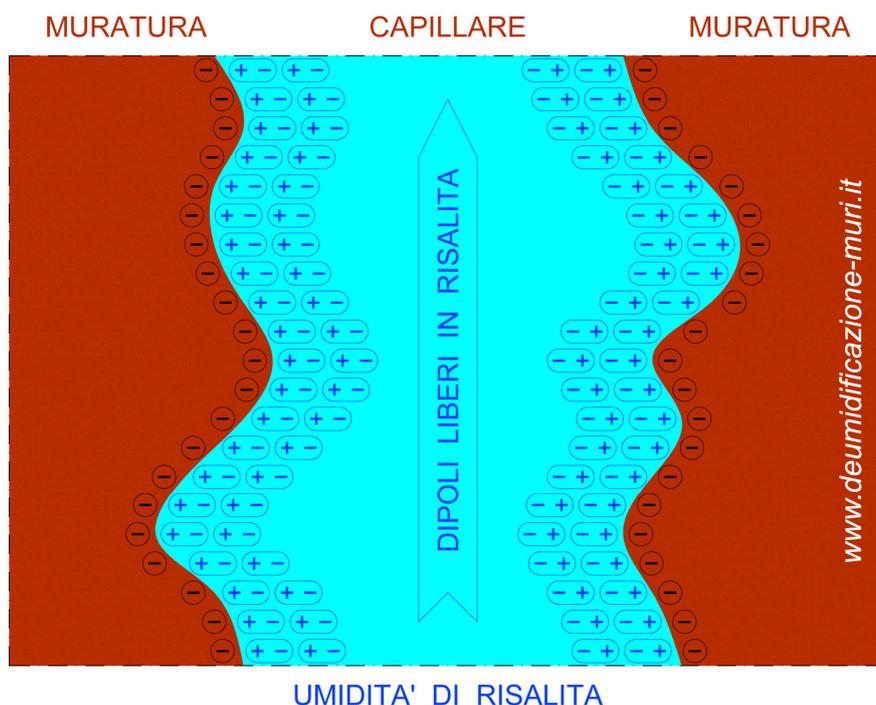
La presenza di una differenza di potenziale elettrico è dovuta alle caratteristiche delle molecole dell'acqua e dei materiali costituenti la muratura.

La **molecola dell'acqua** è una **molecola polare** (o dipolo molecolare) in quanto presenta una carica parziale negativa in prossimità dell'atomo di ossigeno (O) e una carica parziale positiva in prossimità dei due atomi di idrogeno (H).



I **materiali** costituenti la **muratura** sono solitamente **ossidi** (prevalentemente di silicio, ma anche di calcio, di alluminio, di ferro, ...) e quindi le loro molecole sono composte almeno da un atomo di ossigeno.

In una muratura lungo le pareti dei **capillari** le molecole dell'acqua legano chimicamente con le molecole dei materiali costituenti (lato idrogeno per l'acqua e lato ossigeno per i materiali) mentre all'interno dei capillari le restanti molecole dell'acqua (dipoli liberi) proseguono la risalita. Le molecole dell'acqua legate a quelle dei materiali costituenti presentano quindi libero il lato ossigeno (negativo) e di conseguenza si genera una differenza di potenziale elettrico tra il terreno (polo positivo) e la muratura (polo negativo).



Possiamo quindi affermare che i metodi (**elettrosmosi** e **dispositivi elettromagnetici**), che propongono l'annullamento di questa differenza di potenziale elettrico per risolvere il problema dell'umidità di risalita, partono da un suo effetto (differenza di potenziale) e non dalla sua causa (capillarità).

Invece la **barriera chimica**, che di fatto è una impermeabilizzazione alla base della muratura, opera impedendo la risalita dell'umidità per capillarità.

3.2 ELETTROSMOSI

Sperimentalmente si è verificato che è possibile spostare un liquido conduttore all'interno di un materiale poroso facendolo attraversare da **corrente elettrica continua** (intensità, tensione e direzione costanti nel tempo). A questo fenomeno è stato dato il nome di **elettrosmosi** (l'osmosi è invece un processo fisico spontaneo, ovvero senza apporto esterno di energia, che tende a diluire la soluzione più concentrata).

Nel caso di una muratura soggetta al problema dell'umidità di risalita, generando una **differenza di potenziale elettrico** opposta e maggiore di quella che si viene a creare nella muratura per effetto della capillarità, si potrebbe spostare l'acqua verso il basso.

La tecnica dell'**elettrosmosi attiva** prevede l'inserimento nella muratura, alla quota raggiunta dall'umidità di risalita, di barre metalliche (collegate tra loro da un cavo conduttore) o solo di un cavo conduttore (non isolato) e il posizionamento nel terreno, in prossimità della muratura, di una serie di punte metalliche (collegate tra loro da un cavo conduttore). L'impianto si completa con l'installazione di un alimentatore, in grado di erogare corrente continua, a cui vengono collegati al polo positivo il cavo conduttore inserito nella muratura e al polo negativo il cavo conduttore delle punte metalliche nel terreno. L'impianto può quindi generare una differenza di potenziale elettrico tra la muratura (ora polo positivo) e il terreno (ora polo negativo). La differenza di potenziale opposta costringe di conseguenza l'acqua presente nella muratura a spostarsi verso il basso.

Il processo risulta però efficace solo nella fase iniziale: diminuendo l'umidità, ad un certo punto la corrente elettrica non è più in grado di attraversare la muratura. Con la tecnica dell'elettrosmosi attiva si riesce quindi a ridurre notevolmente l'**umidità di risalita** presente ma non ad eliminarla completamente.

Un'altra problematica si presenta a causa dei **sali**, disciolti nell'acqua all'interno della muratura, i quali possono progressivamente corrodere i cavi conduttori e danneggiare l'intero impianto.

La tecnica dell'**elettrosmosi passiva** prevede un impianto analogo a quello dell'elettrosmosi attiva con l'unica sostanziale differenza che i cavi conduttori non sono collegati ad un alimentatore ma direttamente tra loro. Anche se la teoria non sostiene tale tecnica, sembrerebbe che tra la muratura e il terreno si generi spontaneamente una piccola differenza di potenziale elettrico, la quale tuttavia non è in grado di opporsi a quella presente per effetto della capillarità. Di conseguenza la tecnica dell'elettrosmosi passiva è stata abbandonata.

