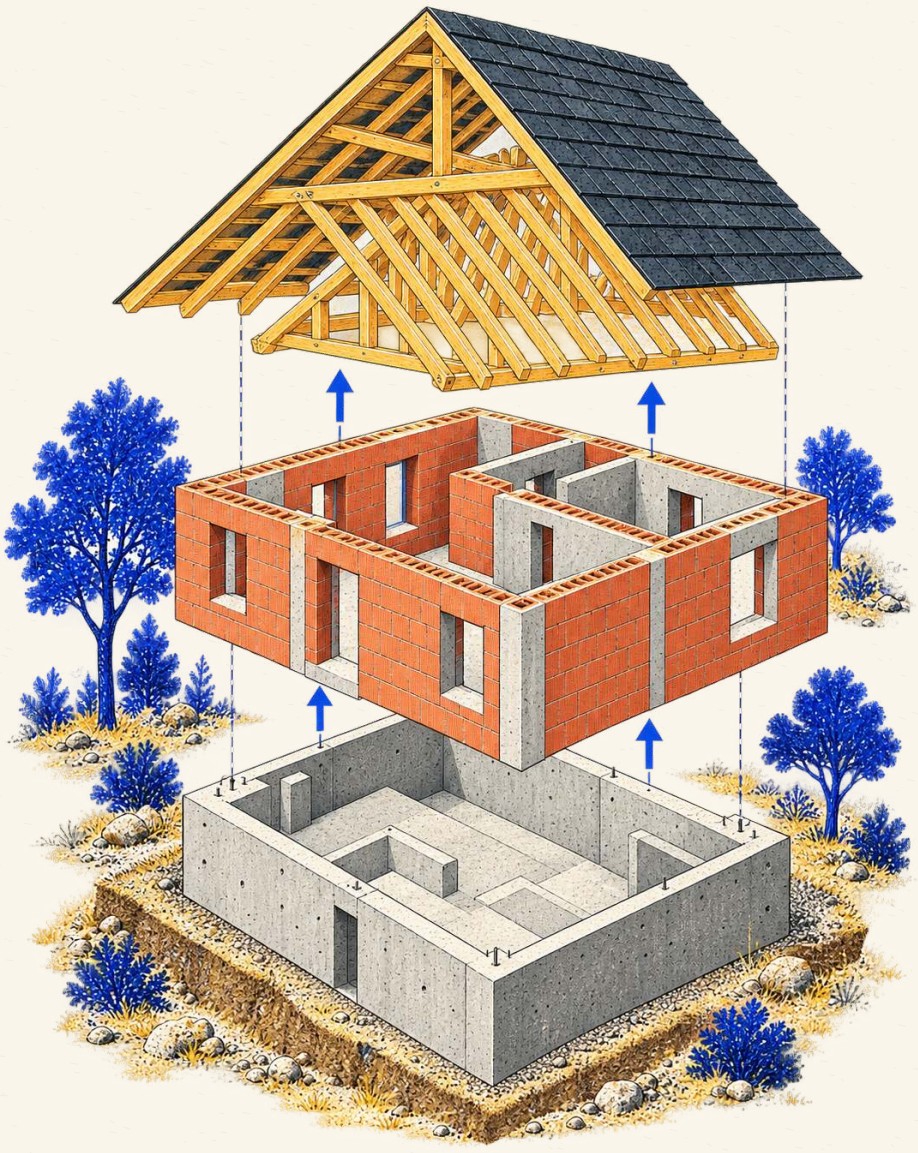
Build
Your Home

EDIZIONE ITALIANA

Costruire casa, spiegato bene

DAL TERRENO AL TRASLOCO



Build Your Home

13 capitoli · 2 appendici · 87 illustrazioni

Edizione 0.10.79-it.4

INDICE

Indice

Seleziona un titolo per andare al capitolo.

