

FONDAMENTI DI TECNOLOGIA DELL'ARCHITETTURA
Professoressa Ilaria Oberti
A.A. 2020-2021



25.02.2021

❖ **PROGETTARE, COSTRUIRE E GESTIRE L'EDIFICIO** (Tecniche e Architettura – Campioli, Lavagna; Cap.7)*Il processo edilizio*

PROCESSO: successione di fatti o di fenomeni caratterizzati dall'avere tra loro un nesso più o meno profondo.

Tutto ciò che impariamo entra in un processo. Questo prevede un inizio e una fine per raggiungere un obiettivo finale che potrà essere materiale (oggetto, manufatto, qualcosa di tangibile) o qualcosa di immateriale (quindi intangibile).

INIZIO → → FINE = OBIETTIVO

Ogni tipo di processo deve seguire una PROCEDURA costituita da norme, leggi, consuetudini, regole scientifiche...

Condizione necessaria per l'avvio del processo è la disponibilità di aree edificabili che è compito della pianificazione territoriale individuare, regolamentandone l'utilizzo.

PROCESSO EDILIZIO: sequenza di operazioni finalizzate alla realizzazione di un manufatto. "Sequenza organizzata di fasi operative che partono dal rilevamento di esigenze al loro soddisfacimento in termini di produzione edilizia" (norma UNI 10838:1999 – *Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia*)

Si differenzia in *interventi di nuova costruzione* e *interventi sul costruito*. Per i primi si tratta della realizzazione di beni edilizi non ancora esistenti e consiste nella sequenza organizzata di fasi che partono dall'esigenza della committenza-utenza, passano per la progettazione, la produzione, la costruzione e la gestione. Per i secondi si tratta della realizzazione di trasformazioni di beni edilizi già esistenti e parte dalle esigenze della committenza-utenza, passa per il rilievo e dei valori del bene esistente, la progettazione, la trasformazione e la riqualificazione o recupero del bene stesso.

Ha un inizio (momento in cui si decide che deve essere costruito qualcosa) ed è un input che deriva da qualcuno e poi viene portato avanti da diversi operatori in diverse fasi fino ad arrivare al risultato finale (risultato visibile, tangibile)

Questo processo deve sottostare a delle regole esplicitate attraverso delle leggi che danno una linea operativa a ogni componente e fase del processo e sono le **NORMATIVE PROCEDURALI**.

OPERATORI DEL PROCESSO EDILIZIO: sono gli attori del processo, gli esecutori materiali delle singole operazioni che costituiscono le fasi del processo edilizio

< In età preindustriale la struttura organizzativa del processo edilizio vedeva coinvolti 2 o al massimo 3 diversi soggetti: l'utente-committente, il progettista. Il costruttore. La figura del progettista-architetto risultava così centrale, quando non unica e gli erano richieste le più diverse competenze, compresa una buona pratica manuale. >

I principali sono:

1. Utente

Rappresenta il soggetto del processo edilizio e, insieme, colui che fruisce del bene una volta realizzato. È la figura principale. Ha un ruolo attivo quando è lui a commissionare l'opera. La qualità del prodotto finito dipende anche dalla chiarezza con cui l'utente rappresenta i bisogni che vanno a costituire il sistema di vincoli, culturali, dimensionali, tecnici ed economici con i quali il progetto e la costruzione dovranno confrontarsi.

2. Committente

Commissiona l'opera, la fa costruire e la utilizza (talora committente=utente) oppure è il promotore della vendita o della locazione. (es. un gruppo di persone vuole investire per costruire una residenza per anziani e commissionano il lavoro a un progettista. Gli utenti saranno gli anziani che utilizzeranno il manufatto edilizio).

Sceglie il progettista e gli trasmette le informazioni attraverso un programma di progetto (obiettivi fisici, funzionali, economici e qualitativi).

È anche detto promotore o cliente.

Le competenze del committente riguardano gli aspetti organizzativi dell'intero processo, gli aspetti tecnologici, gli aspetti finanziari, gli aspetti amministrativi e giuridici.

3. Progettista

Definisce le caratteristiche dell'opera e predispone gli elaborati grafici, tecnici e amministrativi (progetto dell'intervento). Raramente è un singolo individuo, più spesso è un team con un project manager.

Gestisce l'assistenza al cliente per la definizione degli appalti nelle diverse forme previste. Inoltre, può svolgere attività di coordinamento del cantiere.

4. Costruttore del manufatto e delle sue parti (impresa e produttore di materiali e componenti)

Due entità imprenditoriali:

- *L'impresa di costruzione* che, attraverso un'autonoma organizzazione di uomini e mezzi, realizza materialmente in cantiere il fabbricato, o alcune sue parti
- *L'industria manifatturiera* che mette a disposizione i prodotti, i semilavorati e i componenti, le attrezzature e le macchine operatrici

muratore, elettricista, idraulico, serramentista → nella costruzione dell'edificio ci sono tantissime relazioni tra tutti gli operatori che entrano in gioco e vengono governate da un unico ente (molto spesso il committente/utente)

A cui si aggiungono:

1. Autorità di controllo

Operatori che, attraverso le loro disposizioni, norme o regolamenti, condizionano il processo edilizio e ne controllano i risultati in funzione di obiettivi di ordine superiore a quelli propri di ciascun singolo partecipante.

Hanno il compito di verifica di coerenza formale e sostanziale tra ciò che viene progettato e ciò che viene costruito.

Sono per esempio: le autorità locali (i Comuni), le unità sanitarie locali, le soprintendenze ai monumenti, i vigili del fuoco...

2. Finanziatore

Insieme degli operatori che mette a disposizione del processo edilizio le risorse finanziarie necessarie al suo svolgimento e alla sua realizzazione.

La complessità di alcuni processi edilizi ha reso necessaria l'introduzione di due nuovi operatori: il construction manager e il project manager. Hanno il compito di coordinare le attività svolte dagli altri operatori.

Il construction manager affianca il committente nella fase dell'affidamento dei lavori, gestisce la fase di costruzione del progetto, predisponendo il progetto operativo e la documentazione necessaria per scegliere il costruttore, i subappaltatori, le imprese specializzate, i fornitori di materiali e componenti.

Il project manager affianca il committente lungo il processo decisionale ed esecutivo, gli assicura un servizio di supporto completo di progettazione ai diversi livelli di approfondimento, di assistenza nell'individuazione dei costruttori e della stipula dei contratti, di coordinamento dei lavori.

FASI DEL PROCESSO EDILIZIO: principali eventi che con la loro successione costituiscono il processo edilizio

La pianificazione territoriale e urbana definisce il sistema dei vincoli e delle possibilità entro il quale devono necessariamente collocarsi i processi decisionali. Attraverso questa vengono definite le aree sulle quali è possibile costruire, le funzioni che possono essere insediate e la consistenza degli edifici che possono essere realizzati.

1. Espressione esigenze/promozione e programmazione (colui che ha bisogno di casa/ufficio... pone la sua richiesta)

Definizione in termini qualitativi e quantitativi degli obiettivi del processo e definizione del tema (ristrutturazione, nuova costruzione...) → committente + operatore tecnico

Scelta del suolo, reperimento capitali necessari all'operazione, individuazione delle caratteristiche e dei tempi del processo, individuazione delle caratteristiche fisiche del manufatto da costruire, predisposizione dei criteri per la scelta del progettista e del brief, cioè le informazioni di base per la progettazione → committente + sistema del credito + utente

2. Progettazione (vengono rielaborate le esigenze che diventano prerequisiti per il progetto)

Messa a punto del progetto dell'opera da realizzare e del dossier necessario per la consultazione e la scelta dell'esecutore delle opere di costruzione → operatore tecnico = progettista

- *Progetto preliminare*: schematizzazione della soluzione architettonica, delle scelte tecniche e tecnologiche, stima sommaria dei costi. Può comporsi dei seguenti elaborati: relazione tecnico-illustrativa, valutazione di inserimento e di impatto ambientale, studi necessari per un'adeguata conoscenza del contesto, elaborati grafici descrittivi e rappresentativi del progetto, analisi economica di massima del costo di realizzazione dell'opera progettata.
- *Progetto definitivo*: specificazione del progetto preliminare. Relazioni generali, relazioni tecniche e specialistiche, rilievi plano-altimetrici, elaborati grafici, calcoli delle strutture e degli impianti, progetto di monitoraggio ambientale, piano particellare rappresentativo della corrispondente situazione catastale, computo metrico estimativo e quadro economico, cronoprogramma delle lavorazioni necessarie a consegnare l'opera finita, contratto di appalto e capitolato speciale di appalto delle opere per le imprese esecutrici.
- *Progetto esecutivo*: implementazione del progetto definitivo con i progetti specialistici (strutture, impianti e attrezzature specifiche), calcolo delle quantità fisiche e relativi costi, definizione del programma operativo del cantiere. Determina in ogni dettaglio i lavori da realizzare e il relativo costo previsto. È corredato da un apposito piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti. Relazione generale, relazioni specialistiche, elaborati grafici comprensivi anche di quelli delle strutture, degli impianti e di ripristino e miglioramento ambientale, calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti, piani di manutenzione dell'opera e delle sue parti, piani di sicurezza e di coordinamento, computo metrico-estimativo, elenco dei prezzi, cronoprogramma, contratto di appalto e capitolato speciale di appalto.

➔ Sulla base delle informazioni contenute in quest'ultimo viene avviata la fase di affidamento dei lavori.

3. Approvazione del progetto da parte delle autorità

il committente approva il progetto esecutivo e le autorità di controllo lo validano → committente + autorità di controllo

➔ **PROCESSO DI CONCEZIONE DEL MANUFATTO** (o *processo decisionale*) → fasi processuali che precedono la realizzazione dell'intervento e ne definiscono gli obiettivi, la fattibilità e lo sviluppo meta-progettuale, lo sviluppo progettuale e la programmazione.

4. Scelta degli esecutori delle opere

Indizione gara d'appalto. La scelta del costruttore (o, comunque, dell'esecutore dell'intera opera o degli esecutori delle sue parti) è diversa a seconda che ci si trovi di fronte a un processo basato su finanziamenti privati, pubblici o misti → committente. In questa fase devono essere evidenziati e risolti eventuali conflitti tra le diverse lavorazioni

5. Esecuzione dell'opera

Il manufatto viene eseguito materialmente dal costruttore e dai suoi fornitori sotto il controllo di tecnici di fiducia del committente → costruttore + direttore dei lavori

È ipotizzabile un intervento del sistema del credito per dotare il costruttore del supporto finanziario in attesa dei pagamenti degli anticipi (stati di avanzamento dei lavori) sull'importo complessivo dovuto dal committente → sistema del credito

All'esecuzione si affianca il controllo dei lavori, attività detta anche direzione dei lavori, che può essere svolta dal progettista o da un soggetto terzo a cui spetta il compito di verificare per conto del committente che l'esecuzione dei lavori avvenga conformemente a quanto previsto negli elaborati di progetto

6. Consegna del manufatto e controllo tecnico e amministrativo finale

Consegna del manufatto al committente, sua verifica tecnica e amministrativa, con intervento di tecnici di propria fiducia.

Il sistema del controllo pubblico verifica la legittimità delle opere, nonché il rispetto delle norme edilizie e urbanistiche e dei requisiti fisico-ambientali → committente + sistema del controllo pubblico

→ **PROCESSO DI COSTRUZIONE DEL MANUFATTO** (o *processo esecutivo*) → fasi operative che conducono alla realizzazione dell'intervento edilizio sulla base di quanto definito nelle fasi di progettazione e di programmazione.