3.3 ELETTROMAGNETISMO

I vari dispositivi presenti in commercio vengono presentati dalle rispettive aziende produttrici come la soluzione meno invasiva e reversibile per risolvere il problema dell'**umidità di risalita nelle murature**. Tutte le aziende sembrano individuare nella **differenza di potenziale elettrico** tra il terreno (polo positivo) e la muratura soprastante (polo negativo) la causa (in realtà è un effetto) dell'umidità di risalita.

Le descrizioni dei vari dispositivi sono invece tra loro molto differenti e per molti aspetti incomplete o imprecise; i termini utilizzati possono suonare bene da un punto di vista commerciale ma si discostano dal linguaggio scientifico. Non si comprende ad esempio come questi dispositivi possano emettere "impulsi", "vibrazioni" o "onde" (di non precisata natura e a volte menzionati con i prefissi "bio" ed "eco), come questi ultimi si possano propagare nell'ambiente e come possano infine "neutralizzare le cariche" o "invertire la polarità" delle molecole d'acqua o "controllare l'umidità di risalita" presente nelle murature. L'unica certezza è che questi dispositivi, per poter funzionare, necessitano di energia iniziale (non necessariamente elettrica), la quale (opportunamente trasformata) deve essere in qualche modo propagata nell'ambiente e fatta penetrare nelle murature dell'edificio.

Ma come è possibile la propagazione di energia nello spazio? La risposta è data dall'**elettromagnetismo**, ovvero quella branca della fisica classica che studia l'interazione elettromagnetica e che ha permesso di spiegare fenomeni naturali come l'elettricità, il magnetismo e la luce.

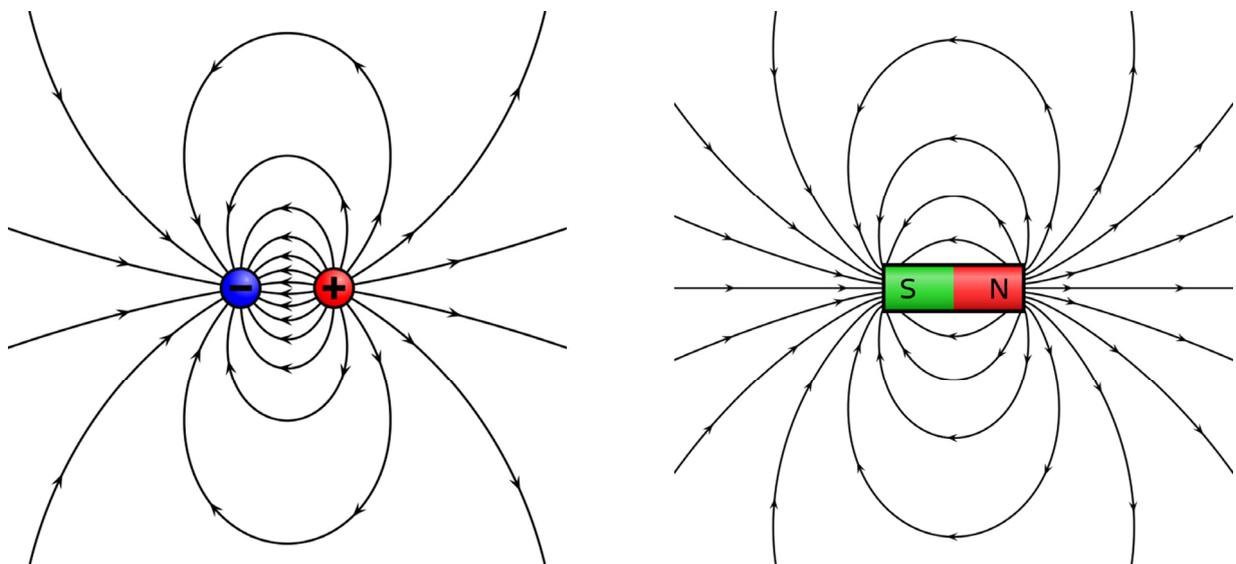
Approfondiamo l'elettromagnetismo partendo dai concetti di base.

Un **campo elettrico E** non variabile nel tempo è un campo di forze generato nello spazio dalla presenza di una o più cariche elettriche.

Un **dipolo elettrico** (costituito da due cariche elettriche uguali ed opposte di segno, poste a breve distanza tra loro) genera un campo elettrico, le cui linee di forza (ovvero la rappresentazione grafica dell'azione del campo elettrico nello spazio circostante) sono raffigurate uscenti dalla carica positiva ed entranti in quella negativa.

Un **campo magnetico B** non variabile nel tempo è un campo di forze generato nello spazio dalla presenza di un magnete.

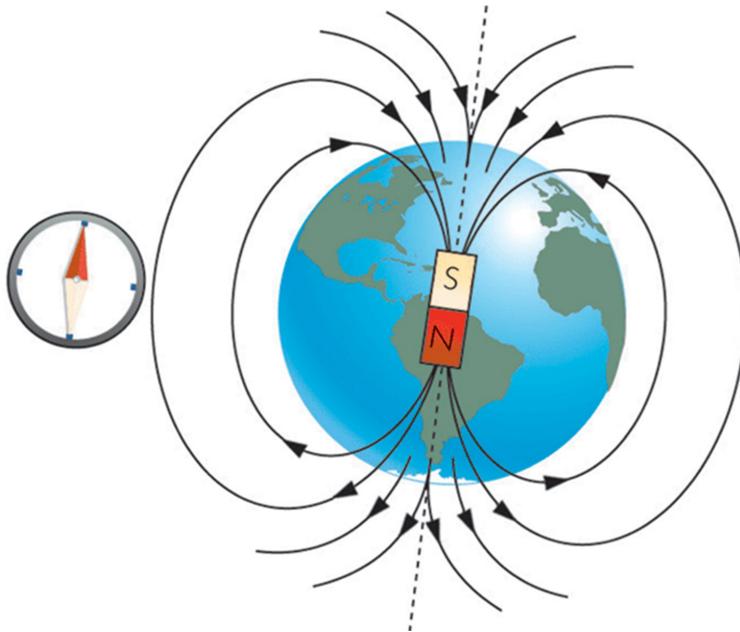
Un **dipolo magnetico** (costituito dai due poli di un magnete) genera un campo magnetico, le cui linee di forza (ovvero la rappresentazione grafica dell'azione del campo magnetico nello spazio circostante) sono raffigurate uscenti dal polo nord ed entranti nel polo sud.