Prefazione	2
01 Le basi per capire	6
02 Che tipo di casa state costruendo davvero?	31
03 Terreno, posizione e allacciamenti	44
04 Progetto, budget e autorizzazioni	52
05 Computo metrico: dal progetto al preventivo	62
06 Persone, offerte e accordi	67
07 Preparare il cantiere	76
08 Scavi e fondazioni	82
09 Struttura, solai e copertura	97
10 Involucro, isolamento, facciata e serramenti	128
11 Impianti, riscaldamento e acqua	149
12 Lavori interni e finiture	170
13 Consegna, uso e manutenzione	203
Appendice A: Strumenti di lavoro	208
Appendice B: Impianti aggiuntivi e opere esterne	210
Glossario	215
Riferimenti	222

La direzione lavori, tuttavia, non vi trasforma in spettatori esenti da responsabilità. Andate in cantiere quando potete, leggete i verbali, chiedete che cosa verrà nascosto nella fase successiva e fotografate i punti di controllo concordati. Voi sapete quali usi e accordi avete richiesto, mentre chi dirige i lavori conosce le esigenze del progetto, delle norme e della pratica professionale. Quando il committente e il direttore dei lavori osservano lo stesso dettaglio ciascuno dal proprio punto di vista, quattro occhi possono cogliere più di due; ma l'impressione del committente non sostituisce la valutazione tecnica finale.

La routine settimanale del committente

Una volta alla settimana, insieme a chi dirige i lavori, verificate che cosa è stato completato, che cosa sta per iniziare, quali decisioni sono in ritardo e che cosa occorre fotografare. La direzione lavori non deve essere sempre presente in cantiere per risultare utile, ma deve intervenire prima delle fasi chiave concordate e che le opere nascoste vengano chiuse. Dopo un colloquio importante, inviate un resoconto. Indicate chiaramente la nuova versione dei disegni e rimuovete dall'area di lavoro quella precedente. Se costruite a distanza, oltre a nominare un direttore dei lavori, individuate una persona fidata che possa verificare di persona la situazione tra un sopralluogo e l'altro.

La preparazione è terminata quando il cantiere può accogliere persone e materiali senza improvvisazioni e tutti sanno quale documento seguire. A quel punto, l'escavatore segna davvero l'inizio dei lavori, non l'inizio della ricerca di risposte.

CAPITOLO

Scavi e fondazioni

La fondazione è il collegamento tra la casa e il terreno

La fondazione non è solo un blocco di calcestruzzo alla base della casa. Deve raccogliere i carichi della struttura portante e trasmetterli al terreno senza cedimenti, spostamenti o fessurazioni inaccettabili. È inoltre a contatto con l'umidità del terreno, le tubazioni degli impianti e le sistemazioni esterne. Per questo, le scelte che riguardano ciò che si trova sotto la casa vanno fatte insieme, prima che questi elementi diventino inaccessibili.

Pochi minuti prima del getto, sono ancora visibili tutti i tubi, i giunti e gli elementi d'armatura. Poche ore dopo, resta solo una superficie grigia e liscia. In cantiere, proprio il momento che precede la scomparsa di tutto sotto il calcestruzzo è spesso più importante della fotografia dell'opera finita.

Al termine di questo capitolo saprete

- distinguere il terreno, le fondazioni portanti e la soletta;
- capire perché il progetto determina il tipo di fondazione e la relativa armatura;
- riconoscere il ruolo della compattazione, dei passaggi impiantistici, della messa a terra e del getto di calcestruzzo;
- distinguere tra impermeabilizzazione, barriera capillare e drenaggio.

Il progetto parte dai dati sul terreno

Una superficie pianeggiante può nascondere un riporto, argilla, sabbia, roccia, acqua di falda o strati con diversa capacità portante. I dati geotecnici aiutano il progettista strutturale a scegliere il sistema di fondazione e a definire come preparare il piano di posa. La casa vicina può fornire un'indicazione utile, ma la decisione si basa sui dati del proprio sito.

Il geometra trasferisce sul terreno la posizione della casa prevista dal progetto: questa operazione si chiama tracciamento. Prima dello scavo, verificate gli assi, le distanze dai confini, la quota altimetrica e il luogo in cui depositare in sicurezza il terreno di scavo.