7. Uso/gestione/manutenzione del manufatto costruito

Attività continua di fruizione del manufatto, per il cui svolgimento l'utente, eventualmente coadiuvato da una società di gestione, sviluppa le attività proprie della fase gestionale, fra cui le attività di manutenzione ordinaria, di amministrazione, di pulizia dell'immobile...

Può intrattenere rapporti con il sistema del credito (mutuo) → utente + sistema del credito

8. Esercizio/adequamento/rinnovamento/demolizione

Durante l'esercizio alcune attività possono configurarsi sotto forma di ulteriori processi (costruzione, progettazioni specifiche, consultazione di imprese, richiesta finanziamenti...): manutenzione straordinaria e di riqualificazione tese all'adequamento tecnologico e/o funzionale dell'immobile in esercizio. Fine vita utile: demolizione → utente + sistema del credito + sistema del controllo pubblico + committente + progettista

- *Adequamento funzionale*: trasformazioni di destinazioni d'uso (es. conversione di edilizi per il terziario in edilizi residenziali o viceversa)
- *Adequamento tecnologico*: sostituire una parte d'opera ancora funzionante con una più performante (es. sostituzione delle caldaie a gasolio con le caldaie a metano)

→ **PROCESSO DI ESERCIZIO** (o *processo gestionale*) → fasi operative che, a partire dall'entrata in servizio dell'organismo edilizio, si susseguono, allo scopo di assicurarne il funzionamento, fino all'esaurimento del suo ciclo funzionale ed economico di vita.

Una volta demolito potrebbe ripartire un nuovo processo per un manufatto edilizio o per un parco o per altri scopi.

Omologazione di processo = omologazione di prodotto → non è affermato un modo univoco di "processo" in quanto la struttura e la sua organizzazione mutano per ogni singola realizzazione.

Il contesto geo-culturale e tecnico-economico spesso condiziona e favorisce lo stabilirsi e il consolidarsi di alcune modalità organizzative del processo a scapito di altre. (es. America e Inghilterra prediligono high-tech; Italia con connotazione preindustriale). Pluralità di situazioni che trae origine dalle caratteristiche di ogni luogo: condizioni climatiche, tradizioni costruttive e assetti normativi.

Il processo edilizio si confronta inevitabilmente con tre aspetti condizionanti:

1. Il configurarsi dell'attività edilizia in termini di multi-organizzazione temporanea:

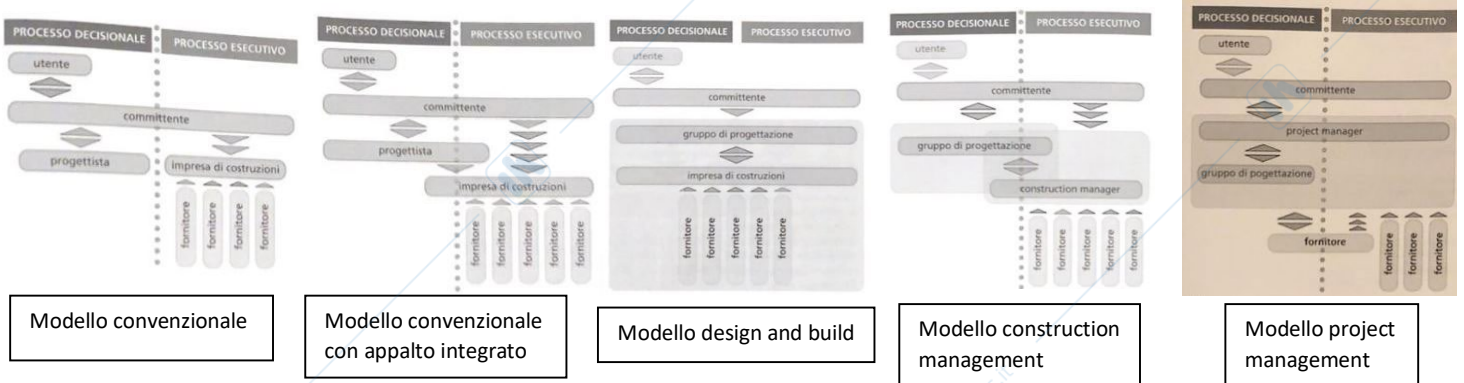
la definizione di multi-organizzazione temporanea è usata per identificare la peculiarità del processo di progettazione di un edificio rispetto ad altri processi di produzione industriale e descrive bene i processi meno articolati, basati su tecniche esecutive consolidate e radicate nel contesto produttivo, ma descrive anche la grande quantità di operatori provenienti anche da ambiti produttivi molto lontani da quello delle costruzioni.

2. La sempre più stringente necessità di ridurre i tempi di progettazione e costruzione:

la gestione "fast track" (che consente la sovrapposizione della fase di progettazione di alcune parti con la fase di costruzione di altre) è stata ormai sostituita dalla gestione "flash track", dove non solo le fasi di progettazione e di costruzione si sovrappongono, ma il progetto può essere sviluppato ininterrottamente 24 ore al giorno grazie alle tecnologie dell'informazione e alla differenza di fuso orario tra le città. Inoltre si sta via via affermando l'organizzazione del processo basato sulla formula di appalto "chiavi in mano" ("design and build") dove il committente affida i lavori a un unico soggetto che provvede sia alla progettazione che alla costruzione dell'edificio eliminando ogni possibilità di contraddittorio tra soggetto della progettazione e quello della costruzione e nella quale l'ottimizzazione dei tempi è garantita dalla possibilità di fondare progetto e costruzione sulla base di uno stesso know-how.

3. La sempre maggiore rilevanza che le teorie, le tecniche e gli strumenti di management assumono nell'ambito di alcune operazioni o di intere fasi della progettazione e costruzione di un edificio:

hanno come obiettivo quello di ottimizzare i processi puntando a un'efficiente organizzazione delle procedure, delle operazioni e dei rapporti tra gli operatori coinvolti.



EDILIZIA RESIDENZIALE - SISTEMA TECNOLOGICO CLASSIFICAZIONE E TERMINOLOGIA (NORMA UNI 8250 - 1981)			
Classi di unità tecnologiche	Unità tecnologiche	Classi di elementi tecnici	
1. Struttura portante	1.1 Struttura di fondazione	1.1.1 Strutture di fondazione dirette 1.1.2 Strutture di fondazione indirette	
	1.2 Struttura di elevazione	1.2.1 Strutture di elevazione verticali 1.2.2 Strutture di elevazione orizzontali e inclinate 1.2.3 Strutture di elevazione spaziali	
	1.3 Struttura di contenimento	1.3.1 Strutture di contenimento verticali 1.3.2 Strutture di contenimento orizzontali	
2. Chiusura	2.1 Chiusura verticale	2.1.1 Pareti perimetrali verticali 2.1.2 Infissi esterni verticali	
	2.2 Chiusura orizzontale inferiore	2.2.1 Soglie e tampe 2.2.2 Infissi orizzontali	
	2.3 Chiusura orizzontale su spazi esterni	2.3.1 Soglie su spazi aperti	
	2.4 Chiusura superiore	2.4.1 Coperture 2.4.2 Infissi esterni orizzontali	
3. Partizione interna	3.1 Partizione interna verticale	3.1.1 Pareti interne verticali 3.1.2 Piani interni verticali 3.1.3 Elementi di proiezione	
	3.2 Partizione interna orizzontale	3.2.1 Soglie 3.2.2 Sopplacchi 3.2.3 Infissi interni orizzontali	
	3.3 Partizione interna inclinata	3.3.1 Soglie interne 3.3.2 Rampe interne	
4. Partizione esterna	4.1 Partizione esterna verticale	4.1.1 Elementi di proiezione 4.1.2 Elementi di separazione	
	4.2 Partizione esterna orizzontale	4.2.1 Balconi e logge 4.2.2 Passerelle	
	4.3 Partizione esterna inclinata	4.3.1 Scale esterne 4.3.2 Rampe esterne	
5. Impianto di fornitura servizi	5.1 Impianto di climatizzazione	5.1.1 Alimentazione 5.1.2 Gruppi termici 5.1.3 Centrali di trattamento fluidi 5.1.4 Reti di distribuzione e terminali 5.1.5 Reti di scarico condensa 5.1.6 Canne di estrazione	
		5.2 Impianto idraulico	5.2.1 Alacciamenti 5.2.2 Macchine idrauliche 5.2.3 Accumuli 5.2.4 Regolatori 5.2.5 Reti di distribuzione acqua fredda e terminali 5.2.6 Reti di distribuzione acqua calda e terminali 5.2.7 Reti di ricambio dell'acqua calda 5.2.8 Apparecchi sanitari
			5.3 Reti di smaltimento liquidi

LE REGOLE DEL PROCESSO:

Prescrizione di legge o regole: leggi, decreti-legge, decreti ministeriali, decreti del Presidente della Repubblica, circolari ministeriali.

L'assetto legislativo nazionale italiano è integrato dalla normativa regionale e comunale.

A livello europeo: direttive comunitarie.

Hanno **valore cogente** → se non vengono rispettate è reato

Norme tecniche: fissate da enti di normazione nazionali, europei e internazionali (UNI (a livello italiano), ISO, ...)

Hanno **valore di raccomandazione** → utili indicazioni

04.03.2021

TERMINI:

- **UNITA' TECNOLOGICA:** unità che si identifica con un raggruppamento di funzioni, compatibili tecnologicamente, necessarie per l'ottenimento di prestazioni ambientali

- ELEMENTO TECNICO: elemento che si identifica con un prodotto, più o meno complesso, capace di svolgere completamente o parzialmente funzioni proprie di uno o più unità tecnologiche

❖ **STRUTTURE DI FONDAZIONE** (Tecnica e Architettura – Campioli, Lavagna; Cap. 3.1)

Unità tecnologica che funge da collegamento statico tra edificio e suolo.

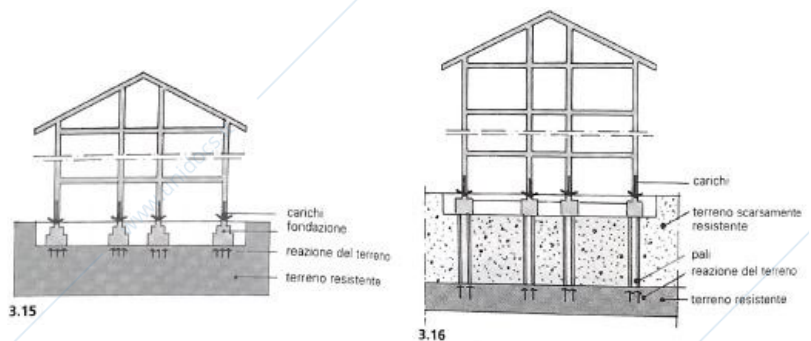
- ➔ Trasmettere a terra i carichi dell'edificio (permanenti e accidentali) assicurando la stabilità della costruzione.

Ha una dimensione maggiore rispetto alla sezione degli elementi strutturali verticali.

Per progettare la fondazione si deve tener conto del tipo di struttura di elevazione (puntiforme o continua) e del tipo di terreno (resistenza).