Risulta quindi evidente l'analogia tra un dipolo elettrico e un dipolo magnetico e più in generale tra un campo elettrico e un campo magnetico (non variabili nel tempo).

In particolare, in entrambi i casi, l'azione dei rispettivi campi è percepibile solo a breve distanza dai dipoli e si annulla aumentando la distanza. Ad esempio un magnete (calamita) è in grado di attirare un materiale ferromagnetico solo se è posto a breve distanza.

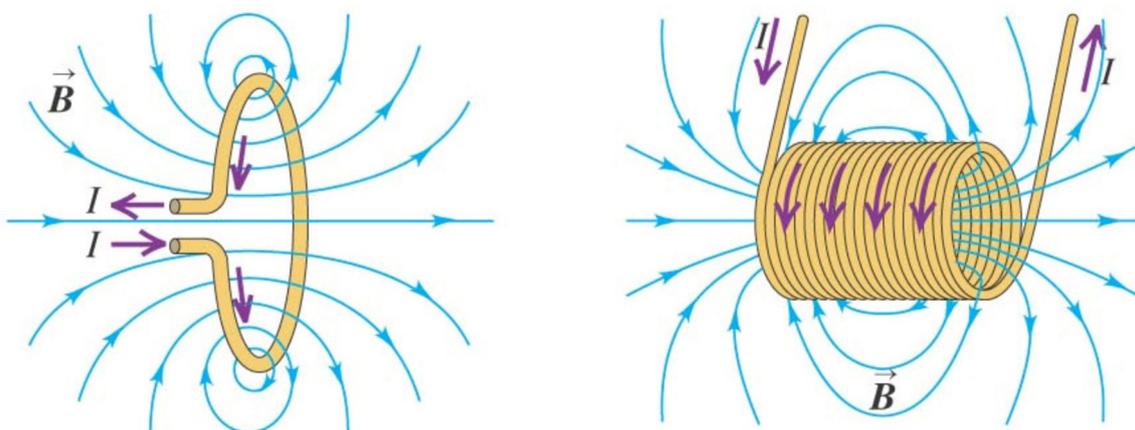
Solo il **campo magnetico terrestre** (o geomagnetico) può essere percepito in qualsiasi punto della superficie terrestre, proprio perché i poli magnetici sono posti in prossimità dei due poli geografici (l'asse magnetico non corrisponde perfettamente con l'asse geografico terrestre; inoltre il polo Nord magnetico si trova in prossimità del polo Sud geografico e viceversa). Il campo geomagnetico non è uniforme su tutta la superficie terrestre (è massimo in prossimità dei poli e minimo in corrispondenza dell'equatore) e non è costante nel tempo (varia sia giornalmente sia annualmente).



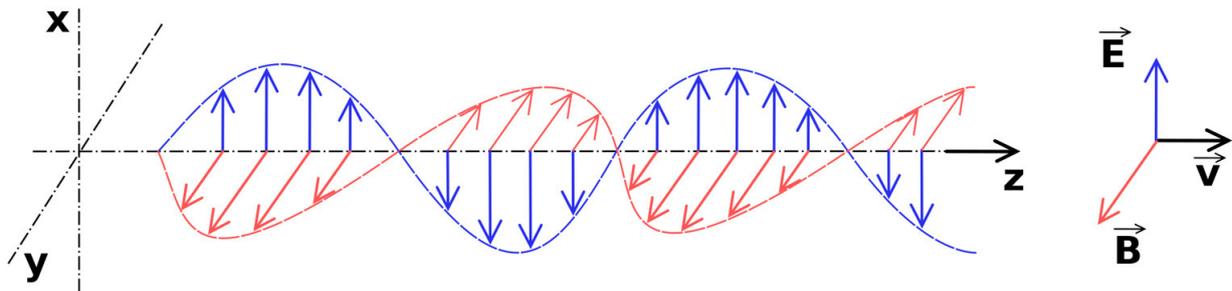
Sperimentalmente si è scoperto che un campo elettrico \mathbf{E} e un campo magnetico \mathbf{B} , entrambi variabili nel tempo, sono non solo simili tra loro ma coesistono sotto forma di **campo elettromagnetico**.

Infatti si è verificato che in una **spira** (anello di materiale conduttore) attraversata da un campo magnetico variabile si genera una corrente elettrica I variabile (ovvero un campo elettrico variabile). Viceversa una spira attraversata da una corrente elettrica I variabile (ovvero da un campo elettrico variabile) genera un campo magnetico variabile.

In una **bobina** (utilizzata in campo elettronico, elettrotecnico e meccanico), che è un insieme di N spire, tutto risulta amplificato per N volte.



Un campo elettromagnetico, che è costituito da un campo elettrico \mathbf{E} e da un campo magnetico \mathbf{B} entrambi variabili nel tempo, si propaga nello spazio (anche nel vuoto) sotto forma di **onde elettromagnetiche**.

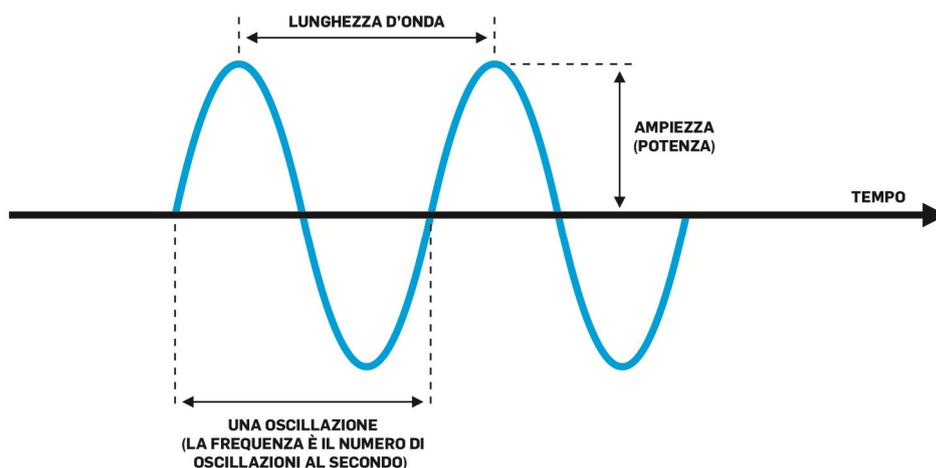


In generale un conduttore attraversato da corrente elettrica variabile nel tempo è in grado di generare onde elettromagnetiche che si propagano nello spazio circostante. Queste onde a loro volta possono generare in un conduttore una corrente elettrica variabile nel tempo (**induzione elettromagnetica**).