Alcuni tipi comuni di fondazione

Con le fondazioni a nastro, i muri portanti poggiano su elementi continui in calcestruzzo. In una casa senza interrato, lo spazio tra i nastri di norma non è vuoto: viene preparato e riempito con il materiale granulare previsto dal progetto, quindi compattato; sopra si realizzano una soletta di pavimento separata e il relativo pacchetto. Con la platea di fondazione, una soletta in calcestruzzo armato più estesa distribuisce i carichi su quasi

tutta l'impronta della casa. Esistono anche altre soluzioni, tra cui plinti isolati, travi, pali e sistemi combinati.

Nel linguaggio comune si usa spesso l'espressione «soletta morta» per indicare uno strato di sottofondo in calcestruzzo non portante, o soggetto a carichi minori, all'interno della fondazione. Il termine è impreciso: nei disegni verificate sempre se si tratta di una platea di fondazione portante, di un magrone o di una soletta di pavimento. Due elementi possono sembrare simili e avere funzioni del tutto diverse.

Non scegliete una soluzione basandovi solo sul costo del calcestruzzo o sulla quantità di acciaio. Il confronto deve tenere conto di scavo, casseforme, armature, calcestruzzo, isolamento termico e impermeabilizzazione, strati del pavimento, tempi e rischi legati alle caratteristiche specifiche del terreno.

Figura 24. Tre diversi modi di trasmettere i carichi della casa al terreno



A sinistra, i muri portanti poggiano su fondazioni a nastro; tra i nastri, il materiale granulare compattato sostiene una soletta di pavimento separata, detta colloquialmente «soletta morta». Al centro, la platea di fondazione portante distribuisce i carichi sull'intera impronta della casa. A destra, i pilastri trasmettono le forze a plinti isolati collegati da travi di fondazione. L'immagine illustra la differenza fondamentale, ma non indica quale sistema scegliere né ne prescrive dimensioni o armature.

Venezia: una città che il legno contribuisce a sostenere sull'acqua

Sotto molti edifici storici veneziani si trovano pali di legno infissi nel terreno e componenti lignei orizzontali delle fondazioni. A prima vista può sembrare insolito: cerchiamo di proteggere il legno dall'umidità, eppure qui contribuisce a sostenere gli edifici nel cuore della laguna. [216]

Il punto fondamentale sono le condizioni. In un terreno permanentemente saturo d'acqua, la scarsa disponibilità di ossigeno può rallentare alcune forme di degrado biologico. Questo, però, non trasforma il legno in pietra né lo rende eterno. Le ricerche del CNR italiano hanno

riscontrato anche un degrado significativo dei pali di legno, con differenze da un sito all'altro. Nei casi studiati, la capacità portante del sistema poteva conservarsi grazie all'azione congiunta del legno e del terreno compattato circostante, nonostante il deterioramento del legno. [216] [217]

Venezia mostra bene perché una fondazione non possa essere considerata separatamente dal terreno e dall'acqua. La capacità portante dipende dalla loro interazione. Per una nuova casa, è più utile capire com'è fatto il proprio terreno che riprendere una tipologia di fondazione in uso da secoli in un altro luogo.

Cosa c'è sotto il calcestruzzo

Il fondo dello scavo va protetto dall'ammollimento e dal passaggio non necessario dei mezzi. Il progetto può prevedere la sostituzione di una parte del terreno e la posa di strati di aggregato lapideo. Questi strati vengono stesi in spessori controllati e compattati con attrezzature adeguate. In cantiere, una piastra vibrante o un'attrezzatura compattatrice simile viene spesso chiamata «rana». Il grado di compattazione raggiunto si verifica secondo la procedura indicata dal progetto o dalla direzione geotecnica dei lavori.

