

CAPITOLO 1

APPROCCIO E FINALITA'

Il nostro percorso ci porterà a simulare di dover svolgere un incarico per un committente pubblico o privato che richiede a un giovane professionista di redigere un progetto di restauro e risanamento conservativo di un edificio di interesse storico monumentale, vincolato ai sensi della legge 1089/39 e secondo quanto previsto dal codice dei beni culturali e paesaggistici di cui alla legge 137/2002 art.10 oppure non vincolato ma già avente interesse storico monumentale.

Individuato in quale zona del piano regolatore generale esso è collocato, si conoscono i tipi di interventi edilizi ammessi e quali sono le autorizzazioni e i permessi che bisogna acquisire preventivamente per far sì che il progetto, completato dei computi metrici estimativi, dal capitolato speciale d'appalto e di tutto quanto altro occorre possa andare in appalto e i lavori possano essere eseguiti.

Innanzitutto occorre perciò conoscere gli strumenti urbanistici e i criteri con i quali si attua la pianificazione territoriale. Nel nostro caso lo strumento urbanistico fondamentale è sicuramente il piano regolatore generale comunale con il relativo regolamento.

Nel capitolo 1 e nel capitolo 2 sono pertanto riportati cenni di urbanistica proprio per comprendere l'inquadramento iniziale.

Quasi sempre ci troviamo all'interno della zona A del PRG, dove l'intervento ammesso è proprio quello di restauro e risanamento conservativo che il Testo Unico nell'Edilizia così definisce

interventi di restauro e risanamento conservativo:

interventi edilizi rivolti a conservare l'organismo edilizio e ad assicurarne la funzionalità mediante un insieme sistematico di opere che, nel rispetto degli elementi tipologici, formali e strutturali dell'organismo stesso, ne consentano destinazioni d'uso con esso compatibili.

Tali interventi comprendono il consolidamento, il ripristino ed il rinnovo degli elementi costitutivi dell'edificio, l'inserimento degli elementi accessori e degli impianti richiesti dalle esigenze d'uso, l'eliminazione degli elementi estranei all'organismo edilizio;

esaminati gli aspetti di carattere urbanistico occorre adesso procedere all'esame dell'edificio nei suoi vari aspetti accertando lo stato di degrado e le cause che lo hanno determinato, la sua storia, le modifiche che ha subito nel corso degli anni e la sua nuova destinazione d'uso. Per questo bisogna

CONOSCERE L'EDIFICIO

Vanno prese in considerazione tutte le parti dello scheletro strutturale dell'edificio ed il terreno sul quale esso sorge, in quanto primo elemento da indagare per garantire la stabilità: fondazioni, murature, orizzontamenti, scale, coperture.

Terreno

La natura del terreno è determinante nella scelta del tipo di fondazione adottata, da adottare o da modificare, secondo molteplici parametri: la composizione, la coesione, la resistenza, lo spessore e la disposizione degli strati geologici, l'entità e la profondità della falda acquifera.

Lo svolgimento di specifiche indagini geologiche e geotecniche consente di determinare le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni e di accertare se la causa del degrado sia da attribuire proprio al terreno di fondazione e quindi studiarne i rimedi.

Fondazioni

Analisi delle caratteristiche

Per fondazione si intende la parte di muratura immediatamente al di sotto del livello del terreno. La sua funzione può essere semplicemente quella di trasmissione dei carichi dell'edificio al suolo, o quella di contrastare spinte che derivano dall'azione delle terre

circostanti o di strutture spingenti, quali volte e coperture. Le fondazioni possono essere continue o puntiformi; le loro dimensioni e la loro profondità sono funzione del carico soprastante e delle spinte oblique di strutture spingenti, della qualità del terreno, della profondità della falda acquifera.

Le fondazioni continue, in generale, si prestano a terreni incompressibili, in cui la buona portanza, garantisce stabilità all'edificio, senza necessità di raggiungere elevate profondità; quelle puntiformi a terreni in cui lo strato più solido si trova ad elevate profondità, o nel caso in cui l'edificio sovrastante presenti carichi concentrati in alcuni punti.

Nel costruito storico quelle continue sono le più usate e sono realizzate semplicemente con un aumento di sezione della muratura alla base, o con una prosecuzione del muro, delle stesse dimensioni della parte in elevazione, anche al di sotto del livello del terreno.

Le fondazioni continue nella maggior parte dei casi sono realizzate con una prosecuzione del muro in elevazione al di sotto del livello del terreno, in presenza di terreni rocciosi e pietrosi, essendo in questo caso sufficiente una incassatura poco profonda per livellare il piano di appoggio ed evitare ogni possibilità di scorrimento.

Le fondazioni puntiformi sono invece realizzate a pilastri ed archi, ma si trovano più raramente, nel caso in cui il terreno di fondazione si trovi a profondità elevate e non sia quindi economico raggiungerlo con tutta la fondazione.