La tipologia di fondazione dipende da:

- Entità dei carichi da trasferire
- Caratteristiche del terreno
- Andamento planimetrico del terreno
- Profondità di interrimento della fondazione
- Presenza di falda acquifera
- Forma dell'area oggetto dell'edificazione
- Forma dell'edificio
- Struttura portante in elevazione dell'edificio



2 tipologie di fondazioni:

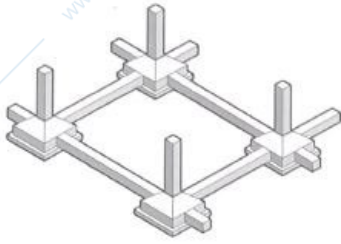
- Dirette (3.15): terreni resistenti raggiungibili con le operazioni di scavo (pochi metri sotto il piano di campagna)
- Indirette (3.16): il terreno resistente si trova in strati profondi oppure il terreno è di scarsa resistenza

Procedimento:

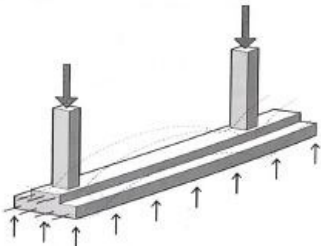
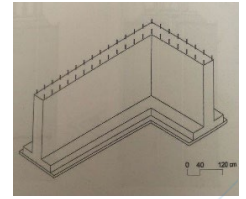
1. **Sbancamento** ➔ asportazione del terreno all'interno dell'area che costituisce l'impronta a terra dell'edificio
2. **Scavi di fondazione** ➔ se il terreno è coerente realizzati in verticale, se incoerente è necessario allargare il perimetro dello scavo. In contesti urbani questo non è possibile e ci si rifà all'utilizzo di diaframmi che consentono il contenimento del terreno: con benne mordenti particolari vengono eseguiti scavi di sezione nei quali vengono inserite le armature e il getto di calcestruzzo. Vengono così realizzate intere pareti continue (*paratie*) che permettono di procedere con lo sbancamento. Mano a mano che si procede con lo scavo i diaframmi vengono consolidati con tiranti orizzontali. In presenza di acque è necessario realizzare barriere alle infiltrazioni, dette *palancole*, realizzate in calcestruzzo armato prefabbricato o in lamiera grecata di acciaio.
3. **Stesura del magrone** ➔ strato di calcestruzzo magro di spessore limitato che crea un piano di appoggio livellato che facilita la costruzione delle cassature e la predisposizione delle armature metalliche.
4. **Realizzazione delle fondazioni**

FONDAZIONI DIRETTE O SUPERFICIALI (plinti, travi rovesce, platee)

- Strutture che trasmettono direttamente i carichi al terreno attraverso la superficie d'appoggio
- Sistema più semplice ed economico tra i tipi di fondazione
- Discontinue:
 - o per strutture in elevazione intelaiate a scheletro indipendente con terreno resistente affiorante o poco profondo e abbia resistenza elevata
 - o realizzata con pilastri in calcestruzzo o acciaio o legno ➔ plinti ➔ ampliare la base del pilastro
 - o forma del plinto "a zoccolo" o "a gradoni"
 - o tra il plinto e il terreno ➔ strato di calcestruzzo a basso dosaggio di cemento alto almeno 10cm ➔ magrone



- non sono adatte ad assorbire eventuali cedimenti differenziati → realizzazione di cordoli di calcestruzzo armato di collegamento tra i plinti che rendano solida l'intera struttura fondale
 - Plinti zoppi → quando è necessario porre pilastri in aderenza a costruzioni preesistenti, in cui la base, non potendosi estendere nella direzione dell'edificio esistente, risulta "tagliata" a metà e viene allargata nella direzione perpendicolare all'asse di simmetria
 - Plinti generalmente realizzati con blocchi di calcestruzzo armato gettato in opera o prefabbricato → la base allargata tende a flettersi, sollecitata dalla reazione del terreno al carico puntuale proveniente dal pilastro
 - Plinti in acciaio con putrelle d'acciaio imbullonate tra loro → prevedono un piatto metallico collocato sopra al "dado" in calcestruzzo e ancorato a esso tramite speciali bulloni, chiamati *tirafondi*, annegati nel calcestruzzo. Il pilastro è saldato oppure imbullonato
- Continue:
- Trasmettono i carichi della struttura portante in elevazione al terreno, distribuendoli uniformemente su estese superfici continue
 - Presente lo strato di magrone
 - Per struttura portante realizzata in muratura portante o setti in calcestruzzo o legno lamellare → cordoli di fondazione in calcestruzzo debolmente armato/non armato
 - Per strutture portanti a telaio con pilastri molto ravvicinati e con terreno con mediocri capacità portanti → trave rovescia, platea



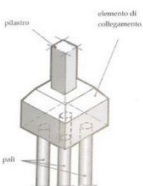
- Travi rovesce → strutture in cemento armato che hanno la stessa forma delle travi delle strutture in elevazione, ma hanno un comportamento strutturale inverso. A differenza delle travi, che trasmettono sui pilastri i carichi, con sollecitazioni dall'alto verso il basso, queste travi di fondazione ricevono dai pilastri i carichi, scaricandoli sul terreno
 - Sezione a T capovolta, munita di due mensole inferiori che hanno la funzione di allargare la superficie poggiante sul terreno
 - Unite da cordoli trasversali di irrigidimento. Talvolta questi cordoli diventano delle vere e proprie travi rovesce dando luogo a una fondazione a travi rovesce incrociate
 - Per realizzarle viene prima gettato lo strato di magrone sul terreno, appoggiata l'armatura sul magrone, posizionati i casseri e realizzato il getto di calcestruzzo. Una volta solidificato il calcestruzzo, i casseri vengono rimossi → disarmo
- ➔ Graduale allargamento della base con un'inclinazione di circa 60° + predisposizione di un cordolo in calcestruzzo armato alla base della muratura in elevazione

FONDAZIONI INDIRETTE O PROFONDE (pali e micropali)

Quando il terreno superficiale ha una resistenza unitaria modesta rispetto al carico trasmesso dalla costruzione, mentre il terreno resistente si trova a una profondità di 5-6 metri rispetto al piano di campagna.

- Pali (o pozzi) → se il terreno resistente profondo è raggiungibile, per trasmettere il carico
 - Le fondazioni a pali si distinguono in:
 - Fondazioni su pali appoggiati → si comportano come veri e propri pilastri appoggiati sul terreno resistente
 - Fondazioni su pali sospesi → mirano a consolidare il terreno per costipazione e sostengono la costruzione grazie all'attrito laterale tra palo e terreno
 - Serie di pali distanziati in funzione del loro diametro, al di sopra dei quali vengono realizzati elementi di forme simili ai plinti o alle travi rovesce

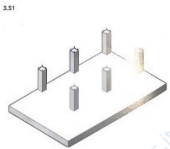
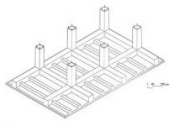
Si distinguono in:



- Pali battuti o infissi → elementi in legno, calcestruzzo armato o acciaio (elevata resistenza, ma alto costo) che vengono preparati fuori opera e conficcati nel terreno mediante battitura. Senza asportazione di terra. Prodotti in forme e dimensioni varie adeguate allo specifico caso. Impiego ormai raro.

- o Pali gettati in opera senza asportazione di terra → realizzati per mezzo di tubi-forma in acciaio (tra 20-60 cm) che vengono infissi nel terreno per battitura e successivamente riempiti di calcestruzzo e poi recuperati (pali Simplex e Franki).
- o Pali gettati in opera con asportazione di terra, o trivellati → realizzati con tubo-forma infisso mediante trivellazione e asportazione di terra. Permette di raggiungere notevoli profondità.
- o Micropali (o pali radice) → costruiti in opera con tubo-forma. Agiscono soprattutto per attrito laterale

- Fondazioni a platea → se in terreno resistente è eccessivamente profondo



- o Sorta di solaio in calcestruzzo armato capace di ripartire i carichi su una superficie il più vasta possibile
- o Si comporta come un solaio rovesciato poiché i carichi arrivano dall'alto
- o Può essere un piano di calcestruzzo da cui si dipartono verso l'alto le strutture in elevazione oppure può essere irrigidito superiormente da travi principali e travi secondarie
- o Richiede una maggiore quantità di materiale per essere realizzata + notevoli costi economici e ambientali
- o Adatta per strutture in elevazione di tipo sia continuo sia discontinuo

❖ **MALTE, CALCESTRUZZO SEMPLICE E ARMATO** (Tecnica e Architettura – Campioli, Lavagna; Cap. 2.2)

Sono conglomerati artificiali ottenuti mediante la miscelazione di acqua, sabbia, ghiaia ed elementi inerti di piccole dimensioni con leganti ottenuti dalla frantumazione e cottura di materiali di origine minerale.

Malte e calcestruzzo nell'architettura

- Più antico utilizzo risale al 12.000 a.C. dai popoli nomadi della Turchia occidentale
- Perfezionata e largamente utilizzata da fenici e greci
- Il secolo a.C. i Romani mettono a punto l'opus caementitium
- Nelle epoche successive non vi furono sostanziali trasformazioni nella tecnica del calcestruzzo e le malte continuarono a essere ampiamente utilizzate come legante nelle murature in pietra e laterizio
- Innovazioni sostanziali verso al fine del XVIII secolo e, nel 1824, con l'introduzione del cemento di Portland che divenne ben presto il legante per antonomasia nei calcestruzzi gettati all'interno di casseforme provvisorie e rinforzati mediante armatura di acciaio → migliorare le prestazioni a trazione mediante l'accoppiamento con barre di ferro
- Soltanto grazie ad alcuni esponenti dell'espressionismo in architettura che il calcestruzzo armato ebbe la possibilità di una piena affermazione, principalmente per le sue caratteristiche di plasticità che lo rendevano un ottimo materiale da plasmare a seconda dei risultati formali cercati → diventa "il" materiale da costruzione
- La ricostruzione post-bellica riconobbe nel calcestruzzo armato uno strumento economico e di veloce utilizzo per rispondere a una domanda di abitazioni che, in termini quantitativi, non aveva avuto precedenti

Composizione e prodotti

Leganti

- Materiali ottenuti dalla cottura di materiali di origine minerale
- Se mescolati con acqua, danno vita a un impasto capace di indurire aderendo alle superfici con le quali entrano in contatto
- Si possono suddividere in:
 - o Leganti aerei: impasti che induriscono e fanno presa solo in presenza di aria
 - o Leganti idraulici: induriscono e fanno presa sia in presenza di aria che di acqua
- Principali famiglie:
 - o Gesso: prodotto dalla cottura della pietra di gesso. Esistono vari tipi tra cui quello da muro, per manufatti, per intonaco e per sottofondi
 - o Calce aerea: si ottiene dalla cottura del calcare. Utilizzata come malta per intonaco e murature o per la realizzazione di stucchi decorativi
 - o Calce idraulica: ricavata dalla cottura di marne o miscele di carbonato di calcio e argilla. Il principale impiego riguarda la realizzazione di intonaci e murature

- Cemento: ricavato dalla miscela di acqua e materiali differenti macinati e omogeneizzati. Impieghi infinitamente vari

Aggregati

- Minerali materiali in forma granulare che costituiscono lo scheletro strutturale delle malte e dei calcestruzzi
- Granulometria che varia da 0.1mm a 7mm per le malte e da 3mm a 30mm per i calcestruzzi
- La scelta di questi dipende da:
 - Tipo di lavorazione che si andrà a compiere con il calcestruzzo e la malta in questione
 - Condizioni ambientali alle quali questi saranno esposti