Figura 25. La piastra vibrante, spesso chiamata «rana» in cantiere



Il motore aziona la pesante piastra inferiore, che contribuisce a compattare lo strato di materiale lapideo grazie alle vibrazioni. [73]

Sotto la platea di fondazione o la soletta possono trovarsi uno strato di materiale lapideo compattato, un magrone, l'isolamento termico e membrane contro l'umidità o la penetrazione dei gas provenienti dal terreno. La sequenza non è una ricetta valida per ogni caso. L'essenziale è la continuità: una membrana forata intorno a un tubo non costituisce più una barriera integra. [56] [57]

Il progetto può prevedere anche l'impiego di XPS ad alta resistenza a compressione sotto la platea di fondazione. L'XPS è polistirene estruso: un isolante termico rigido, resistente all'umidità e in grado di sopportare carichi di compressione superiori a quelli di molti pannelli isolanti comuni. Questa soluzione deve rientrare in un sistema di fondazione dimensionato con calcolo. Non si acquista un generico «polistirolo duro» da aggiungere sotto le fondazioni in cantiere senza un progetto. [60]

Sopra la platea portante o la soletta e sotto il massetto si trova di solito uno strato di isolamento termico o acustico per il pavimento. Spesso si usa l'EPS, polistirene espanso, ma il tipo e la resistenza a compressione devono essere dichiarati per l'impiego a pavimento. Il massetto non deve poggiare su un pannello morbido da facciata scelto solo perché ha un aspetto simile. [61]

Figura 26. La fondazione portante e il pavimento finito non sono un unico strato di calcestruzzo



La sezione principale mostra il terreno, il materiale lapideo compattato, il magrone, una fondazione a trave rovescia, la barriera contro la risalita capillare sotto la parete, una soletta a pavimento separata e l'isolamento del pavimento sotto il massetto e il rivestimento. La sezione di dettaglio mostra una possibile variante progettuale con XPS ad alta resistenza a compressione sotto la platea di fondazione. La sequenza e le caratteristiche effettive sono definite dal progetto strutturale e dai progetti di protezione dall'umidità e di isolamento termico.

Come l'armatura aiuta il calcestruzzo a resistere alla trazione e a controllare le fessurazioni

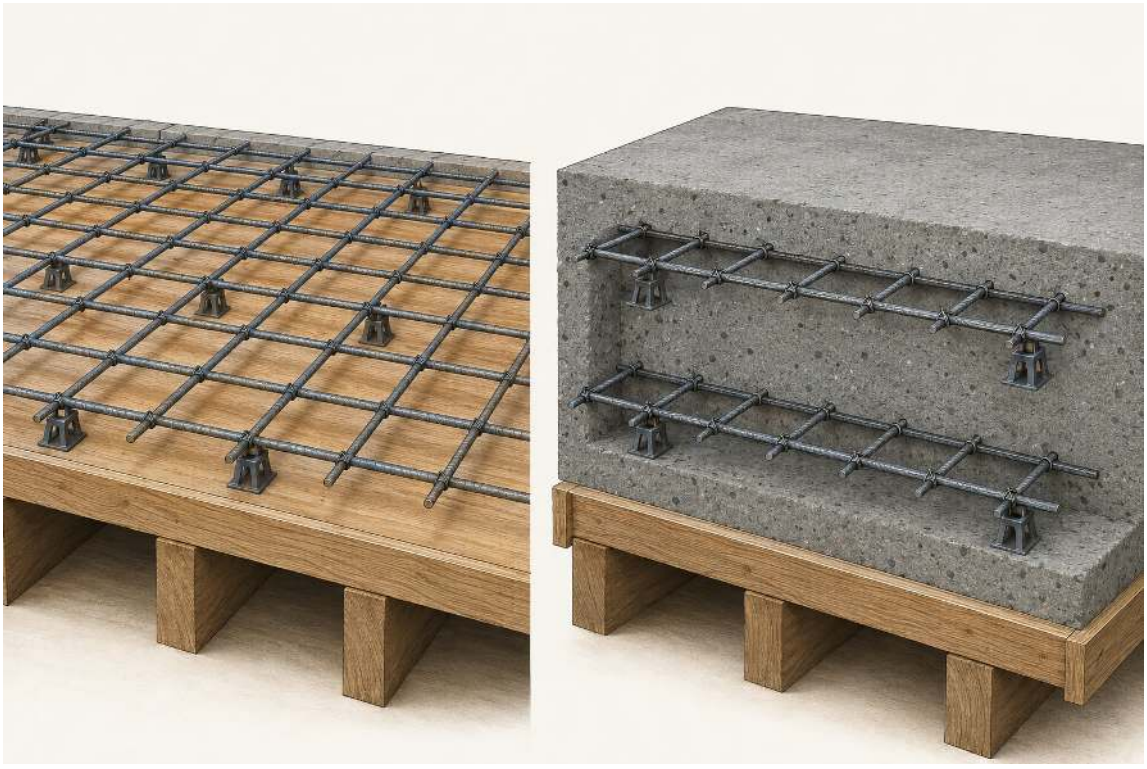
Il calcestruzzo resiste bene alle sollecitazioni di compressione, mentre l'armatura in acciaio contribuisce a contrastare quelle di trazione e a controllare le fessure. Il diametro, il numero e l'interasse delle barre, le sovrapposizioni, gli ancoraggi e la posizione sono definiti dal progetto strutturale. Non esiste un numero sicuro di «file di ferro» che si possa consigliare