Una distinzione va fatta, anche parlando di fondazioni, tra l'edilizia monumentale e quella povera. Nella costruzione di grandi palazzi le fondazioni non venivano mai trascurate o sottodimensionate, anche perché i costruttori erano consapevoli che non sarebbero mai più potuti intervenire su quella parte della costruzione; nell'edilizia minore, non si poneva invece la preoccupazione di creare un manufatto durevole e spesso le strutture di fondazione sono praticamente inesistenti.

Analisi del degrado

Il degrado delle strutture di fondazione, può essere di tipo materico o di tipo geometrico, ed è strettamente connesso alla natura del terreno, su cui le fondazioni insistono, alla presenza di acqua, sia questa di falda, sia semplicemente acqua non raccolta e non

convogliata in superficie, al cambiamento delle condizioni di carico. Il cedimento fondale si manifesta sulle strutture in elevazione con formazione di lesioni, con moti di traslazioni, con rotazioni. Il degrado geometrico delle strutture di fondazione è legato principalmente alla presenza di fenomeni alternati di contrazione e dilatazione, legati a cicli stagionali, che provocano traslazioni, ed al superamento del valore della tensione ammissibile del terreno, per aumento del carico in seguito a sopraelevazioni, o a cambiamento della destinazione d'uso, senza opportuno rinforzo delle fondazioni. Tutto ciò viene affrontato in maniera più approfondita ma sempre con linguaggio semplice e pratico nei capitoli successivi.

Elementi verticali

Analisi delle caratteristiche

Negli edifici murari le strutture verticali sono costituite da pareti portanti continue e da strutture a pilastri che scaricano per punti, più frequenti in presenza di orizzontamenti voltati.

Strettamente legato alle murature è l'impiego di catene in ferro, per sopperire alla scarsa connessione tra i maschi murari, soprattutto nel caso di edifici alti con orizzontamenti piani, in legno, semplicemente appoggiati alla muratura.

Tali elementi possono essere longitudinali, quando annegati direttamente nei muri portanti, o trasversali, quando inclusi nei solai; in ogni caso la loro presenza è denunciata all'esterno da bolzoni o paletti capochiave.

Le aperture sono realizzate con struttura a piattabanda o con travi di legno. L'impiego del laterizio è limitato, e si trova per regolarizzare il letto di posa del pietrame informe, al quale vengono talvolta interposti filari di mattoni, o in corrispondenza degli archi di scarico delle bucatore.

Analisi del degrado

Il degrado che investe le strutture in elevazione è di due tipi: materico e geometrico.

Il **degrado del materiale**, sia questo pietra o laterizio, può essere chimico, fisico e biologico. Le cause principali sono imputabili a fenomeni meteorici, inquinamento atmosferico, vegetazione invasiva, umidità, azioni dell'uomo.

In tutti i processi di degrado materico un ruolo fondamentale è svolto dall'acqua che può essere presente sotto varie forme: umidità dovuta a fenomeni localizzati, umidità ascendente, umidità di condensa.

Al degrado della struttura muraria è strettamente legato il **degrado dell'intonaco**, sempre di calce, utilizzato come rivestimento protettivo. Il degrado del rivestimento non va infatti trascurato, perché è il presupposto dell' attacco della cortina muraria da parte degli agenti atmosferici ed esterni in generale. In presenza di mattoni malcotti, per esempio, la perdita di intonaco porta alla corrosione del laterizio che viene scavato a causa del dilavamento dell'acqua, mentre i giunti di malta mantengono la loro consistenza.

Il **degrado geometrico** delle murature può essere dovuto a schiacciamento, a fenomeni di pressoflessione, alla spinta di archi e volte, a rotazione, sia per difetti di costruzione, sia per cambiamenti rispetto alle condizioni di partenza.

Si manifesta con inflessioni, rotazioni e fuori piombo della muratura, deformazione rombica delle aperture, formazione di soluzioni di continuità nella compagine muraria. Evidente segnale di deformazione geometrica è la presenza di catene in tiro, denunciata dall'inflessione dei relativi paletti capochiave.

Strutture orizzontali

Per strutture orizzontali si intendono gli elementi che suddividono i vari piani di un edificio. Possono essere piane o ad arco, cioè volte o solai.

Le volte

Analisi delle caratteristiche

Dal punto di vista statico le volte svolgono un ruolo attivo all'interno del sistema strutturale dell'edificio , come elementi di legame della scatola muraria, mentre i solai, come elementi semplicemente appoggiati, un ruolo passivo (ciò non è vero in senso

assoluto perché le travi dei solai possono essere anche travi catena, e contribuire quindi al legame della compagine muraria).