Additivi

- Prodotti chimici che consentono di migliorare alcune caratteristiche del materiale
- Tra i più utilizzati si hanno:
 - → aumento della fluidità e dunque della lavorabilità
 - Gli acceleranti o ritardanti → modificare a livello temporale l'indurimento e la presa
 - Gli additivi areanti → introdurre microbolle d'aria all'interno del materiale così da conferirgli resistenza ai cicli di gelo e disgelo

Malte

- Calci aeree + sabbia + acqua (+ additivi) → malte aeree
 - Fanno presa e induriscono solo in presenza di aria
- Calci idrauliche + sabbia + acqua (+ additivi) → malte idrauliche
 - Raggiungono il grado di indurimento anche in presenza di acqua
 - È possibile sostituire la calce idraulica con quella aerea ma è necessario accoppiare un adatto aggregato → malte pozzolaniche o cocciopesto
- Se viene utilizzato più di un legante → malta "bastarda"
- Utilizzate per la realizzazione di intonaci o funzione di legante per murature

Calcestruzzo

- Legante idraulico (cemento) + aggregati + acqua (+ additivi)
- Calcestruzzi leggeri → aggregati sostituiti da materiali leggeri in granuli come l'argilla espansa e la perlite espansa
- Calcestruzzi cellulari e alveolari → con l'aggiunta di additivi si presentano piccolissime cavità e fessure nella struttura
- Utilizzati per sottofondi, riempimenti e strutture portanti

Calcestruzzo armato

- Si ottiene inglobando nel calcestruzzo un'armatura metallica
- Può essere:
 - Ad armatura lasca → l'armatura metallica viene solamente annegata nel calcestruzzo
 - Precompresso → l'armatura viene preventivamente tesa e rilasciata soltanto dopo che il calcestruzzo ha fatto presa → sopporta sollecitazioni maggiori

Messa in opera

- Malte usate come legante per murature → lavorazione manuale
- Malte usate come intonaco → manuale o spruzzatura meccanica
- Calcestruzzo gettato direttamente nelle autobetoniere o mediante l'utilizzo di benne o pompato mediante appositi automezzi
 - La fase di getto è preceduta dalla costruzione delle casseforme (in legno o metallo) e nel caso del calcestruzzo armato, dal posizionamento dell'armatura di rinforzo in acciaio
 - Tempi di rimozione delle casseforme: da 3 a 10 giorni o più

- o Lo sviluppo della resistenza convenzionale avviene a 28 giorni. Prima di tale termine non si possono applicare carichi di esercizio

Profilo ambientale

- Reperimento delle rocce da cui si ricavano i leganti e gli aggreganti → consistente consumo di risorse non rinnovabili
- Fase di produzione dei leganti → utilizzo intensivo di energia, in piccola parte da fonti rinnovabili
- Fase di trasporto → indice in relazione alla distanza tra i luoghi di estrazione, produzione e messa in opera
- Fine vita → difficile il riutilizzo. È diffuso il reimpiego di materiale proveniente da processi di demolizione per applicazioni secondarie (es. sottofondi stradali)

PROF. GASTALDI

Calcestruzzi – caratteristiche generali:

- Anisotropi → armature
- Porosi → determina le proprietà meccaniche, la permeabilità, la durabilità e la conducibilità. Essendo poroso assorbe acqua
- Bassa conducibilità
- Buona resistenza all'acqua e agli agenti atmosferici
- Facili da produrre e mettere in opera (forme anche complesse)
- Basso costo
- Resistenza al fuoco

Struttura: cemento (legante, polvere molto fine di particelle sotto-microscopiche) + acqua + aggreganti + additivi

Come ottenere il calcestruzzo:

1. Impastare i componenti
2. Gettata che deve avere un'ideale lavorabilità
3. Prova lavorabilità con il cono di Abrams

Tipo di cemento esempio: CEM II/B-LL 32.5R, cemento portland composito

- II → non è puro, contiene altro. CEM I è puro
- L → calcare macerato, scoria (uso qualcosa da buttare per ridurre l'impatto)
- R → resistenza, rapido(?). Se si mette l'acqua la resistenza diminuisce

Caratteristiche del calcestruzzo fresco:

- Fluidità e scorrevolezza (lavorabilità) → slump test
- Coesione (segregazione)
- Compattabilità (facile rimozione dei vuoti)

Caratteristiche calcestruzzo indurito (dovute a rapporto acqua/cemento, compattazione, stagionatura, tipo di cemento, aggreganti, utilizzo di additivi (aeranti)):

- Resistenza meccanica
- Resistenza ambiente

Calcestruzzo con lavorabilità bassa → cono di Abrams: tronco di cono vuoto; diametro di base 20cm; diametro minore 10cm; altezza 30cm (standard). Si riempie con 1/3+1/3+1/3. A ogni passaggio 15 colpi di pestello per compattare il materiale.

Si misura lo "slump": l'abbassamento = lavorabilità. Si sfila il cono e si misura.

Calcestruzzo indurito		CLASSI DI RESISTENZA		Valori minimi Strutture non armate o a bassa percentuale di armatura (elementi secondari o strutture massicce o estese) Strutture semplicemente armate Strutture precomprese "Fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità"
	UNI EN 206-1		NTC – D.M. 2008	
	C8/10		C8/10	→
	C12/15		C12/15	
	C16/20		C16/20	→
	C20/25		C20/25	
	C25/30		C25/30	→
	C30/37		C28/35	
	C35/45		C32/40	→
	C40/50		C35/45	
	C45/55		C40/50	→
	C50/60		C45/55	
	C55/67		C50/60	→
	C60/75		C55/67	
	C70/85		C60/75	→
	C80/95		C70/85	
	C90/105		C80/95	→
C100/115		C90/105		

S1, non lavorabile, abbassamento 0.5cm (no edifici, dighe sì. Necessita una forte compattazione) → NON si deve aggiungere acqua perché riduce la durabilità.

Si aggiunge additivo super-fluidificante per aumentare lavorabilità senza aggiunta dell'acqua → si "affloscia", 20cm di slump → S4

Dopo S5 sono calcestruzzo compattanti.

Classe di consistenza	Slump	Es. impiego
S1	10-40	Dighe
S2	50-90	Silos, ciminiere
S3	100-150	Strutture poco armate
S4	160-210	Strutture armate
S5	> 210	Strutture fortemente armate

Per metterlo in opera va compattato → fargli prendere bene la forma dello stampo facendo uscire l'aria. Si mette in agitazione con delle vibrazioni e si adagia allo stampo. Bolle che risalgono significa che è stato compattato. Poi deve essere stagionato: o coprire (meglio) o mantenerlo bagnato → il cemento per reagire ha bisogno di processi di idratazione, di acqua. Più sta meglio è. Più si tiene umido, più si indurisce.

Dopo 28gg si fanno le prove e si caratterizzano meccanicamente per designare la resistenza alla compressione.

Caratterizzazione meccanica → si prendono i cubetti, si mettono nella macchina e si avvia la prova. Un grafico mostra il carico applicato sul tempo. Quando si rompe prende la forma di una clessidra.

Indicatore di ph → è alcalino (ph>7, è acido). Se fucsia ph>9. Fortemente alcalino: protegge le armature, se no si arrugginiscono (acciaio) ed espandendosi rompono il calcestruzzo. I pori fanno entrare l'anidride carbonica e reagisce con l'alcalinità: passa da 13 a 9, ma non scende sotto 8. La protezione si ha fino a ph=11.5. I Sali cloruri rompono direttamente la superficie e non è detto che fuori si veda la corrosione.

Calcestruzzi speciali:

- Soddisfacimento di nuove esigenze costruttive (applicazioni speciali)
- Potenziamento della qualità del calcestruzzo nel tempo (durabilità)
- Ad alta resistenza (HPC)
- Auto compattanti (SCC)
- Fibro-rinforzati (FRC)
- Leggeri (LWC)
- "trasparenti"
- Sostenibili (recupero degli scarti edili, sfruttamento delle ceneri)

Malte → per fare il calcestruzzo si usa il cemento, per le malte si possono usare leganti diversi come calce, gesso... che mantengono insieme la sabbia. Ha bisogno di asciugarsi e quindi di anidride carbonica. L'indurimento va dall'esterno all'interno e chiede molto tempo. La resistenza è più bassa del calcestruzzo.

Principali caratteristiche:

- Difficile indurimento di elevati spessori
- Modesta resistenza meccanica
- Elevata plasticità dell'impasto
- Permeabilità elevata
- Poco adatta per impegni esterni
- Non protezione per elementi in acciaio
- Quelle idrauliche sono adatte per il contatto con l'acqua (es. Pont du Gard)

Malte da allettamento:

- Utilizzate per l'unione di mattoni, o blocchi, che costituiscono le murature
- Legante: cemento + calce
- Adesione, assorbimento variazioni dimensionali, resistenza alle murature e all'ambiente

Malte da intonaco:

- Utilizzate per la realizzazione delle finiture ad intonaco
- Legante: per esterni cemento e/o calce idraulica, per interni: gesso (+ calce aerea)
- Adesione, funzioni igieniche, estetiche, di protezione dell'ambiente, termoisolanti, fonoassorbenti, resistenza al fuoco, impermeabilizzanti

Misura di lavorabilità: prove di spandimento con tavole a scosse

Proprietà meccaniche: testate con prove di flessione e compressione

Calcestruzzo tradizionale > armature lente

Calcestruzzo precompresso > per elevate resistenze. 1. Pre-teso: cassero, barra, si versa e si tira. Si aspetta la stagionatura e poi si toglie la tensione. L'acciaio è come un elastico, nel momento in cui si toglie la tensione recupera la deformazione e schiaccia il calcestruzzo; 2. Post-teso (più utilizzato): cassero, tubo (guaina), si versa, si stagiona e il filo dentro al tubo (bloccato in testata) viene tirato e si schiaccia il calcestruzzo, poi si blocca la tensione e resiste di più a trazioni. Si deve riempire la guaina con materiale protettivo se no l'acciaio si corrode. → Il calcestruzzo precompresso può avere cedimenti improvvisi, senza preavviso.

18.03.2021

ATTACCO A TERRA DELL'EDIFICIO: SOLAI DI CHIUSURA E MURI CONTROTERRA

Come viene chiuso nella parte bassa l'edificio?

L'attacco a terra di un edificio è l'insieme delle opere di fondazione, di tenuta all'acqua, di isolamento, di protezione, di chiusura e di predisposizione dei piani di calpestio che permettono di fruire degli spazi in prossimità del terreno.

A terra, il piano di calpestio e supporto costituisce la chiusura di separazione degli spazi interni dal terreno e dalle strutture di fondazione.

Dal punto di vista strutturale, il supporto a terra può essere eseguito secondo diverse tipologie:

- Semplice massetto c.a. direttamente a contatto con il terreno > gettata di calcestruzzo.