senza conoscere le dimensioni, i carichi e il terreno. [190]

La rete elettrosaldata tipo Q è composta da barre d'acciaio disposte in due direzioni ortogonali e saldate in fabbrica. La lettera e il numero nella denominazione commerciale identificano un determinato tipo di rete, ma il significato della sigla e le dimensioni disponibili vanno verificati sulla dichiarazione di prodotto valida per il mercato locale. La dicitura «rete tipo Q» non basta, quindi, per effettuare un ordine e non sostituisce il disegno dell'armatura. [69]

Per un elemento più sottile o semplice, il progetto può prevedere una sola rete; per una piastra più spessa o sottoposta a maggiori sollecitazioni può invece prevedere un'armatura inferiore e una superiore. La decisione non dipende soltanto dallo spessore del calcestruzzo. Contano anche le luci, gli appoggi, i carichi, le aperture e il modo in cui la piastra trasferisce le sollecitazioni. Se sono previste due reti, devono rimanere ai livelli progettati, sostenute da distanziatori e supporti e fissate tra loro. Due reti cadute una sull'altra non costituiscono due strati efficaci di armatura. [190]

Figura 27. Rete elettrosaldata tipo Q e due livelli di armatura progettati



A sinistra, una rete elettrosaldata in acciaio è sollevata dalla cassaforma mediante distanziatori. A destra, una sezione schematica mostra la rete inferiore e quella superiore all'interno di una piastra più spessa. Il tipo di rete, la posizione, le sovrapposizioni e il copriferro sono sempre indicati nel disegno dell'armatura.

Prima del getto del calcestruzzo bisogna verificare che l'armatura non poggi direttamente sul terreno, che abbia il copriferro previsto dal progetto, che aperture e attraversamenti siano nella posizione corretta e che tutto rimanga stabile durante il getto. Dopo il getto, correggere questi errori è difficile. [190]

Prima del getto si pianificano scarichi, adduzioni idriche e passaggi per gli impianti elettrici

Scarichi, adduzioni idriche, tubi di protezione per i cavi elettrici e altri impianti passano spesso attraverso o sotto le fondazioni. Prima del getto, predisponete un piano coordinato di tutti i passaggi necessari, indicandone la posizione, il diametro e la quota, e confrontatelo con i progetti strutturale e impiantistico. Un tubo di protezione di riserva può costare poco; carotare in seguito un elemento portante o eseguire un nuovo scavo, invece, no.

Le grandi tubazioni di scarico non sono come una piccola condotta per un rubinetto o un cavo elettrico. Lo scarico deve avere il diametro previsto dal progetto e una pendenza costante: una volta gettato il calcestruzzo, non lo si può semplicemente spostare di qualche centimetro. Il passaggio attraverso una fondazione, una trave o una soletta va quindi previsto nei disegni prima del getto, con un apposito tubo di protezione o un altro dettaglio progettuale. La tubazione non va fatta passare a caso attraverso l'armatura né si deve ridurre la sezione resistente senza l'approvazione del progettista strutturale. [49] [221]

In seguito, le tubazioni di diametro minore possono talvolta passare nello strato impiantistico o in una traccia poco profonda nella parete, ma questo non giustifica il rinvio della predisposizione dei passaggi più grandi. La regola da ricordare è semplice: più una tubazione è grande, rigida e vincolata alla pendenza, prima va presa una decisione.