Su questi principi si basa il funzionamento di una antenna trasmittente (che emette le onde elettromagnetiche) e di una antenna ricevente (che riceve le onde elettromagnetiche).

Questo risultato è raggiungibile grazie al fatto che le onde elettromagnetiche possiedono e trasportano **energia** nello spazio.

Per comprendere meglio un'onda elettromagnetica (e l'energia associata) dobbiamo conoscere i parametri che la individuano. Più precisamente un'**onda elettromagnetica**, in quanto onda periodica, è definita da una lunghezza d'onda (a cui è legata la frequenza) e da una ampiezza (a cui è associata la potenza).



La **lunghezza d'onda** λ (metro) è la distanza tra due massimi e due minimi dell'onda.

La **frequenza** ν (hertz) è il numero di oscillazioni dell'onda nell'unità di tempo (secondo).

L'**ampiezza** A (metro) è la massima variazione dell'onda (ovvero la distanza tra i massimi o i minimi dell'onda e il suo asse di propagazione).

Nel caso di un'onda elettromagnetica all'ampiezza è associata la **potenza** P (watt) ovvero l'**energia** E (joule) trasportata nell'unità di tempo (secondo).

Per un'onda elettromagnetica sono fondamentali le due equazioni seguenti:

$$\lambda \cdot \nu = c \quad c \text{ velocità della luce nel vuoto (circa 300.000 km/s)}$$

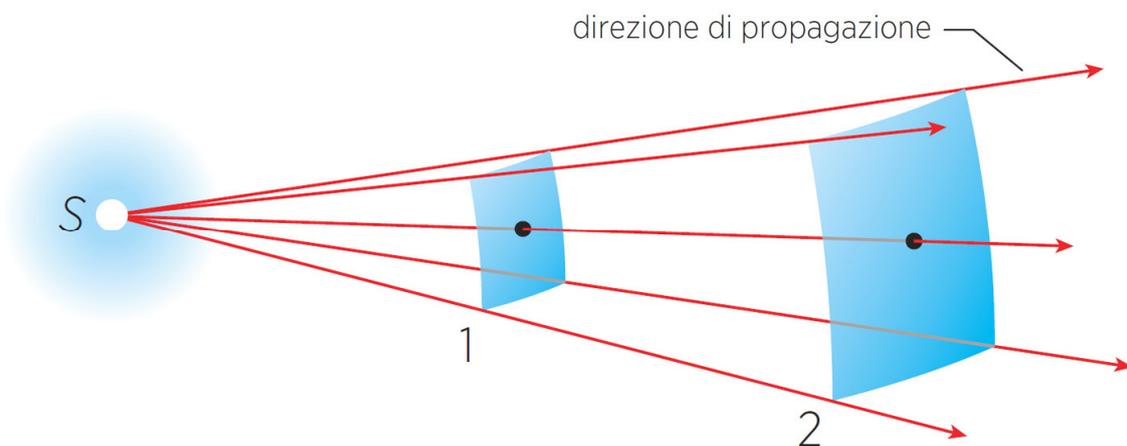
$$E = h \cdot \nu \quad h \text{ costante di Planck}$$

Dalla prima equazione si apprende che un'onda elettromagnetica si propaga nel vuoto alla velocità della luce e che la sua lunghezza d'onda diminuisce all'aumentare della frequenza e viceversa.

Dalla seconda equazione si apprende che l'energia trasportata dall'onda elettromagnetica aumenta all'aumentare della frequenza.

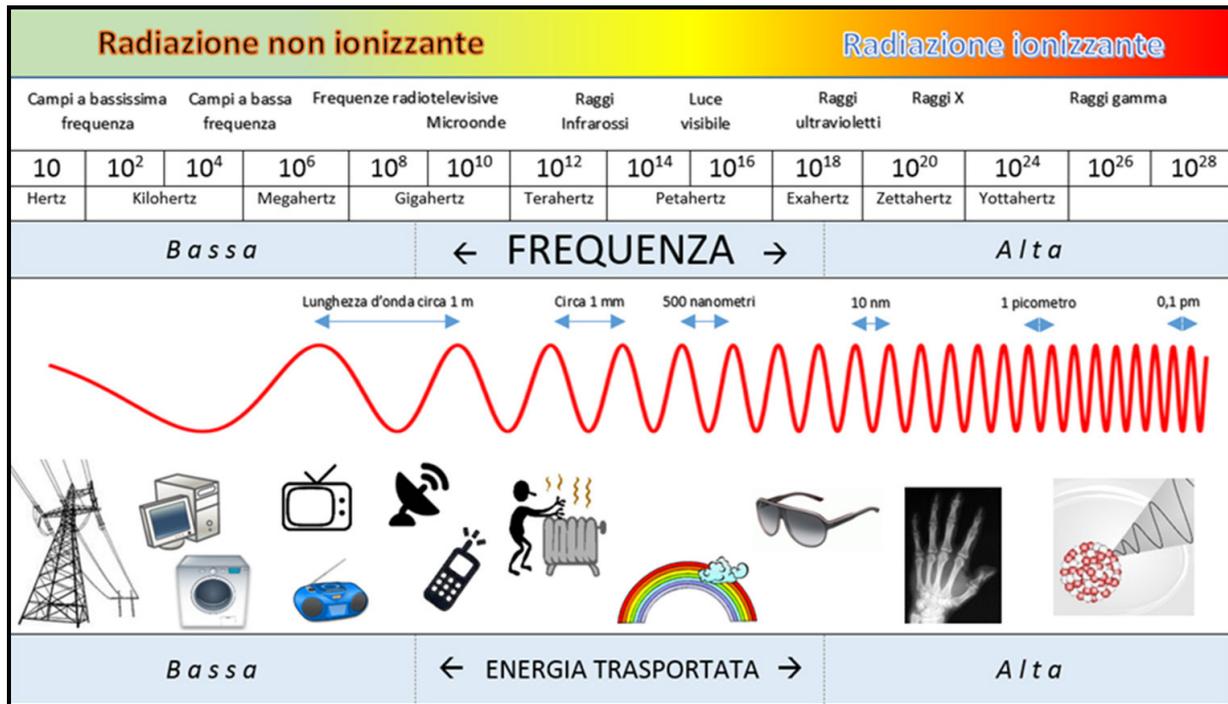
Si definisce **intensità** I (watt/mq) dell'onda elettromagnetica l'energia trasportata che nell'unità di tempo attraversa una superficie unitaria perpendicolare alla direzione di propagazione dell'onda.