Nodo del solaio controterra > quadrato = cordolo (perché in elevazione verticale blocchi portanti in laterizio o calcestruzzo con davanti mattoni di finitura)

Terreno compattato e stesi dei ciottoli che fungono da drenaggio. Stesa una membrana impermeabilizzante e poi massetto armato (10-15cm)

Piano di calpestio di garage o cantine > non grandi prestazioni

- A tavelloni su gambette (vespaio ventilato) > ora sostituita dagli elementi prefabbricati di natura polimerica (igloo)

Non è controterra > piccolo muro con relativa fondazione = gambetta (cordolo di fondazione in calcestruzzo + blocchi in laterizio) che serve a sostenere il tavellone in laterizio (pannello che poggia da un lato sull'elemento di fondazione e dall'altra parte sulla gambetta). Subito accanto viene posizionato il successivo tavellone

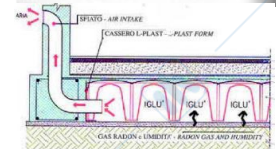
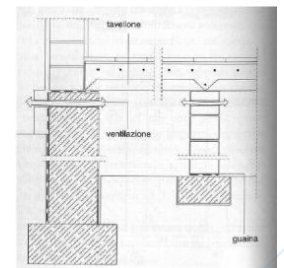
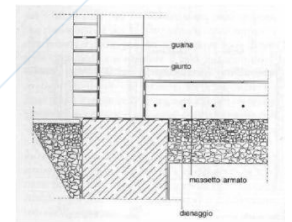
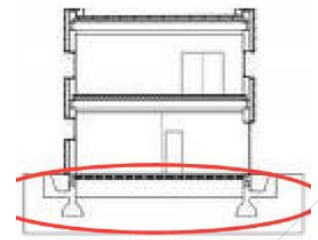
Spazio vuoto tra terreno e primo solaio (=intercapedine) ventilata > favorisce la dispersione dell'umidità di risalita dal terreno grazie a fori nei blocchi di laterizio

Tavelloni, impianti, massetto di sottofondo, solaio

Igloo posizionati sopra uno strato di magrone. Allontanamento del Radon (gas inquinante)

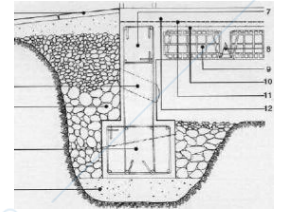
- Solai a platea > Platea che coincide con fondazione e solaio

Utilizzata in casi di grandi manufatti come parcheggi multipiano o edifici con carichi dall'alto

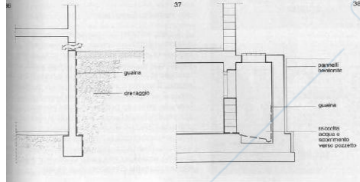


La fondazione è anche il primo solaio controterra

- Stesso tipo di quelli superiori (es. laterocemento) > travetti e pignatte



MURI CONTROTERRA (interrati)



Il muro controterra deve sostenere masse spingenti di terreno in corrispondenza di dislivelli, talvolta si tratta di un'opera che fa parte del sistema di fondazione e attacco a terra dell'edificio, con la formazione di scannafossi o di ambienti interrati, altre volte si tratta di opere di sistemazione del terreno (rilevati, terrazzamenti).

Funge da separazione tra interno ed esterno. Necessariamente in calcestruzzo, talvolta armato. Permette di avere aperture per semi-interrati, intercapedini. Viene saldata una membrana impermeabilizzante tra muro e esterno. Per un'ulteriore efficacia si può mettere una controparete in laterizio o si mette un'ulteriore membrana bugnata.

I PROBLEMI: umidità e radon

L'attacco a terra dell'edificio rappresenta una parte critica perché esposta all'umidità (di risalita o ascendente) e al radon.

Il radon è un gas nobile, inodore e incolore, 8 volte più pesante dell'aria (quindi tende a stratificarsi nelle parti basse dell'edificio), chimicamente inerte e discretamente solubile in acqua. Prodotto di decadimento di tre famiglie radioattive naturali, presenti nella crosta terrestre (uranio-235, uranio-238 e torio-232). Ha il nucleo instabile che si disintegra emettendo particelle alfa. Decade fino ad arrivare al piombo che è stabile.

Sorgenti di radon: esalazioni dal suolo, materiali da costruzione, emanazione dalle acque, radiazione cosmica (raggi gamma)

Fattori ambientali: ventilazione naturale/artificiale, polveri aerosol, fattori microclimatici, tipologia edilizia

Strategie di intervento dell'esistente: sigillatura delle principali vie di accesso del radon, depressurizzazione del sottosuolo, pressurizzazione dei locali interni o del vespaio, ventilazione del vespaio

Criteri per la progettazione del nuovo: scelta di suoli con bassa concentrazione di Radon e ridotta permeabilità ai gas, depressurizzazione degli spazi sottostanti il primo solaio e la suzione mediante un estrattore che scarichi il Radon in atmosfera, miglioramento della tenuta all'aria nella zona di attacco a terra, impiego di materiali da costruzione a basso contenuto di radionuclidi naturali e bassa emanazione di Radon, aumento del tasso di ventilazione dell'edificio.

RADON

Il radon è un gas radioattivo incolore e inodore, originato dal decadimento radioattivo della crosta terrestre e quindi anche dei materiali da costruzione.

Questo gas è presente ovunque in minime concentrazioni, ma soprattutto ai piani bassi delle costruzioni, infatti una delle tipologie più a rischio sono case direttamente a contatto con il suolo.

La Raccomandazione della Commissione delle Comunità Europee 90/143/EURATOM del 21.02.1990 fissa un valore massimo di 400Bq/mc per le abitazioni esistenti e di 200 Bq/mc per quelle nuove. In Italia manca una normativa che stabilisca i limiti di concentrazione di radon nelle abitazioni, mentre per le esposizioni dovute alle sorgenti naturali è stato stabilito il limite di 500Bq/mc.

Misure preventive e rimedi

- non prevedere la realizzazione di zone abitabili al piano terreno o seminterrato
- realizzare una barriera impermeabile al radon > membrane plastiche o bituminose
- agire sul regime delle pressioni per evitare l'aspirazione all'interno dell'edificio
- ventilazione naturale: apertura di finestre o ventilazione attraverso aperture o interstizi nelle pareti o nei giunti fra elementi

- ventilazione forzata: immessa forzatamente attraverso ventilatori all'interno dell'edificio, aria che fuoriesce poi da apposite aperture o da finestre
- ricopertura dei terreni circostanti: adeguata pavimentazione
- sigillatura di giunti e fessure: in tutto il piano a contatto con il suolo
- utilizzo drenaggio esistente: collegato a un ventilatore che risucchia il gas raccolto dalle tubazioni il cui scopo primario è quello di allontanare l'acqua dal terreno > efficace se circonda l'intero edificio
- suzione del terreno o delle pareti a blocchi forati: viene aspirata e allontanata l'aria contenente il gas presente in vespai in ghiaia o all'interno delle pareti
- controllo della pressione interno dell'edificio: prevenire la depressurizzazione rispetto all'esterno, creata da ventole, camini, stufe, che generano un flusso di aria esterna verso l'interno o nel far sì che la pressione interna sia superiore a quella esterna, immettendo aria dai piani superiori, attraverso un ventilatore, per impedire che entri, insieme all'atmosfera esterna, anche radon negli ambienti.

25.03.2021

❖ **STRUTTURE PORTANTI IN ELEVAZIONE VERTICALE E ORIZZONTALE** (Tecniche e Architettura – Campioli, Lavagna; Cap. 3.2)

- Insieme degli elementi costruttivi che costituiscono l'ossatura portante dell'organismo architettonico
- Assolvono alla funzione statica principale di copertura dell'edificio (capriate, volte e cupole), di orizzontamento (solai), di sostegno verticale (murature, setti, pilastri) delle coperture e degli orizzontamenti e di collegamento verticale degli ambienti (scale)

2 sistemi strutturali distinti:

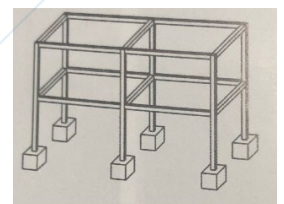
- Sistemi continui, caratterizzati dalla presenza di elementi verticali continui (muri, setti e pannelli), elementi orizzontali lineari (cordoli) ed elementi orizzontali piani (solai)
 - o I muri e i setti verticali hanno funzione statica principale di sostenere il peso proprio e quello dei carichi accidentali + contribuiscono alla delimitazione e separazione degli spazi → molto vincolanti rispetto alla distribuzione degli ambienti interni e impediscono modifiche nel tempo
 - o Possono limitare dimensione e numero delle aperture in facciata
 - Sistemi puntiformi, caratterizzati dalla presenza di elementi verticali lineari (pilastri), elementi orizzontali lineari (travi) ed elementi orizzontali piani (solai)
 - o Solo funzione statica → maggiore flessibilità distributiva in pianta (non limitanti per distribuzione spazi)
 - o Le pareti perimetrali esterne e pareti divisorie interne hanno la sola funzione di chiusura e di partizione → libertà di scelta nei materiali + libertà organizzazione spazi
- ➔ Collocazione degli elementi strutturali pensata in relazione alla dimensione degli spazi + fruibilità + calibrare la luce delle strutture in relazione alle dimensioni degli spazi interni

Diversi procedimenti costruttivi:

- Tradizionali: lavorazioni direttamente sul luogo dell'intervento → prevalente impegno di manodopera
- Industrializzati: intervento di attrezzature, lavorazioni tramite cicli esecutivi
- Prefabbricati: predeterminati geometricamente e precostruiti in luoghi diversi, solo successivamente assemblaggio e montaggio in cantiere

STRUTTURE A TELAIO

- Strutture puntiformi costituite da supporti verticali isolati (pilastri) ed elementi orizzontali lineari (travi) e bidimensionali (solai)
- Carichi verticali raccolti dai *solai* (strutture orizzontali che dividono i piani della costruzione), poi trasferiti alle *travi* (elementi orizzontali lineari che collegano i pilastri a cui trasmettono i carichi). I pilastri (elementi verticali) assolvono la funzione statica

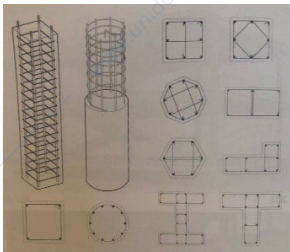


- L'individuazione dei telai può variare in funzione della disposizione planimetrica dell'edificio: viene definito l'andamento dei solai e poi la disposizione delle travature portanti in senso longitudinale o trasversale
- Materiali in grado di resistere a sollecitazioni di compressione, flessione e taglio → calcestruzzo armato, acciaio e legno (unico materiale della tradizione)
- Importanza di giunti strutturali fra i diversi componenti → garantiscono la continuità statica della struttura. Irrigidito ulteriormente da strutture di controvento o nuclei irrigidenti.
- Strutture fondamentalmente lineari (pilastri e travi) di sezioni ridotte → utilizzo più flessibile degli spazi interni
- Problema di costruire sistemi di chiusura verso l'esterno che garantisca prestazioni in termini termo-acustici
- Possibilità di realizzare elementi di chiusura completamente vetrati

In calcestruzzo armato:

- Le caratteristiche fisiche e meccaniche consentono la realizzazione di componenti su misura, modellabili e plasmabili in funzione delle esigenze, e la protezione dal fuoco e dall'ossidazione
- Contro: scarsa coibenza termica e acustica, difficoltà di adattamento, demolizione e smaltimento

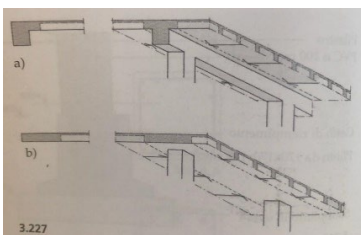
o I pilastri:



- Generalmente a sezione quadrata o rettangolare, con armatura longitudinale costituita da tondini verticali in acciaio
- Ferri longitudinali collegati da staffe orizzontali. Queste possono essere isolate a interasse costante, o semplici (sezione rettangolare o quadrata o a T), oppure con avvolgimento a spirale (sezione circolare o poligonale, dotati da armatura metallica costituita da barre longitudinali → pilastri cerchiati)
- I prefabbricati possono essere prodotti con dimensioni e caratteristiche variabili. In genere muniti di mensole di sostegno per l'appoggio delle travi e vengono appoggiati su fondazioni a plinto a bicchiere

o Le travi:

- Elementi orizzontali lineari
- Possono essere variamente sagomate: sezione rettangolare, a T, a L e armate con ferri longitudinali
- L'altezza della trave dipende dalla luce (distanza tra i pilastri) che deve coprire
- Possono essere ribassate (quando l'altezza è maggiore del solaio e la trave sporge inferiormente), rialzate (quando l'altezza è maggiore del solaio e la trave sporge superiormente), in spessore (quando l'altezza della trave è uguale a quella del solaio) o a parapetto (per balconi) o a veletta (dove ci sono le avvolgibili)
- Generalmente le travi dovrebbero avere un'altezza superiore al solaio ma per evitarne la sporgenza all'intradosso del solaio spesso si realizzano travi in spessore, allargando la trave orizzontalmente → le travi in spessore richiedono cassetture più semplici, riducendo i costi di realizzazione, ma non sono adatte in zone sismiche + sono più grandi e più pesanti e richiedono un maggior consumo di materiale
- Se gli ambienti hanno dimensioni molto elevate, le solette vengono sostenute da una orditura di travi secondarie con luce ridotta e le travi secondarie vengono sostenute da una orditura di travi principali con luce maggiore
- Diverse tipologie di travi:

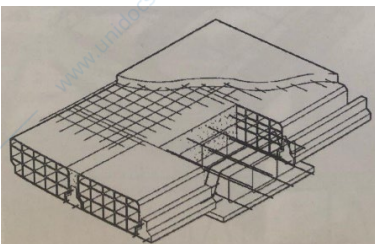


- Gettate in opera: predisposizione di un'armatura composta in maniera analoga a quella dei pilastri, con un'armatura longitudinale e trasversale (staffe). Successivamente alla realizzazione e al posizionamento dell'armatura della trave viene realizzata la cassetture entro cui verrà successivamente gettato in opera il calcestruzzo
- Prefabbricate: messe in opera mediante getto di completamento (travi munite all'estradosso di staffe sporgenti. Una volta posizionate in appoggio sulle mensole dei pilastri, avviene il getto) o a secco (non è necessario alcun getto in opera e la trave viene semplicemente appoggiata e fissata al pilastro attraverso l'incastro)

o I solai:

- Possono essere costituiti da solette a sezione piena monolitici oppure da solai misti con elementi di alleggerimento in laterizio o in materiale isolante

- Monolitici (“a piastra”): solette in calcestruzzo armato a sezione piena di spessore costante o munite di nervature, a seconda dei carichi della luce che devono coprire. Quelle con nervature vengono realizzate per coprire luci di notevoli dimensioni. Le nervature costituiscono dei piccoli travetti di irrigidimento e sostegno della piastra. Tavolato orizzontale > predisposta l’armatura > getto di completamento.
- Misti: alleggerimento dei solai. Prima del getto vengono posizionati elementi di alleggerimento che hanno lo scopo di “casseforme a perdere”, posizionate tra armature e travetti (in genere in laterizio forato (pignatte) o pani di polistirolo). Questi elementi migliorano la coibenza termica e l’afonicità del solaio. Impiegati soprattutto nell’edilizia residenziale > coprono luci modeste (4,5-5m). solai alti 20 cm; travetti distanziati 50 cm; pignatte alte 16 cm; caldana (getto di calcestruzzo): 4 cm. Per luci maggiori occorre aumentare lo spessore. Generalmente negli edifici residenziali l’altezza interna è di 2.70m e lo spessore complessivo dei solai di 30cm
- Nel caso di solai esterni, che possono essere realizzati con solette a sezione piena o con solai misti, come per i balconi aggettanti, ci sono 2 soluzioni:
 - Solai a sbalzo prolungando i solai interni e sfruttando la continuità strutturale dei travetti > necessario che la trave perimetrale sia portante. Sbalzo di modesta entità (1,5-2m)
 - Solai appoggiati su mensole, prolungando le travi che funzionano a mensola e sostengono il solaio > le travi portanti sono orientate verso lo sbalzo. Possibili aggetti maggiori rispetto quelli a sbalzo (>2m)
- Possono essere gettati completamente in opera o parzialmente prefabbricati:
 - Gettati in opera: realizzati predisponendo su un tavolato orizzontale le armature dei travetti, tra le quali sono interposti gli elementi di alleggerimento. Poi avviene il getto di completamento in calcestruzzo. Il getto del solaio viene fatto in contemporanea al getto delle travi > tavolato continuo sostenuto da puntelli. Possono essere utilizzati travetti prefabbricati che permettono la velocizzazione del lavoro e fungono da sostegno per le pignatte e sono sufficienti puntelli puntuali
 - Prefabbricati: non richiedono sostegni provvisori durante la messa in opera, o solo un appoggio intermedio. Realizzati o elementi nervati in calcestruzzo (tegoli), utilizzati per capannoni industriali, oppure solai di tipo misto, che richiedono poi il getto di completamento in opera. Di questi ne esistono 2 tipologie:
 - Solai a pannelli prefabbricati in laterocemento: costituiti da blocchi forati di laterizio, disposti su file accostate tra le quali vengono gettate una o due nervature. Dopo il posizionamento in opera viene disposta un’armatura metallica nelle nervature e poi si conclude con il getto di completamento che riempie le nervature.
 - Solai a pannelli prefabbricati tipo predalles: costituiti da una lastra sottile di calcestruzzo armato (larghezza 120cm; spessore 4cm) in cui in stabilimento sono stati già inglobati l’armatura, costituita da tralacci metallici, e gli elementi di alleggerimento (in laterizio o composti di polistirolo, EPS o altro materiale isolante), collocati su di essa o incorporati all’estradosso della lastra. In cantiere la lastra funge da cassero di contenimento del getto di completamento e ha una superficie di intradosso piana e regolare > finitura accettabile per ambienti interrati non abitabili (no stesura intonaco) > soluzione per spazi interrati (garages, cantine, vani tecnici) e primo piano fuori terra.



Getto in opera:

- Getto di calcestruzzo entro cassette → casseforme di legno o pannelli componibili metallici
- Procedo piano piano con realizzazione delle strutture orizzontali che dividono i vari piani. Realizzazione di pilastri di un piano fino all’intradosso delle travi, poi realizzato un tavolato continuo orizzontale su cui vengono posate le travi, i travetti dei solai e le pignatte, e successivamente realizzato il getto di calcestruzzo

- L'armatura delle travi deve essere collegata con quella dei pilastri per realizzare la continuità strutturale → occorre prolungare i ferri longitudinali → i ferri dei pilastri del piano inferiore rimangono sporgenti
- Rimozione dei casseri solo dopo che il calcestruzzo avrà raggiunto un sufficiente grado di maturazione

Prefabbricati:

- Arrivano in cantiere finiti. Assemblati mediante getto di modesta entità per rendere solidali gli elementi tra di loro
- Possibilità di ricorrere a un intero assemblaggio a secco mediante dispositivi di appoggio in neoprene e acciaio, a cerniera cilindrica, resi solidali tramite bullonatura
- Raramente utilizzate nel settore residenziale, ma utilizzate per capannoni industriali ed edifici commerciali

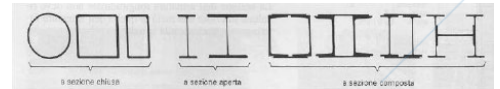
in acciaio:

- Consente la copertura di grandi luci e la massa in opera di costruzione di elevata altezza e di notevole capacità portante
- Costi elevati + problemi legati all'insonorizzazione e all'isolamento termico degli interni a causa dell'estrema leggerezza + bassa resistenza al fuoco e agli agenti atmosferici → necessario prevedere sistemi di rivestimento e protezione al fuoco delle strutture
- Composte da elementi verticali e orizzontali (profili laminati, estrusi o reticolari a sezione variabile) e da elementi piani → giunzione fra gli elementi mediante bullonature o saldatura

o Pilastri:

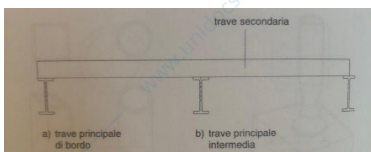
▪ Diverse tipologie:

- A sezione chiusa (tubulari): quadrata o cilindrica. Resiste bene al carico di punta. Risulta però complicato il collegamento con altri elementi della struttura
- A sezione aperta: in genere con profili HE (il più utilizzato) o IPE. Consentono di realizzare agevolmente i collegamenti tra le diverse parti strutturali
- A sezione composta: accostamento di più elementi base (profili a C, a L, angolari) uniti tra loro tramite saldatura o bullonatura o piatti di acciaio. Utilizzati per ottenere prestazioni non ottenibili con i profili di normale produzione



o Travi:

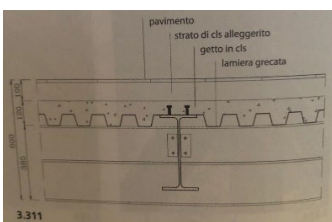
- Costituite da profili laminati a caldo IPE (le più utilizzate, poiché hanno una maggiore efficienza strutturale alle sollecitazioni di flessione), HE o a C nel caso di travi ad anima piena. In alternativa uso di travi composte per saldatura, travi ad anima sottile, travi reticolari o travi alveolate



- Travi principali: sorreggono i carichi del solaio. In una campata sono le due collocate perpendicolarmente alla giacitura della lamiera
- Travi secondarie: poste parallelamente alla direzione della greca. Non ricevono il carico dei solai, ma fungono da collegamento tra i pilastri, per chiudere la struttura. Se la luce tra i pilastri è elevata > orditura di travi secondarie che sostiene il solaio e che scaricano il peso sulle travi principali

o Solai:

- Possono essere solai tradizionali in laterocemento o, più tipicamente, in lamiera grecata di acciaio e completamento in calcestruzzo.
- La posa avviene a partire dalla messa in opera di lamiere grecate che fungono da cassero a perdere per i getti di completamento in calcestruzzo
- Risulta un elemento unitario nonostante venga generato dall'accostamento di due materiali diversi per caratteristiche
- Lo spessore della lamiera varia in funzione della presenza o meno del getto di completamento che è il vero e proprio strato resistente e il ruolo della lamiera è solo "collaborare"
- Nel solaio a secco, sopra la lamiera viene in genere posizionato uno strato rigido che consente di costituire un piano rigido per la posa degli strati di pavimentazione sovrastanti



- Nel solaio di lamiera grecata collaborante, la lamiera svolge la funzione di armatura metallica della sezione di calcestruzzo a essa associata. L'aderenza è data attraverso l'annegamento di una rete elettrosaldata. Questa lamiera non permette di avere un intradosso continuo e occorre prevedere la predisposizione di un controsoffitto di finitura inferiore
- Se c'è una buona continuità fra solaio e travatura portante, il solaio costituisce elemento di controventamento orizzontale dell'intera struttura

STRUTTURE A PARETE PORTANTE

Sono strutture continue in cui la funzione statica è affidata agli elementi verticali continui (le pareti). I carichi verticali, una volta assorbiti dai solai, vengono trasmessi ai sottostanti elementi verticali (muri) e da qui convogliati al sistema di fondazione (travi rovesce).

La struttura trilitica costituita da due murie un solaio è stabile rispetto all'azione di forze verticali, ma instabile se sottoposta a forze orizzontali > l'irrigidimento avviene mediante l'impiego di elementi verticali di irrigidimento, quali pareti di taglio o nuclei di controventatura, disposti ortogonalmente alle pareti portanti.