Figura 28. I grandi passaggi per gli scarichi vanno definiti prima del getto



A sinistra, una grande tubazione di scarico è inserita in un'apertura predisposta in anticipo, prima del getto. A destra, la stessa decisione è stata rimandata a soletta ultimata: il nuovo tracciato richiede ora una scansione, l'approvazione del progettista strutturale e una carotatura specialistica o uno scavo aggiuntivo. Insieme allo scarico, prima del getto si definiscono i passaggi necessari e i tubi di protezione per l'adduzione idrica e gli impianti elettrici. L'illustrazione è schematica; diametro, pendenza, posizione e sigillatura sono definiti dai progetti strutturale e impiantistico.

La presa di terra di fondazione è un elemento metallico conduttore inglobato nel calcestruzzo delle fondazioni e collegato in modo da formare un circuito chiuso, secondo il progetto elettrico. Contribuisce a proteggere le persone e l'impianto elettrico collegando la casa a terra e al sistema equipotenziale. Non coincide con la parte visibile dell'impianto parafulmine sul tetto, anche se il sistema esterno di protezione contro i fulmini può utilizzare lo stesso impianto di terra progettato. [62]

Per capire perché è importante, basta immaginare un guasto a un apparecchio. Se un conduttore danneggiato porta una tensione pericolosa sulla carcassa metallica, il sistema di protezione deve offrire alla corrente di guasto il percorso previsto e consentire al dispositivo di protezione di interrompere rapidamente l'alimentazione. L'equipotenzialità riduce la differenza di potenziale pericolosa tra parti metalliche che una persona potrebbe toccare contemporaneamente. L'efficacia della protezione è confermata dalla corretta realizzazione secondo il progetto e dalle misurazioni elettriche previste. Senza queste verifiche permane il rischio di folgorazione mortale, surriscaldamento o incendio. [62]

Quando le fondazioni sono separate dal terreno da un isolamento termico o da un altro strato ad alta resistività elettrica, può essere necessario un dispersore ad anello resistente alla corrosione, posato nel terreno all'esterno del calcestruzzo, insieme a un conduttore aggiuntivo per l'equipotenzialità nella struttura. Il consiglio «lasciate sempre quattro bracci e

prolungatene due per dieci metri» non è quindi una regola generale sicura. Il numero e la posizione dei collegamenti, i materiali, le giunzioni e il rapporto con l'impianto parafulmine sono definiti dal progettista elettrico abilitato in base alla struttura e alle regole locali. [62]

Una cosa, però, è comune a tutte le soluzioni: il sistema va progettato, collegato, ispezionato, misurato e fotografato prima del getto. Aggiungere in seguito un conduttore chiuso a una fondazione già completata è difficile e costoso.

Figura 29. La scelta tra presa di terra di fondazione e dispersore ad anello dipende dal tipo di fondazione



L'illustrazione principale mostra un conduttore metallico chiuso collegato all'armatura delle fondazioni continue e alcuni punti di collegamento predisposti. La sezione a parte mostra un conduttore ad anello nel terreno, sotto una platea di fondazione isolata termicamente. L'immagine illustra due soluzioni di base, ma non stabilisce materiali, numero dei collegamenti, distanze o giunzioni.