Nel caso di una **sorgente puntiforme** (come per i dispositivi in questione) le onde elettromagnetiche si propagano con fronti d'onda sferici; in tal caso l'intensità delle onde elettromagnetiche diminuirà all'aumentare della distanza dalla sorgente, in quanto l'energia (anche conservandosi) attraverserà superfici sferiche sempre più ampie.



E' chiaro quindi che a un'onda elettromagnetica è associato un concetto di energia; per questo motivo un'onda elettromagnetica viene denominata **radiazione elettromagnetica**.

Tutte le radiazioni elettromagnetiche (finora conosciute) possono essere classificate in base alla loro frequenza (o lunghezza d'onda) all'interno dello **spettro elettromagnetico**.



All'interno dello spettro elettromagnetico possiamo notare una prima distinzione tra **radiazione non ionizzante** e **radiazione ionizzante**, in base alla propria incapacità o capacità di liberare elettroni dagli atomi o molecole (ionizzandoli) dei corpi investiti.

Radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti sono considerate le onde radio, le microonde, i raggi infrarossi, la luce visibile e i raggi ultravioletti (frequenze minori).

Radiazioni elettromagnetiche ionizzanti sono considerate i raggi ultravioletti (frequenze maggiori), i raggi X e i raggi gamma.

Osservando lo spettro è evidente come all'aumentare della frequenza aumenta l'**energia trasportata** dalla radiazione elettromagnetica e di conseguenza la sua **pericolosità**.

Tutte le radiazioni elettromagnetiche sopra menzionate possono propagarsi nello spazio vuoto, nei gas (aria), nei liquidi e nei solidi con velocità differenti. Inoltre, ad eccezione della luce visibile, le radiazioni elettromagnetiche risultano invisibili all'occhio umano.

Analizziamo meglio la classificazione delle radiazioni elettromagnetiche all'interno dello spettro, partendo dalle basse frequenze.

Le **onde radio** sono le radiazioni elettromagnetiche in parte (per le frequenze più basse) generate localmente da linee elettriche esterne (a corrente alternata) e dagli elettrodomestici (computer, lavatrice, frigorifero,...) e in parte (per le frequenze più alte) utilizzate da alcuni sistemi di comunicazione (radio, televisione, telefoni cordless, reti Wi-Fi) e dai radar.

Le **microonde** sono le radiazioni elettromagnetiche utilizzate da alcuni sistemi di comunicazione (televisione satellitare, telefoni cellulari), dai radar e dai forni a microonde (nei quali i cibi vengono riscaldati o cotti per effetto dell'irraggiamento sulle molecole dell'acqua).

I **raggi infrarossi** sono le radiazioni elettromagnetiche emesse da tutti i corpi "caldi" (in funzione della loro temperatura) e per questo vengono definite radiazioni termiche (le termocamere sono in grado di rilevare queste radiazioni termiche emesse dai corpi mentre le telecamere IR consentono una visione diurna e notturna grazie alla sensibilità agli infrarossi); i raggi infrarossi vengono utilizzati per riscaldare (lampade IR riscaldanti) e per la trasmissione di dati (telecomandi).

La **luce visibile** è rappresentata da tutte le radiazioni elettromagnetiche visibili all'occhio umano ovvero dai colori rosso, arancione, giallo, verde, ciano, blu e violetto (in ordine a frequenza crescente); ad esempio la lampada ad incandescenza è una sorgente di radiazioni elettromagnetiche visibili ovvero di luce.

I **raggi ultravioletti** sono le radiazioni elettromagnetiche utilizzate per analizzare alcuni materiali sfruttando la fluorescenza (in ambito scientifico ed investigativo), per sterilizzare (in ambito ospedaliero) e per ottenere sul corpo umano l'abbronzatura (con brevi esposizioni a lampade UV abbronzanti).

I **raggi X** sono le radiazioni elettromagnetiche utilizzate, per la loro elevata capacità di penetrazione nei corpi (solo spesse lastre di piombo e notevoli strutture in calcestruzzo possono arrestarli), in ambito medico per visualizzare la struttura ossea del corpo umano (radiografie), in ambito scientifico per l'analisi chimica dei materiali, in ambito industriale per controlli non distruttivi dei prodotti ed infine in ambito di sicurezza aeroportuale per il controllo dei bagagli.

I **raggi gamma** sono le radiazioni elettromagnetiche prodotte dal decadimento radioattivo (radioattività) dei nuclei atomici (ad esempio in un reattore nucleare) ed utilizzate in ambito medico per la radioterapia contro alcune forme tumorali.

Il Sole è in grado di produrre radiazioni elettromagnetiche di qualsiasi frequenza (prevalentemente raggi infrarossi, luce visibile e raggi ultravioletti) che viaggiano nello spazio (vuoto) alla velocità della luce. Fortunatamente l'atmosfera terrestre riflette e assorbe le radiazioni più pericolose mentre si lascia attraversare dalle onde radio, dalle microonde (parzialmente), dai raggi infrarossi (che ci riscaldano), dalla luce visibile (che ci illumina) e dai raggi ultravioletti con frequenze minori (che ci abbronzano). E' evidente quindi che la vita non sarebbe possibile sulla Terra senza le **radiazioni solari**.

In generale per stabilire quanto una **radiazione elettromagnetica** possa essere **pericolosa** per l'essere umano devono essere considerati tre parametri: la **frequenza** (all'aumentare della quale aumenta l'energia trasportata), l'**intensità** (all'aumentare della quale aumenta l'energia che nell'unità di tempo attraversa una determinata superficie) e la **durata** dell'esposizione all'irraggiamento.

Quindi per l'essere umano è sicuramente pericolosa l'esposizione ad una radiazione elettromagnetica ad alta frequenza (raggi X e raggi gamma) anche di bassa intensità per un brevissimo periodo di tempo (pochi secondi); analogamente potrebbe essere pericolosa l'esposizione a una radiazione elettromagnetica di bassa frequenza (onde radio e microonde) di media intensità per un lungo periodo di tempo (ad esempio dodici ore ripetute ogni giorno dell'anno per dieci o più anni).