Se però il nodo di connessione tra solai e pilastri è un incastro allora il sistema diventa stabile > gli stessi solai sono elementi di irrigidimento nel piano, se il vincolo tra essi e i muri portanti è di tipo rigido, i solai costituiscono piani orizzontali che si incastrano con i piani verticali e impediscono l'instabilità del sistema se sottoposto a forze orizzontali.

I solai poggiano sui muri portanti e in genere sono costituiti da una orditura di travetti (in laterocemento o in legno) che scaricano il peso sulla trave posta sul muro portante, in modo da distribuire uniformemente lungo tutto il muro il carico del solaio. Negli edifici multipiano la trave è inserita nel muro portante in modo da acconsentire l'ammorsamento al muro portante.

Ci sono 3 schemi strutturali per realizzare una struttura portante continua:

1. Gli elementi che sorreggono i solai sono disposti secondo la lunghezza dell'edificio e ne costituiscono le due facciate longitudinali > gli elementi di irrigidimento sono disposti ortogonalmente ai precedenti → aperture limitate + distribuzione degli spazi interni più libera
2. Gli elementi portanti che sorreggono i solai sono disposti trasversalmente rispetto alla facciata dell'edificio > gli elementi di irrigidimento longitudinale sono distribuiti all'interno dell'edificio → consente una facciata libera nella scelta delle aperture + dimensione delle stanze fortemente vincolata dal passo strutturale
3. Gli elementi portanti svolgono anche la funzione di irrigidimento → il più rigido dal punto di vista distributivo, utilizzato in genere per vani scala e ascensori

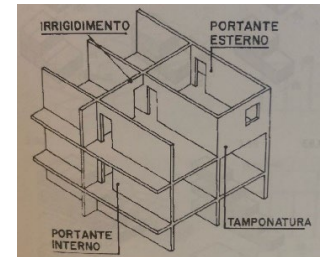
Le strutture in elevazione a parete portante possono essere realizzate in vari modi: muratura in mattoni o in blocchi, setti in cemento armato gettato in opera e a pannelli in cemento armato prefabbricati.

Vantaggi: contemporanea costruzione di involucro e struttura portante e la massa data all'edificio dall'elevato spessore delle pareti principali → conferiscono all'edificio un forte grado di isolamento termico e acustico.

Svantaggi: lentezza costruttiva + scarsa flessibilità degli interni + vincoli aperture verso l'esterno.

In mattoni o blocchi:

- Elevata resistenza meccanica alla compressione
- Assemblaggio di elementi modulari prefabbricati di piccole dimensioni (mattoni o blocchi) + interposizione di strati di materiali leganti (malte) di 1cm
 - o Blocchi > funzione statica
 - o Malta > elemento di collegamento (giunto) + funzione statica di ripartire i carichi trasmessi sulle superfici dei blocchi
- Mattoni posti in opera tramite lo sfalsamento dei giunti
- Spessore:
 - o Murature a una testa > pari alla larghezza di un mattone
 - o Murature a due teste > pari alla lunghezza di un mattone



- o Murature a tre teste > pari alla lunghezza di un mattone + la larghezza di un mattone
- Oggi vengono usati blocchi forati in modo da rendere gli elementi più leggeri e maneggevoli e dotati di maggiori proprietà isolanti rispetto ai mattoni pieni. L'uso della pietra è raro, invece il laterizio è il più utilizzato + uso di blocchi in calcestruzzo
- La muratura portante è resistente a compressione ma non a trazione > evitare le spinte orizzontali. In caso di vento o sismi > prevedere controventamenti costituiti da muri di spina oppure dai solai che concatenano la muratura
- Conferire maggiore resistenza meccanica > murature portanti armate → inserendo armature verticali all'interno dei blocchi forati e armature orizzontali nei giunti di malta
- Orizzontamenti interni > è possibile realizzarli con qualsiasi materiale e tecnologia purchè resistenti a sollecitazioni di trazione e flessione >> calcestruzzo armato a sezione piena o misti, in acciaio o in legno
- I solai devono essere inseriti nella struttura muraria al momento in cui si raggiunge la quota desiderata, mediante ammorsamenti all'interno dei corsi della muratura, realizzati mediante travi di bordo (cordoli) in cemento armato per solaio in laterocemento, oppure mediante appositi appoggi ricavati nella parete per le travature portanti in solai in acciaio o legno
- >> nel caso del calcestruzzo, il cordolo ha la funzione di distribuire i carichi uniformemente sulla muratura portante continua

In calcestruzzo armato gettato in opera:

- Sfruttano le proprietà dell'accostamento tra calcestruzzo e armatura metallica
- Vantaggio di contrarre i tempi di esecuzione, ma va aggiunto il tempo necessario di maturazione del getto, che può essere ridotto grazie all'inserimento di particolari additivi nell'impasto cementizio
- Rispetto alle murature in blocchi > scarsa incombenza termoacustica
- Concepite come articolazioni tridimensionali di pareti portanti, pareti di controventamento e solai destinati a resistere sia a carichi verticali che ad azioni orizzontali
- Scelti per la realizzazione di vani per scale e ascensori, muri di controventamento, muri perimetrali di ambienti interrati (controterra), pareti di compartimentazione antincendio
- Raramente usati per costruzioni di intere strutture a causa dei grandi vincoli planimetrici imposti > scarsa flessibilità
- Getto in opera > apposite forme di contenimento > casseri "a perdere" > pannelli in fibre di legno o in polistirene o in schiume poliuretatiche. Nei processi di tipo industrializzato vengono utilizzati casseri reimpiegabili > rimossi e usati per un ulteriore getto

a pannelli prefabbricati:

- Messa in opera di elementi realizzati industrialmente in stabilimento e assemblati in cantiere
- Vantaggio di ridotti tempi di cantiere
- Strutture composte da elementi piani bidimensionali (setti verticali e solai) o tridimensionali, assemblati in opera mediante assemblaggio a secco di piastre metalliche o getti di completamento
 - o Bidimensionali > gli elementi, sia verticali che orizzontali, possono essere costituiti da pannelli piani *monostrato* per la realizzazione della sola parte strutturale (formati da un solo materiale che sia calcestruzzo armato, normale o alleggerito) o *multistrato*, che presentano un'interposizione di materiale isolante termoacustico fra i due strati esterni
 - o Tridimensionali > costituiti da almeno due pannelli realizzati in calcestruzzo e si configurano come sistemi aperti (a L o a T) o sistemi semiaperti (a C) o sistemi chiusi (4 o più pannelli)
- In genere non vengono intonacati
- La realizzazione inizia con la posa in opera degli elementi verticali e successivamente resi solidali ai solai, mediante armature metalliche e getti di completamento

LA STRUTTURA PORTANTE IN ELEVAZIONE VERTICALE PUNTIFORME

2 possibilità: puntiforme (telaio) o continua

Funzione:

- sostenere i solai dei vari piani dell'edificio e la copertura

- trasmettere alle fondazioni le sollecitazioni che derivano dai pesi propri e dai carichi accidentali

Può essere realizzata mediante muratura portante (in blocchi di pietra, laterizio o setti in calcestruzzo o pannelli in legno massiccio) oppure pilastri (cemento armato, acciaio, laterizio, pietra) >> Nel passato prevaleva la pietra.

Requisiti delle strutture portanti:

- Resistenza meccanica → resistenza alle forze che arrivano dall'edificio stesso, dai materiali
- Resistenza al fuoco
- Benessere termoigrometrico → riferito solo alle strutture portanti continue
- Benessere acustico → riferito solo alle strutture portanti continue
- Durabilità
- Integrabilità elementi tecnici → non fondamentale, ma è possibile integrare all'interno degli elementi tecnici (es. unità d'habitation, L.C., passavano impianti dell'edificio e impianti degli ascensori)
- Conformità degli spazi
- Protezione degli agenti esterni → riferito in particolare alle strutture portanti continue

REQUISITI → garantiti attraverso SOLUZIONI TECNICHE che sono differenti → rispondere ai requisiti con ALTERNATIVE TECNICHE

Le sollecitazioni sono prodotte da tutte le azioni che agiscono sull'edificio:

- Azioni principali: carichi permanenti (edificio stesso), cariche di esercizio (arredamento, partizioni interne), neve, spinta del terreno, effetti dinamici
- Azioni complementari: vento, variazioni termiche, ritiro, fenomeni viscosi, imperfezioni dei vincoli, difetti di montaggio

Mantenimento delle condizioni di equilibrio: materiali e tecnologie impiegate, tecniche costruttive, condizioni dell'ambiente (clima, suolo,...)

SISTEMI CONTINUI (MURATURE)

- Elementi verticali
- Blocchi o setti
- Assolvono funzione statica principale
- Delimitano involucro e spazi interni

SISTEMI PUNTIFORMI O A TELAIO

- Elementi verticali e orizzontali
- Assolvono solo funzione statica
- ➔ A parità di altre condizioni un pilastro che ha una sezione più grande subirà di meno gli effetti deformativi rispetto ad uno più piccolo: FORZE DI COMPRESSIONE

Pilastri: materiali

- Calcestruzzo armato + ferri per armatura
- Acciaio + travi bullonate al pilastro
- Laterizio (casi particolari)

SISTEMA A TELAIO:

pilastro in calcestruzzo armato

- Sotto ho il plinto o la trave rovescia
- Armature del pilastro + armatura della trave che si va a collegare ai ferri di ripresa del pilastro (cordolo + trave)
- Collegati ferri e staffe
- Effettuata la cassaforma in legno tenuta insieme da una struttura in acciaio
- Getto in calcestruzzo
- Calcestruzzo maturato e tolti i casseri (cassaforma)

Vantaggi:

- facilità di esecuzione (connessione)
- impiego di mano d'opera
- possibilità di composizione in pianta ed in alzato "senza" limiti
- pianta libera
- resistenza notevole a sforzi orizzontali e verticali

dimensionamento che va valutato in funzione di:

- influenza del carico
- eccentricità della trave
- posizione rispetto alla trave
- ➔ possono essere quadrati (30x30) o rettangolari (30x40) o cerchiati

in acciaio

- profilati generalmente con profilo a E per elementi verticali > dimensione delle ali ha la stessa dimensione dell'anima (se dimensione anima diversa da ali > profilo a H)
- innesto dei pilastri sopra la piastra con tirafondi annegati nelle fondazioni in calcestruzzo
- possono avere una sezione di tipo chiuso, una aperta o sezione composta

connessioni tra pilastro e trave > effettuate con bulloni, a incastro o saldate (o addirittura misto)

vantaggi:

- soluzioni architettoniche ardite e varie
- pianta libera
- elevata resistenza a tutti i tipi di sforzo

svantaggi:

- utilizzo di manodopera specializzata
- peso unitario degli elementi strutturali molto alto
- difficoltà nelle connessioni fra più elementi, strutturali e non

attenti a :

- giunzioni (saldature e bullonature)
- accoppiamento di profilati per l'instabilità
- ponti termici per l'isolamento
- connessioni con gli elementi portanti
- resistenza al fuoco
- irrigidimento dei solai (getto di cls) per evitare deformazioni
- corretto utilizzo dei controventi in pianta ed in alzato
- ad altezze elevate > affiancate al telaio dei controventi per aumentare la resistenza della struttura

dimensionamenti

- telaio con travi principali e secondarie: maglia massima 6,30 x 4,80 m
- telaio con solo travi principali: maglia massima 6,30 x 3,30 m

in laterizio:

- principalmente di appoggio per le coperture

01/08.04.2021

LA STRUTTURA PORTANTE IN ELEVAZIONE VERTICALE CONTINUA

Funzione:

- sostenere i solai dei vari piani dell'edificio e la copertura
- trasmettere alle fondazioni le sollecitazioni che derivano dai pesi propri e dai carichi accidentali
- funzione statica principale > funzione strutturale: esigenza di sicurezza + requisiti di stabilità, resistenza
- delimitano involucro e spazi interni > funzione di chiusura: esigenze di benessere, fruibilità + requisiti di tenuta all'aria e all'acqua, isolamento termico, attrezzabilità

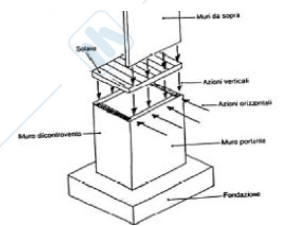
Vantaggi:

- possibilità di lasciare a vista il materiale strutturale
- buona coibentazione – elevati spessori in gioco – e assenza di ponti termici
- possibilità di fungere sia da chiusura perimetrale che da struttura portante del corpo di fabbrica
- “pulizia” e semplicità nei prospetti per gioco ripetitivo di pieni e vuoti

Svantaggi:

- Peso significativo degli elementi strutturali
- Perdita di volume edificabile causa elevati spessori perimetrali delle strutture
- “limitazioni” della pianta architettonica per presenza di pilastri e/o muri di spina
- Necessità di eseguire elementi in c.a. con funzione di irrigidimento orizzontale

>> i muri portanti, i muri di controventamento e i solai devono essere efficacemente collegati tra loro
 → collegamento effettuato mediante cordoli continui in cls armato lungo tutti i muri, all'altezza dei solai di piano e di copertura > i cordoli svolgono la funzione di vincolo alle pareti sollecitate ortogonalmente al proprio piano, ostacolandone il meccanismo di ribaltamento + consentono di collegare longitudinalmente muri di controvento complanari, consentendo la redistribuzione delle azioni orizzontali fra di essi e conferendo la redistribuzione delle azioni orizzontali fra di essi e conferendo maggiore iperstaticità e stabilità al sistema resistente

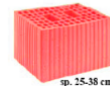


Muratura di controvento: $S_{max} = 6m$; spessore: 25-38cm. muratura portante: 1.5 S; spessore: di spina: 51cm; perimetrale: 38cm

Elementi artificiali in laterizio: laterizio normale o alleggerito in pasta (migliori caratteristiche di isolamento termico) dotati di fori (verticali e orizzontali) di alleggerimento e/o presa e/o per l'alloggiamento di armature (muratura armata)

ELEMENTI SEMIPIENI

Blocchi tradizionali



sp. 25-38 cm

ELEMENTI FORATI

Blocchi tradizionali



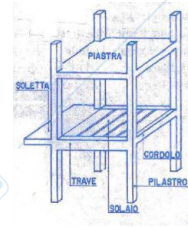
sp. 38-48 cm

MURATURA ORDINARIA	MURATURA ARMATA
<ul style="list-style-type: none"> • Buona capacità strutturale 	<ul style="list-style-type: none"> • Ottima capacità strutturale portante
<ul style="list-style-type: none"> • Scarsa flessibilità ed adattabilità al progetto architettonico 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevata flessibilità ed adattabilità al progetto architettonico
<ul style="list-style-type: none"> • Buona protezione e resistenza al fuoco 	<ul style="list-style-type: none"> • Buona protezione e resistenza al fuoco
<ul style="list-style-type: none"> • Bassa conducibilità → elevato isolamento termico 	<ul style="list-style-type: none"> • Bassa conducibilità → elevato isolamento termico
<ul style="list-style-type: none"> • Ottima durabilità nel tempo 	<ul style="list-style-type: none"> • Ottima durabilità nel tempo
<ul style="list-style-type: none"> • Elevato isolamento acustico ai rumori aerei 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevato isolamento acustico ai rumori aerei
<ul style="list-style-type: none"> • Costo di costruzione contenuto 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo di costruzione inferiore al telaio in c.a.
<ul style="list-style-type: none"> • Maestranze non specializzate 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessità di formazione delle maestranze
<ul style="list-style-type: none"> • Semplicità del calcolo per edifici semplici 	<ul style="list-style-type: none"> • Semplicità del calcolo per edifici semplici
<ul style="list-style-type: none"> • Complessità nell'analisi non lineare di edifici complessi 	<ul style="list-style-type: none"> • Media complessità per il calcolo esteso

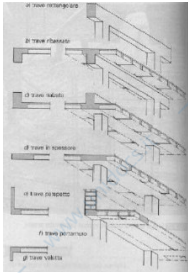
15.04.2021

LA STRUTTURA PORTANTE IN ELEVAZIONE ORIZZONTALE

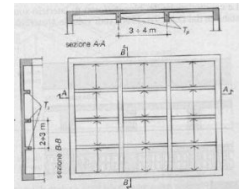
- rappresenta la classe di elementi tecnici che ha la funzione di trasferire i carichi, verticali e orizzontali, alla struttura in elevazione verticale
- E' anche detta struttura per impalcati piani
- travi (elementi lineari) e solai (elementi bidimensionali). Piastra > crea la parte strutturale e chiude l'edificio orizzontalmente e permette di suddividere l'edificio per piani



3 possibilità:



- impalcato in c.a. : travi in opera e prefabbricati, solai in getto pieno e solai alleggeriti
- impalcato in acciaio: profilati, travature reticolari, solai in lamiera grecata e misti
- impalcato in legno: travi a sezione piena e travi leggere, solai tradizionali e solai prefabbricati



Travi: sono elementi strutturali monodimensionali. Sono principali le travi che, sostenendo i carichi che gravano sull'impalcato, li trasferiscono alle strutture in elevazione verticale; sono secondarie quelle sostenute dalle travi principali. Possono avere una sezione rettangolare o una sezione a T. Collegate tramite armatura ai pilastri

Un solaio è monolitico se gettato completamente in opera e a soletta piena (poco diffuso).

Per togliere peso dove lo spessore non è necessario viene "scavato" il solaio > soletta nervata (rimangono i travetti).



Nodo solaio-parete verticale > travetto che è tangente alla parete verticale. Finire il solaio con una pignatta non è consigliato.

Se ci sono aperture nei solai è necessario avere un'armatura (un anello) intorno al foro per far sì che il travetto si appoggi.

25.03.2021

PROF. GASTALDI

Acciai > lega tra ferro e carbonio, quello al carbonio è magnetico, quello inox no. Più c'è carbonio più è resistente, ma meno duttile (più fragile); sopra 2.06% di carbonio, si parla di ghisa.

- elementi per costruzioni metalliche
- armature per c.a.

S (structural, per il calcestruzzo e B, beton) *numero* (proprietà meccaniche) N/NL (normalizzato/normalizzato laminato) M/MI (trattamento termomeccanico) Q/QL (temprato e rinvenuto) W (migliorata resistenza atmosferica) + composizione chimica (saldabile o no) + idoneità lavorazioni a temperature (J/JR/JO/K)

Norme tecniche per le costruzioni: prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali – UNI EN 10025

1. acciai non legati per impieghi strutturali
2. acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato
3. acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termo-meccanica
4. acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica
5. prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati (temprato/raffreddato e poi riscaldato)

Caratteristiche generali:

- ottime caratteristiche meccaniche (isotropi > proprietà uguali in tutte le direzioni) > migliori rispetto ghise, leghe di rame o di alluminio, resistenza a forze elastiche (rigido)
- conduttori (sia elettricità e temperatura)

- temperatura di fusione alta
- resistenza chimica medio-bassa (resistenza al degrado > ruggine, corrosione in presenza di acqua e ossigeno) > acciai COR-TEN resistono meglio grazie alla patina (W, hanno rame e cromo in basse quantità), però costo superiore, difficoltà di lavorazione e minori caratteristiche dopo la lavorazione a caldo
- durezza medio-alta
- resistenza al fuoco (ma perdita proprietà) > massima temperatura di esercizio come limite
- lavorabilità buona-discreta
- riciclabili
- basso costo

Produzione: l'Italia è il 10imo produttore mondiale e 2° in Europa dopo la Germania. Non abbiamo risorse prime.

Esistono 2 tipi di processo:

1. siderurgia primaria > partendo dalle materie prime. Si prende il minerale di ferro + calcare + carbone trattato (coke) messi nell'altoforno. Produce ghisa + scoria (loppa/cemento) trattato e messo nel convertitore ad ossigeno > la lega del carbonio si impoverisce e si ottiene l'acciaio. 25.6 MJ/kg
2. siderurgia secondaria > riciclando. Rottame ferroso fuso in un forno elettrico ad arco. Ottengo acciaio + scorie, tolgo le scorie e rimane l'acciaio. 10.7 MJ/kg

>> si ottengono semilavorati che poi attraverso deformazione plastica (a caldo, a volte a freddo) si ottengono forme e proprietà finali > sollecitati meccanicamente: laminazione (rulli che schiacciano il materiale), trafilatura (attraverso matrice sagomata), estrusione (spinto contro una matrice sagomata), forgiatura/fucinatura/stampaggio, imbottitura/piiegatura/tranciatura + altri trattamenti (termici, lavorazione per asportazione di trucioli, di finitura, collegamenti e giunzioni)

Controlli (obbligatorie):

- in stabilimento:
 - controllo produzione per garantire affidabilità nella conformità del prodotto
 - Prove meccaniche, analisi di colata, dimensioni, ...
 - Attestato di qualificazione
- in cantiere:
 - 3 prove per ogni fornitura (in base allo spessore)
 - Controllo caratteristiche chimiche
 - Controllo caratteristiche meccaniche

15.04.2021

PROF. GASTALDI

Ceramici – Laterizi (tradizionali)

- Piastrelle, sanitari, vetro, laterizi (argille comuni poco pure), tegole..
- Si ottengono attraverso la cottura di materie prime: argilla > per mantenere la forma è necessario cuocerla. La plasticità è data dalla presenza dell'acqua. Smagranti (aggiunta per dare stabilità all'argilla) + fondenti (aumentare la percentuale di fase fusa > mantenere compatte le particelle)

Proprietà meccaniche:

- Anisotropi (buona resistenza a compressione, scarsa a trazione)
- Durezza e fragilità > dipendono dalle materie prime utilizzate
- Bassa tenacità

Caratteristiche chimiche e fisiche:

- Buona resistenza chimica
- Bassa conducibilità termica

	Funzione	Laterizi	Faenze	Grès	Porcellane
Sostanza argillosa	plastificante	Non fissata	30-55	30-70	25-60
Quarzo	smagrante	Non fissata	30-55	30-60	20-45
Feldspato	fondente	Non fissata	0-15	5-25	20-30
Carbonato di calcio	fondente	Non fissata	0-15	-	-

- Alta resistenza elettrica
- Suscettibilità alla rottura per shock termico > es. piatto ceramico tirato fuori dalla lavastoviglie e poi messo sotto acqua fredda

Struttura:

- Porosa: porosità aperta. Laterizi
- Compatta: porosità chiusa. Porcellane
>> mettendo l'acqua dal primo viene assorbita, dal secondo no

Colorazione del supporto:

- Pasta bianca
- Pasta colorata

Rivestimento superficiale:

- Presente > smalto (colorato) o vetrina (trasparente)
- Non presente