Posa del calcestruzzo fresco

Il calcestruzzo fresco deve essere consegnato, messo in opera, compattato e stagionato secondo il progetto della miscela e le condizioni di lavoro. La compattazione aiuta l'impasto fresco a riempire la cassaforma, avvolgere l'armatura ed espellere le grandi sacche d'aria intrappolate accidentalmente. Se la compattazione non è adeguata, possono formarsi accumuli di pietrisco e vuoti a nido d'ape, la resistenza può diminuire e la permeabilità aumentare. [65] [66]

L'attrezzo più comune è il vibratore interno, o ad ago: l'unità motrice aziona, tramite un tubo flessibile, una testa vibrante cilindrica, che viene inserita nel calcestruzzo fresco in modo controllato. Le vibrazioni rapide riducono temporaneamente l'attrito tra le particelle dell'aggregato. L'impasto può così assestarsi più facilmente per effetto della gravità, riempire gli angoli e gli spazi tra i ferri e lasciare risalire in superficie le grandi bolle d'aria intrappolate. [67] [68]

Il vibratore esterno trasmette le vibrazioni attraverso la cassaforma quando la testa interna non può raggiungere una parte dell'elemento in sicurezza o con efficacia. La staggia vibrante agisce in superficie e aiuta a compattare e livellare le solette più adatte. Non sono tre nomi intercambiabili per lo stesso attrezzo. Il metodo, le dimensioni della testa, la distanza e la durata dell'inserimento dipendono dall'impasto, dalla geometria dell'elemento, dalla densità dell'armatura e dal piano di getto. [67]

Il vibratore non è una pala per spingere un mucchio di calcestruzzo verso l'altra estremità della cassaforma. Un uso del genere può separare i componenti e produrre un elemento non uniforme. Ma nemmeno una vibrazione più prolungata è di per sé migliore. In un impasto delicato o mal dosato, una vibrazione eccessiva può favorire la segregazione, cioè la separazione dei componenti: gli aggregati più grossi si depositano in basso, mentre le particelle più fini, la pasta di cemento e una parte dell'acqua si raccolgono in superficie. La sezione non risulta così più omogenea. Non si tratta letteralmente della separazione del cemento secco dal calcestruzzo; inoltre, un calcestruzzo ordinario ben dosato e di consistenza adeguata non si separa facilmente se la compattazione dura un po' più a lungo. [192] [193]

In un punto, la compattazione è terminata quando l'impasto si è assestato, le grandi bolle d'aria intrappolate non affiorano più e la superficie appare uniformemente umida. Una vibrazione insufficiente può comunque lasciare grandi vuoti, quindi non bisogna risparmiare saltando alcune zone. Non esiste una durata valida per ogni impasto e ogni elemento: l'esecutore adatta il procedimento al calcestruzzo, alla cassaforma e all'armatura. Il calcestruzzo autocompattante è progettato per riempire la cassaforma con vibrazioni aggiuntive minime o nulle; per questo occorre seguirne le istruzioni specifiche. [66] [193]

Figura 30. Il vibratore aiuta il calcestruzzo fresco a riempire la cassaforma e a eliminare le grandi sacche d’aria intrappolate



A sinistra, una testa vibrante a immersione è inserita verticalmente nel calcestruzzo fresco, mentre alcune bolle risalgono verso la superficie. La sezione a destra mostra volutamente cavità a nido d’ape, dovute a un riempimento e a una compattazione inadeguati. L’illustrazione spiega il principio; la posizione, la profondità e la durata dell’immersione dipendono dal progetto del calcestruzzo, dalla geometria dell’elemento e dalle modalità operative dell’impresa esecutrice.

Dopo la posa, il calcestruzzo va protetto da un’essiccazione troppo rapida, dalle temperature estreme e dai carichi prematuri. Una superficie che sembra dura non significa che l’elemento abbia già raggiunto le prestazioni previste dal progetto. [68]

Tre diverse funzioni di protezione dall’acqua

L’impermeabilizzazione consiste in uno strato continuo che impedisce all’acqua di attraversare la struttura. La membrana bituminosa, spesso chiamata guaina, è solo una delle tipologie di prodotti disponibili: esistono anche membrane e rivestimenti minerali e polimerici, adatti a supporti e condizioni di esposizione diverse.