A partire dal periodo medioevale le volte, sono localizzate tra il piano terreno ed il primo dell'edificio, solitamente in mattoni (molto rari i casi di strutture voltate in pietra a spacco), mentre ai piani superiori troviamo solai in legno. Questa suddivisione delle strutture orizzontali in voltate ai piani bassi e piane ai piani superiori caratterizza tutta l'architettura minore fino all'ottocento, mentre nell'architettura di palazzo troviamo volte anche ai piani superiori, soprattutto per la necessità di coprire grandi luci in corrispondenza dei saloni ai piani nobili.

I tipi di volta più utilizzati sono a botte, a crociera, a padiglione, a testate di padiglione, a vela.

Frequente l'uso di finte volte in "canniccio", ovvero in stuoie di canne intessute e gesso, appese ai solai soprastanti, alla copertura o portate da opportune armature.

Per contrastare la spinta di strutture voltate sono inserite catene metalliche, talvolta visibili all'interno del vano voltato, talvolta annegate nel materiale di rinfilo; l'uso di contrafforti è molto limitato.

L'inserimento nelle volte di lunette è legato a motivi di carattere funzionale, estetico, statico in quanto consente la creazione di aperture al di sopra del livello di imposta, diminuisce il carattere di pesantezza e severità di certi tipi di volta, aumentandone l'effetto decorativo, permette di convogliare i carichi per punti.

Analisi del degrado

Il degrado delle strutture voltate è di tipo materico o funzionale.

Il **degrado materico** è legato principalmente, come già specificato per le murature verticali, all'umidità, che causa disgregazione ed incoerenza in particolare nel laterizio e nella malta. La presenza di acqua a livello delle volte può essere dovuta ad infiltrazioni nei muri perimetrali in corrispondenza dell'imposta della stessa, o a perdite localizzate per rottura o cattivo funzionamento di impianti. Nei locali fondi inoltre la scarsa illuminazione

ed areazione, concorrono al proliferare di organismi inferiori che con le loro radici provocano la creazione di soluzioni di continuità.

Il degrado funzionale si manifesta invece con la creazione di soluzioni di continuità con localizzazione ed andamento diverso in funzione della forma della volta, con la depressione della struttura in chiave o alle reni. **Le cause del cedimento di una volta possono essere intrinseche e legate ad una eccessiva spinta esercitata sulle strutture verticali per difetto costruttivo, o estrinseche, dovute al cedimento degli appoggi e delle strutture di fondazione.**

I solai

Analisi delle caratteristiche

Gli orizzontamenti piani o solai nel costruito storico sono generalmente localizzati ai piani superiori al primo, sono in legno, a struttura principale e secondaria, o solo secondaria.

Nel primo caso sono costituiti da travi, poste perpendicolarmente ai muri portanti, travetti, in direzione normale a quella degli elementi principali, e tavolato nel secondo da soli travetti di dimensioni maggiori rispetto alla soluzione precedente, posti ad interasse ridotto, e tavolato soprastante.

Le travi principali possono fare le veci delle catene che frequentemente sono annegate nei solai, e concorrere a collegare due muri opposti.

Un particolare tipo di orizzontamento non inquadrabile in una rigida classificazione e distinzione tra solaio e volta è infine quello a voltine e putrelle, diffuso a partire dall'ottocento soprattutto nell'architettura industriale, poiché economico ed adatto alla copertura di grandi ambienti. E' realizzato da volte a botte in mattoni ad elementi longitudinali o trasversali, estremamente ribassate, affiancate che si impostano su travi a doppio T.

Analisi del degrado

Il degrado dei solai in legno è dovuto principalmente **al degrado del materiale.**

Gli agenti di degradazione più comuni sono quelli biotici, legati cioè ad organismi viventi. Affinché si verifichi un attacco patogeno è necessaria la presenza contemporanea dell'agente patogeno e lo stato di ricettività del legno. In condizioni di bassa umidità del legno e dell'ambiente sono scarse le possibilità di attacco e sviluppo di organismi biodegradatori (funghi, batteri ed insetti).

Il *degrado funzionale* delle strutture orizzontali è legato all'inflessione, a causa di eccessivo carico o di impoverimento del materiale strutturale in seguito ad attacchi di insetti, al degrado geometrico degli appoggi e delle fondazioni, che cedendo provocano il distacco del solaio, con fuoriuscita delle teste delle travi, dai muri portanti di alloggiamento.