Per entrambi i casi, ma specialmente per il secondo, è fondamentale considerare l'intensità della radiazione. Infatti, ipotizzando di rimanere a una distanza costante dalla sorgente elettromagnetica, l'esposizione diventa più pericolosa all'aumentare dell'intensità della radiazione. Ipotizzando invece che la sorgente emetta una radiazione di intensità costante, l'esposizione diventa più pericolosa avvicinandosi alla sorgente, in quanto aumenta la quantità di energia assorbita dalla superficie corporea nell'unità di tempo.

La comunità scientifica ha riconosciuto all'unanimità la **pericolosità delle radiazioni ionizzanti** e i terribili effetti sulla salute degli esseri umani (lo hanno dimostrato le bombe atomiche nel 1945, il disastro di Chernobyl nel 1986, il meno noto "incidente" di Tokaimura nel 1999, ...).

Per quanto riguarda la **pericolosità delle radiazioni non ionizzanti** il dibattito è attualmente ancora aperto. Vi invito a tal proposito a leggere su Wikipedia nella voce "Radiazione elettromagnetica" il capitolo "Effetti biologici delle radiazioni" in cui si pone l'attenzione sui possibili effetti delle radiazioni non ionizzanti sugli esseri umani (e su tutti gli esseri viventi).

3.4 DISPOSITIVI ELETTROMAGNETICI

Dopo questa digressione scientifica sulle onde/radiazioni elettromagnetiche, siamo in grado di completare la descrizione dei dispositivi concepiti per risolvere il problema dell'umidità di risalita nelle murature.

Questi dispositivi sono infatti in grado di generare e di emettere (mediante piccole antenne trasmettenti) onde elettromagnetiche nello spazio circostante.

Per generare un **campo elettromagnetico**, alcuni dispositivi utilizzano un conduttore attraversato da una corrente elettrica variabile ottenuta dalla corrente elettrica domestica (corrente alternata); altri dispositivi utilizzano una spira o una bobina attraversata da una corrente elettrica variabile indotta dal campo magnetico terrestre (variabile nel tempo).

Le **onde elettromagnetiche**, emesse da tali dispositivi, possono generare in una muratura umida (che si comporta come un conduttore) una corrente elettrica variabile, in grado di annullare (o ridurre), analogamente all'elettrosmosi, la **differenza di potenziale elettrico** tra il terreno (polo positivo) e la muratura soprastante (polo negativo).

Le aziende produttrici non forniscono informazioni precise (ovvero **frequenza e intensità**) delle onde elettromagnetiche che il proprio dispositivo è in grado di emettere.

Alcune aziende non menzionano neppure all'elettromagnetismo. Su quali principi fisici si basa allora il funzionamento del dispositivo da loro prodotto? Ricordiamo a tal proposito che, nel linguaggio della fisica, i termini "impulso", "vibrazione" ed "onda elastica" vengono usati nell'ambito della meccanica e i termini "onda elettrica", "onda magnetica", "onda naturale", "bio-onda" (o simili) non identificano nulla a livello scientifico.

Leggendo quanto dichiarato dalle aziende produttrici apprendiamo che, a fini del normale funzionamento, per la maggior parte dei dispositivi è richiesta poca energia (corrente elettrica domestica) e per alcuni di essi è sufficiente l'energia fornita dal campo magnetico terrestre.

Altra informazione (o meglio prescrizione) comune per tutte le aziende è che, a garanzia del corretto funzionamento, tutti i dispositivi devono essere posizionati rispetto alla pianta dell'unità immobiliare in **posizione baricentrica**.

L'informazione più importante fornita dalle aziende produttrici è che il funzionamento dei propri dispositivi è stato brevettato, verificato in laboratorio e certificato da un ente riconosciuto.

Ricordiamo che la verifica in laboratorio prevede il posizionamento dei dispositivi in un **ambiente ideale** di piccole dimensioni (senza la presenza di persone, arredi ed elettrodomestici) e il loro funzionamento per un periodo limitato di tempo.

Completamente differente è la **situazione reale** in cui l'ambiente (unità immobiliare) può avere una pianta non regolare e presentare al suo interno persone, arredi ed elettrodomestici. In un ambiente diverso da quello ideale del laboratorio i dispositivi possono quindi manifestare i propri **limiti di funzionamento**.

4 CONFRONTO TRA I VARI METODI

Riassumendo quanto finora esposto, per risolvere il problema dell'umidità di risalita nelle murature si possono utilizzare quattro metodi: il **taglio meccanico**, la **barriera chimica**, l'**elettrosmosi** e i **dispositivi elettromagnetici**.

Attualmente la tecnica del taglio meccanico non viene (quasi) più utilizzata, a seguito dell'introduzione delle nuove normative antisismiche; anche la tecnica dell'elettrosmosi è poco utilizzata, in quanto il relativo impianto può risultare particolarmente costoso sia nella fase di realizzazione sia nella fase successiva di gestione/manutenzione.

Di conseguenza la vera sfida da un punto di vista commerciale è tra le aziende che propongono l'esecuzione della barriera chimica e le aziende che propongono l'installazione di dispositivi elettromagnetici.

Procediamo con un'analisi più approfondita di questi ultimi e della barriera chimica.

4.1 EFFETTI DEI DISPOSITIVI ELETTROMAGNETICI

Nella valutazione oggettiva di questi **dispositivi elettromagnetici** preferiamo parlare degli "effetti" che sono in grado di apportare all'ambiente (in termini di asciugatura delle murature) e alle persone presenti (per lunghi periodi).

1 **Effetto psicologico notevole**

Le persone decidono di installare i dispositivi elettromagnetici presso la propria abitazione, confidando che questi possano risolvere in breve tempo il problema dell'umidità di risalita nelle murature, e allontanando il pensiero del loro principio di funzionamento (elettromagnetismo) e del ripristino degli intonaci ammalorati (che dovrà comunque essere effettuato in un secondo momento).

2 **Effetto estetico minimale**

I dispositivi elettromagnetici per ragioni estetiche vengono quasi sempre posizionati in un disimpegno (a parete o a soffitto); in alcuni casi la loro posizione non risulta più perfettamente baricentrica rispetto alla pianta dell'unità immobiliare, limitandone il corretto funzionamento.