Che cosa si intende in cantiere per «guaina»

Il termine guaina deriva dalle vecchie membrane flessibili con supporto fibroso impregnato di catrame o bitume. Oggi si tratta per lo più di membrane bituminose prefabbricate, con armatura di rinforzo e diverse finiture superficiali. Il bitume si ottiene principalmente dalla lavorazione del petrolio, ma questo non significa che tutti i rotoli neri siano uguali. [63] [71] [72]

E prima delle guaine, come si teneva lontana l’acqua?

Forse vi state chiedendo come si costruisse prima delle membrane bituminose prefabbricate. La risposta non è una misteriosa «guaina» perduta, risalente all’epoca delle antiche cattedrali. Le cattedrali medievali e gli altri edifici tradizionali in muratura, di norma, non avevano l’attuale barriera orizzontale contro la risalita capillare, uno strato che interrompe il muro per tutto il suo spessore. I loro spessi muri in pietra e la malta di calce, composta da calce, sabbia e acqua, potevano assorbire parte dell’umidità e poi rilasciarla gradualmente per evaporazione. Perciò il tetto, le grondaie, il drenaggio lungo i muri e i giunti in calce permeabili al vapore erano parte integrante della protezione dall’acqua, non semplici finiture secondarie. [72] [121]

Nelle costruzioni storiche il metallo svolgeva un ruolo importante, soprattutto sotto forma di coperture in piombo, scossaline o protezioni in lamiera nei punti in cui il tetto e il muro convogliano l’acqua piovana. Non bisogna però dedurne che sotto ogni muro di una vecchia cattedrale fosse posata una lamina metallica. Per affermarlo occorre un disegno o un riscontro verificato relativo proprio a quell’edificio. Le barriere orizzontali contro l’umidità nei muri cominciarono a diffondersi sistematicamente solo nella seconda metà del 19° secolo. A seconda dell’edificio e della zona, erano realizzate in lamiera di piombo, ardesia, mattoni compatti o strati bituminosi. [72]

È un passaggio piccolo ma importante nella storia delle costruzioni. Prima dei moderni sistemi a membrana, chi costruiva cercava innanzitutto di tenere l’acqua lontana dai muri: rialzava lo zoccolo rispetto al terreno circostante, faceva sporgere il tetto oltre la facciata e allontanava l’acqua dalle fondazioni tramite le grondaie. La malta e l’intonaco di calce non formavano una crosta impermeabile, ma permettevano ai muri di asciugarsi dopo la pioggia. Quando si cominciò a inserire una barriera orizzontale, la lamiera di piombo fu uno dei materiali durevoli che potevano essere posati nel giunto di malta, cioè il giunto orizzontale tra due corsi di muratura, per interrompere la risalita dell’umidità. Si usavano anche ardesia e altri materiali più compatti; in seguito arrivarono i prodotti bituminosi. [72] [121]

Immaginate una sottile striscia grigia di piombo nascosta nel muro: quasi invisibile, interrompe il percorso che l’acqua seguirebbe nei pori verso i corsi superiori di mattoni o pietra. Il principio costruttivo è lo stesso della barriera attuale, ma il prodotto è diverso; inoltre, non si può supporre che sia presente in ogni edificio antico. Le chiese storiche, soprattutto quelle anteriori al 20° secolo, spesso non hanno affatto una barriera orizzontale contro l’umidità. Il problema dell’umidità va quindi compreso considerando l’intero sistema di copertura, terreno, drenaggio e giunti murari. [72]

Questo mostra un cambiamento di prospettiva. In genere, il muro antico era concepito per assorbire senza danni una piccola quantità di umidità e poi rilasciarla; quello moderno è progettato per intercettare l’acqua a uno strato preciso e allontanarla. La membrana bituminosa illustrata nella figura successiva appartiene a questa seconda logica: non è una striscia nera decorativa, ma parte di un percorso continuo che interrompe la risalita capillare dell’acqua prima del primo corso di muratura.

Una membrana può essere indicata per interrompere la risalita capillare sotto il primo corso di muratura, un’altra per impermeabilizzare orizzontalmente un pavimento e un’altra ancora per una parete esterna interrata o una copertura. Cambiano l’armatura, lo spessore, la flessibilità, il metodo di incollaggio, la resistenza e le condizioni di esposizione ammesse.