Le scale

Analisi delle caratteristiche

Le scale dal punto di vista strutturale sono caratterizzate dal tipo di vincolo adottato per gli elementi strutturali, dalla disposizione e dal tipo di sostegni verticali, dal tipo di orizzontamento e dal materiale di cui è costituito. La struttura appoggiata su due o quattro lati può essere costituita da travi o da soletta inclinata; in questa categoria può rientrare anche la scala appesa a cavi di bordo. La scala incastrata si ottiene nello stesso modo rendendo però l'appoggio solidale con i sostegni. Rispetto al tipo di vincolo le scale possono essere infine a sbalzo, costituite da un solaio incastrato su un solo lato, da gradini indipendenti incastrati ai lati, da strutture voltate composite. Quelle più diffuse nel costruito storico sono quelle appoggiate a struttura lignea, nelle quali qualche trave può essere resa solidale con i sostegni, con il fissaggio ai muri con bolzone (travi catena). Più rara e diffusa solo a partire dall'ottocento la struttura a gradini indipendenti a sbalzo, costituita da lastre di marmo incastrate nella muratura, in alcuni casi sono presenti anche leggeri profilati metallici di supporto.

I sostegni verticali, disposti perimetralmente possono essere continui o puntiformi.

L'orizzontamento della scala, può essere piano o voltato, costituito da volte in muratura, da solai con travature longitudinali in legno o ferro, o da solai a sbalzo dal muro perimetrale. I gradini possono essere massicci, costituiti da sole pedate, da pedate ed alzate incastrate ai fianchi.

I materiali più usati nell'edilizia storica sono il legno ed il laterizio, a cui corrispondono due diverse concezioni strutturali e di messa in opera: scale appoggiate e scale a struttura voltata. Spesso l'aspetto esteriore non coincide con la reale consistenza materiale della struttura, poiché all'impalcato ligneo delle rampe sono appese volte in canniccio.

Le scale a struttura portante in legno, le più diffuse prima dell'uso del ferro, sono realizzate con cosciali longitudinali inclinati (due di bordo ed eventualmente uno centrale in funzione della larghezza delle rampe), che poggiano sulle travi di pianerottolo, o con travetti trasversali orizzontali, incastrati nei muri d'ambito della rampa e posti in opera a quote differenti, per fornire supporto al tavolato inclinato. La connessione tra travetti longitudinali e travi di pianerottolo può essere ottenuta con semplice chiodatura o con supporto di elementi metallici. Le tavole sono poste perpendicolarmente rispetto alla direzione della struttura principale, alla quale sono chiodate. Possono essere presenti elementi lignei verticali, di collegamento tra i cosciali di due rampe consecutive dai pianerottoli intermedi a quelli di piano, con funzione di irrigidimento. Alcune delle travi di pianerottolo (travi catena), fissate ai muri con un sistema a bolzone, possono contribuire alla rigidità della gabbia e della scatola muraria.

Le scale a struttura voltata sono di solito a doppia rampa, in muratura di mattoni, con elemento ad anima che divide le due rampe parallele. L'elemento intermedio può essere costituito da un sistema puntiforme ad archi rampanti e colonne. I tipi di volta più diffusi sono quelle a botte ed a crociera rampanti. Nel caso di volta a botte ed appoggi discontinui vengono create costolonature resistenti in corrispondenza di questi ultimi. Le volte possono essere disposte secondo la larghezza della scala, scaricando sugli archi rampanti laterali, oppure secondo la lunghezza (a collo d'oca), impostandosi sugli archi dei pianerottoli.

La struttura del pianerottolo può essere a struttura lignea o voltata in muratura (solitamente a crociera o seria di crociere, più raramente a vela). Nel primo caso sono possibili due soluzioni: travi di orditura principale incastrate nei muri d'ambito (di cui qualcuna anche con funzione di catena), struttura secondaria e soprastante tavolato, oppure soli travetti a passo più ravvicinato, e pattame ad essi chiodato.

Analisi del degrado

Il degrado delle scale ricade in quello analizzato relativamente alle strutture orizzontali e verticali.

Le coperture

Analisi delle caratteristiche

La copertura costituisce un elemento molto importante nella costruzione di un edificio, essendo ad essa demandata la funzione di protezione della fabbrica dall'acqua e dalle variazioni di temperatura, e quella di struttura di legame dell'intero corpo architettonico. Oltre al ruolo tecnico negli edifici di una certa rappresentatività, assume anche un ruolo estetico.

Riguardo alla forma la prima distinzione è tra tetti con superficie piana e tetti con superficie inclinata. Nel passato i tetti venivano realizzati sempre a falde, solo a partire dal XIX secolo troviamo soluzioni con copertura piana ed eventuali terrazzi arretrati rispetto al filo di facciata. Un'ulteriore distinzione va fatta tra tetti semplici e composti, in funzione della pianta più o meno complessa che vanno a coprire.

Le parti che costituiscono la copertura sono:

1. **la struttura portante, che regge il manto di copertura**, ed è costituita dall'orditura principale e da una piccola orditura, o struttura secondaria, che determina il collegamento e la ripartizione degli elementi di coperto con la grossa orditura. La struttura portante è strettamente dipendente dal materiale di copertura;
2. **il manto di copertura**, che ha funzione di impedire l'infiltrazione dell'acqua piovana.