3 **Effetto ambientale reversibile**

Quello che viene definito dalle aziende come un vantaggio ovvero la reversibilità del funzionamento è in realtà uno svantaggio. Infatti nel caso di furto, danneggiamento o semplicemente cattivo funzionamento dei dispositivi installati, il problema dell'umidità di risalita si ripresenta in breve tempo su tutte le murature.

4 **Effetto ambientale superficiale**

Da quanto dichiarato dalle aziende produttrici i dispositivi richiedono poco energia; quindi presumiamo che l'effetto del campo elettromagnetico sulle murature più lontane rispetto ai dispositivi sia decisamente superficiale (sarebbe meglio che sia un poco più invasivo; ricordiamo però che l'invasività per tali aziende è vista come uno svantaggio).

5 **Effetto ambientale irregolare**

Dal momento che la pianta di un'unità immobiliare è quasi sempre irregolare (per la presenza di murature di spessore differente e a distanza variabile rispetto alla posizione baricentrica), l'effetto del campo elettromagnetico generato dai dispositivi potrà essere più significativo su alcune murature e meno su altre.

6 **Effetto ambientale parziale**

Abbiamo visto che tutti gli elettrodomestici e tutti i corpi caldi sono in grado di emettere radiazioni elettromagnetiche, a cui si aggiungono tutte le radiazioni emesse dai sistemi di comunicazione. Anche se non è nota la frequenza (o le frequenze) delle radiazioni elettromagnetiche emesse dai dispositivi in esame, è probabile che si possano verificare fenomeni di **interferenza** (nel caso in cui si sovrappongono due onde elettromagnetiche con la medesima frequenza) con le altre radiazioni presenti nell'ambiente. In caso di interferenza l'effetto del campo elettromagnetico generato dai dispositivi su alcune murature sarà parziale se non quasi nullo.

7 **Effetto ambientale incompleto**

Come abbiamo visto nel caso dell'elettrosmosi, con il procedere dell'asciugatura della muratura si riduce la quantità d'acqua che consente alla corrente elettrica (indotta dal campo elettromagnetico emesso dai dispositivi) di attraversare la muratura. Di conseguenza il processo di asciugatura si arresta prima che la muratura sia di fatto completamente asciutta.

8 **Effetto ambientale nullo**

Esiste una situazione tale per cui l'effetto del campo elettromagnetico generato dai dispositivi è completamente nullo. Questo si verifica quando la muratura è stata consolidata in fase di ristrutturazione con l'inserimento di reti metalliche negli intonaci (situazione molto frequente nelle attuali ristrutturazioni in cui l'aspetto del consolidamento strutturale è fondamentale). Le reti metalliche applicate all'esterno della muratura costituiscono una **gabbia di Faraday** (definita come quell'involucro costituito da un materiale elettricamente conduttore in grado d'isolare l'ambiente interno da un

qualunque campo elettromagnetico presente al suo esterno) ed impediscono alle radiazioni elettromagnetiche di investire la muratura.

9 **Effetto biologico non trascurabile**

Le radiazioni elettromagnetiche emesse dai dispositivi in esame rientrano quasi sicuramente nell'ambito delle radiazioni non ionizzanti. Non ne conosciamo l'esatta frequenza ma possiamo immaginare, viste le dimensioni dei dispositivi, che l'intensità delle radiazioni emesse possa essere sicuramente maggiore di quella delle radiazioni emesse dai sistemi di comunicazione senza fili presenti nelle nostre abitazioni. Premesso che non possiamo al momento conoscere gli effetti di tali radiazioni elettromagnetiche sull'essere umano **a lungo termine** (ad esempio dodici ore ripetute ogni giorno dell'anno per dieci o più anni) possiamo però immaginare che qualche effetto lo possano avere anche **a breve termine**. Infatti, prendendo atto che il campo elettromagnetico generato dai dispositivi è efficace su una muratura umida, come è possibile che questo non possa avere alcun effetto sul **corpo umano** (che in termini di peso è costituito dal 60% di acqua)?

10 **Effetto complessivo variabile**

Alla luce dei punti precedenti possiamo affermare che l'effetto complessivo dei dispositivi elettromagnetici non sarà certamente il medesimo in tutte le unità immobiliari in cui vengono installati. L'effetto complessivo sarà più significativo in alcune situazioni e lo sarà molto meno in altre. Anche i controlli di verifica del buon funzionamento dei dispositivi, effettuati dai tecnici delle aziende produttrici, essendo ovviamente di parte, non evidenzieranno in modo oggettivo i risultati ottenuti.

4.2 **EFFETTI DELLA BARRIERA CHIMICA**

Proviamo a verificare se gli "effetti" della **barriera chimica** sono i medesimi o se si differenziano da quelli dei dispositivi elettromagnetici.

1 **Effetto psicologico discreto**

Le persone decidono di procedere con l'esecuzione della barriera chimica presso la propria abitazione, confidando che questa possa da subito arrestare la risalita capillare di umidità nelle murature, accettando il minimo disagio che l'operazione comporta (in un tempo relativamente breve di una o due giornate lavorative), consapevoli del fatto che gli intonaci ammalorati dovranno comunque essere ripristinati (contestualmente all'esecuzione della barriera chimica o in un secondo momento).

2 Effetto estetico nullo

L'esecuzione della barriera chimica non comporta nessun effetto estetico. Infatti, nel caso in cui non sia prevista l'immediata rimozione degli intonaci ammalorati, trascorsa una settimana dalla conclusione dell'intervento, i fori potranno essere chiusi e stuccati. Invece nel caso in cui è prevista l'immediata sostituzione degli intonaci ammalorati, i fori verranno sigillati automaticamente con l'applicazione del nuovo intonaco.

3 Effetto ambientale irreversibile

La barriera chimica, se correttamente eseguita, è di fatto irreversibile ed è soggetta solo a un lento decadimento nel tempo (mantenendo la sua efficacia per oltre vent'anni). A meno di demolire e ricostruire le murature trattate, la barriera chimica non può danneggiarsi in nessun modo e di conseguenza il problema dell'umidità di risalita non potrà mai ripresentarsi in modo improvviso e simultaneo su tutte le murature.

4 Effetto ambientale invasivo

La barriera chimica, se correttamente eseguita, è certamente invasiva in quanto va ad interessare la muratura per tutto il suo spessore. Più precisamente, mediante iniezioni di resine siliconiche, la muratura viene impermeabilizzata non in modo superficiale (come per una classica impermeabilizzazione) ma in modo volumetrico (ovvero la porzione inferiore della muratura diventa completamente impermeabile); in questo modo viene arrestata totalmente la risalita di umidità per capillarità.

5 Effetto ambientale regolare

Le murature portanti dell'unità immobiliare, successivamente all'esecuzione della barriera chimica, risulteranno impermeabili alla loro base (alla quota stabilita) in modo identico. Non ci sarà alcuna differenza di risultato tra le varie murature portanti perimetrali ed interne, che possa essere riconducibile a una differenza in termini di posizione, tipologia, materiale e spessore. Ricordiamo che la barriera chimica può essere eseguita su murature di qualsiasi tipologia, materiale e spessore, operando da un lato (oppure da entrambi i lati).

6 Effetto ambientale imparziale

Le murature portanti dell'unità immobiliare, successivamente all'esecuzione della barriera chimica, non saranno più soggette alla risalita capillare di umidità, qualsiasi sia l'ambiente domestico che delimitano. Infatti gli elettrodomestici e i corpi caldi (per esempio i caloriferi o radiatori), presenti in diversa misura e tipologia nei vari locali di un'abitazione, non hanno alcuna influenza sul comportamento e sulla durabilità nel tempo della barriera chimica.

7 Effetto ambientale completo

Le murature portanti dell'unità immobiliare, successivamente all'esecuzione della barriera chimica, incominceranno ad asciugarsi grazie al processo di evaporazione dell'acqua presente (che era risalita lungo le murature per capillarità). Se la barriera chimica è stata correttamente eseguita, la risalita capillare di umidità dal terreno viene completamente arrestata e di conseguenza l'asciugatura delle murature (dopo un periodo di tempo variabile in funzione della tipologia, dei materiali e dello spessore di queste ultime) sarà completa.

8 Effetto ambientale mai nullo

La barriera chimica, ovviamente se correttamente eseguita, non avrà un effetto nullo in nessun caso ipotizzabile in edilizia. In particolare la barriera chimica può essere eseguita anche sulle murature che sono state consolidate, in fase di ristrutturazione, con l'inserimento di reti metalliche negli intonaci. Durante la ristrutturazione di un immobile, la barriera chimica scompare solo se, successivamente alla sua esecuzione, vengono demolite piccole o grandi porzioni di muratura alla quota dell'intervento (ad esempio per consentire il passaggio degli impianti); in tal caso tutte le ricostruzioni dovranno essere eseguite utilizzando malte con additivi idrofughi, al fine di ridare continuità alla barriera chimica.

9 Effetto biologico nullo

La barriera chimica viene creata eseguendo nella muratura dei piccoli fori, nei quali viene iniettata a bassa pressione una soluzione a base di resine silconiche. La soluzione (attualmente utilizzata) viene preparata sul posto miscelando con l'acqua un concentrato di "silani monomeri idrorepellenti", senza l'ausilio di solventi o diluenti. La soluzione iniettata risulta quindi atossica ed inodore (dopo qualche ora); di fatto è paragonabile ad una pittura per interni, con il vantaggio di non essere applicata sulla superficie della muratura ma iniettata al suo interno. Di conseguenza, sempre adottando le dovute precauzioni in fase di intervento, la barriera chimica (una volta eseguita) non avrà alcun effetto né a breve termine né a lungo termine sugli esseri umani (o viventi).

10 Effetto complessivo invariabile

Alla luce dei punti precedenti possiamo affermare che l'effetto complessivo di una barriera chimica sarà certamente il medesimo in tutte le unità immobiliari in cui è stata eseguita. Chiaramente il processo di asciugatura richiederà tempi differenti, al variare della tipologia, dei materiali e degli spessori delle murature presenti. Anche il controllo

della corretta esecuzione della barriera chimica, dopo solo qualche giorno, potrà essere effettuato direttamente dal committente, semplicemente verificando l'idrorepellenza delle murature alla quota prestabilita (solitamente alla quota pavimento). Non sarà di conseguenza necessaria l'uscita di un tecnico da parte dell'azienda esecutrice dell'intervento, il quale, essendo ovviamente di parte, potrebbe non valutare in modo oggettivo i risultati raggiunti.

4.3 CONCLUSIONI

Dal confronto tra gli "effetti" della **barriera chimica** e quelli dei **dispositivi elettromagnetici**, ci si rende immediatamente conto che solo per l'effetto psicologico la barriera chimica è inferiore ai dispositivi elettromagnetici. E' infatti meno impegnativo, almeno nella fase iniziale (ricordiamo sempre che in una seconda fase gli intonaci ammalorati dovranno essere ripristinati), installare un dispositivo a parete o a soffitto piuttosto che eseguire un intervento edile come la barriera chimica.

Dal confronto tra tutti gli effetti analizzati, possiamo quindi constatare che la barriera chimica è di fatto superiore a qualsiasi dispositivo elettromagnetico.

Riconosciamo per correttezza che l'unico limite della barriera chimica è solo la sua impossibilità di esecuzione in immobili vincolati dalla Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio o comunque in quegli immobili in cui sono presenti (alla base delle murature e da entrambi i lati) rivestimenti di particolare pregio.

Tuttavia, se si interviene con intelligenza, è possibile eseguire la barriera chimica anche su murature alla cui base sono presenti dei rivestimenti in marmo o granito o delle pitture che debbano essere conservati. Le foto seguenti testimoniano quanto affermato.

Comunque gli immobili di valore storico ed artistico costituiscono in termini percentuali una piccolissima parte rispetto alla quasi totalità degli immobili, su cui invece è possibile operare nel migliore dei modi con l'esecuzione della barriera chimica.

In conclusione possiamo affermare che la **barriera chimica** è la **migliore soluzione** al problema dell'**umidità di risalita nelle murature** a contatto diretto con il terreno.



Barriera chimica mediante iniezioni di resine siliconiche alla base delle murature e delle colonne all'interno di una chiesa.



Barriera chimica mediante iniezioni di resine siliconiche al di sotto dei rivestimenti e delle pitture esistenti, senza il loro danneggiamento.

Per informazioni specifiche, per un preventivo e un sopralluogo (gratuiti e senza impegno) contattare:

Dott. Ing. Pietro Galbiati

Via C. Porta, 1/A
20851 Lissone (MB)

Tel.: 039.2450176

Cell.: 333.1053566

info@deumidificazione-muri.it

www.deumidificazione-muri.it
