

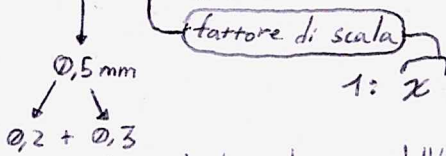
Modellazione Digitale Parametrica e BIM

Inizieremo con una ricapitolazione degli argomenti trattati al primo anno funzionali per questo corso.

Scala di Rappresentazione: è una convenzione che permette di discretizzare (ridurre in parti, semplificare, schematizzare) un oggetto tridimensionale; a seconda della complessità dell'oggetto si possono usare scale di ingrandimento o di riduzione.

Dalla scala di rappresentazione si può anche ricavare il grado di risoluzione massimo, ovvero le minime dimensioni possibili di un oggetto conveniente da rappresentare a quella scala (su carta):

$$s \times S = g \quad \text{grado di risoluzione}$$



Esempi	
1:200	$\rightarrow g = 0,5\text{mm} \cdot 200 = 100\text{mm} = 10\text{cm}$ (reali)
1:100	$\rightarrow g = 0,5\text{mm} \cdot 100 = 50\text{mm} = 5\text{cm}$
1:50	$\rightarrow g = 0,5\text{mm} \cdot 50 = 25\text{mm} = 2,5\text{cm}$

↳ grado di risoluzione dell'occhio umano: apprezza dimensioni di $\frac{3}{10}$ di millimetro.

↳ dimensione convenzionale, storicamente lo spessore minimo del pennino

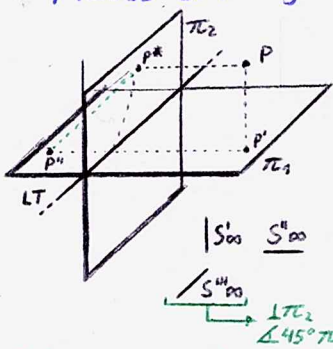
Il grado di risoluzione è però anch'essa una convenzione: a seconda dello scopo del disegno, si potrà scegliere di rappresentare oggetti di dimensioni minori di quanto ammesso dal grado di risoluzione, o di non rappresentare elementi con dimensioni maggiori.

Esempi

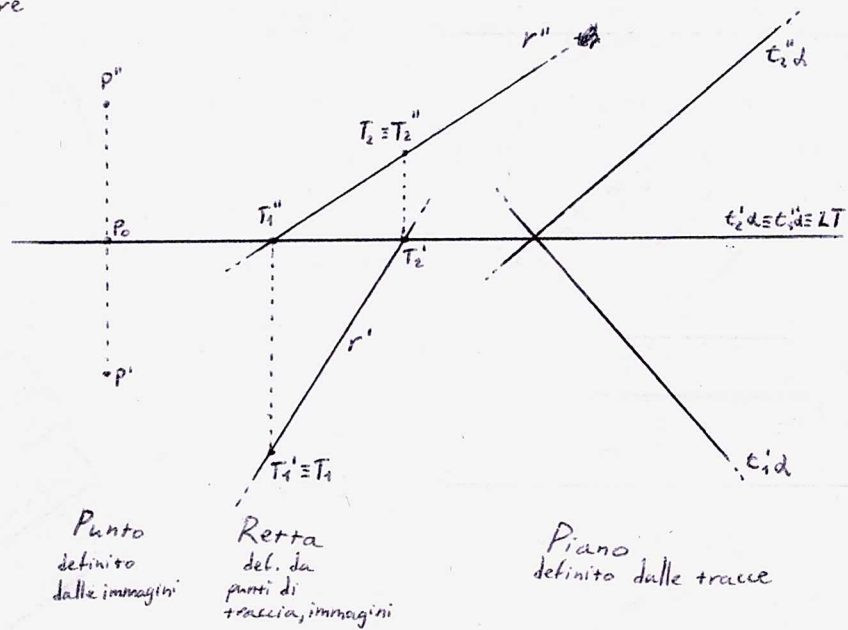
Stralcio aerofotogrammetrico: utilizzato per elaborare piante di città, è tipicamente in scala 1:1000. $g = 50\text{cm}$. I balconi e i cornicioni degli edifici però NON SONO RAPPRESENTATI, poiché lo scopo del disegno è delineare confini.

Scala 1:10: A seconda dello scopo del disegno (impiantistica o piastrelle) cambia la scelta di cosa rappresentare. $g = 5\text{mm}$

Metodo di Monge



Utilizzato per ribaltare P^* sul quadro della rappresentazione

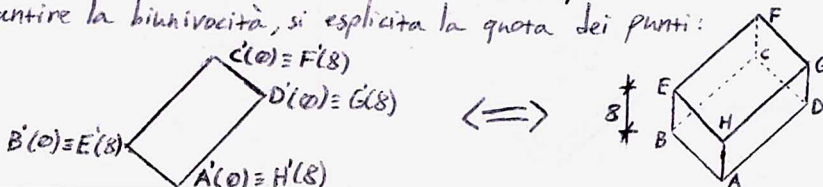


Punto definito dalle immagini

Retta del. da punti di traccia, immagini

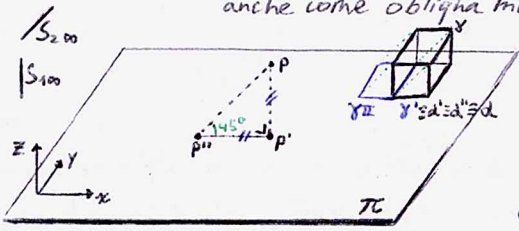
Piano definito dalle tracce

Simili al metodo di Monge sono le proiezioni quotate: sono composte dalla prima immagine mongiana e, per garantire la biunivocità, si esplicita la quota dei punti:



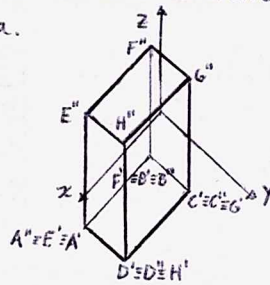
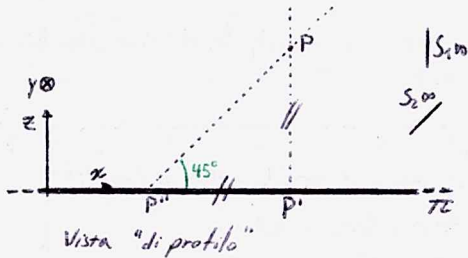
Assonometria: la consideriamo con due centri di proiezione e un quadro di rappresentazione.

Essendo un corso applicativo, impiegheremo principalmente l'assonometria militare isometrica, nota anche come obliqua monometrica o assonometria cavaliera militare isometrica.

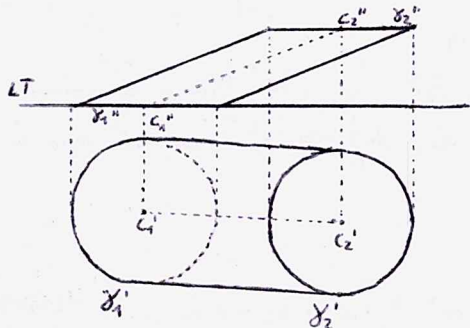


quadro parallelo al piano xy
 la terna triortogonale di riferimento ha il piano xy sul quadro di rappresentazione.
 stessi rapporti di scorcio, grazie al secondo centro di proiezione (inclinato di 45° rispetto al quadro)

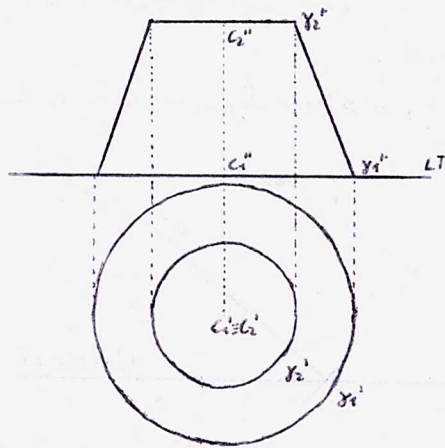
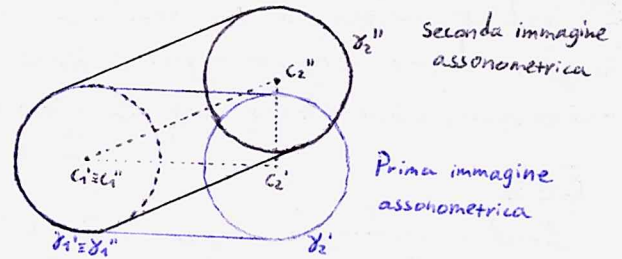
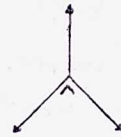
Come è possibile osservare nello schema "di profilo" a fianco, se il centro improprio S_{200} è inclinato di 45° rispetto a π la proiezione dell'altezza non si altera in misura; poiché inoltre il piano xy coincide col quadro π anche le misure della base non sono alterate \Rightarrow le misure reali corrispondono a quelle su carta.



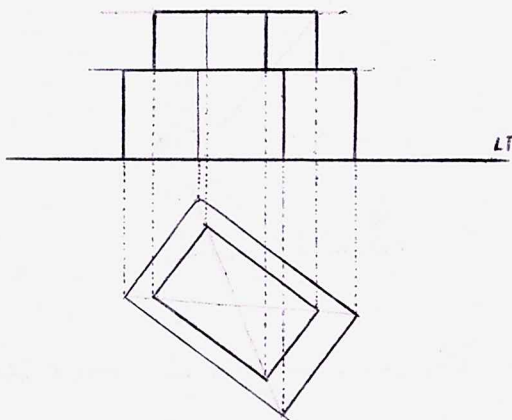
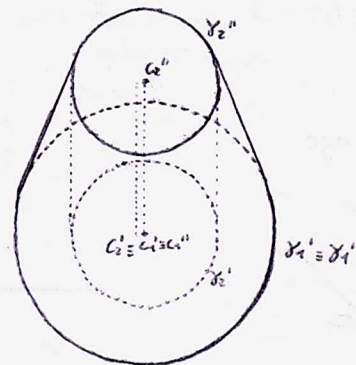
Passaggio da Monge all'Assonometria:



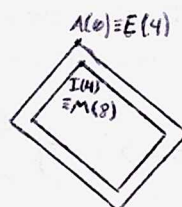
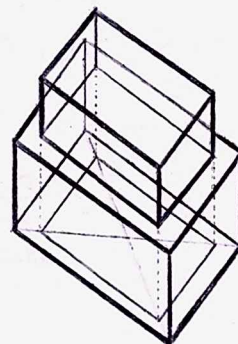
\Leftrightarrow



\Leftrightarrow



\Leftrightarrow



ecc.

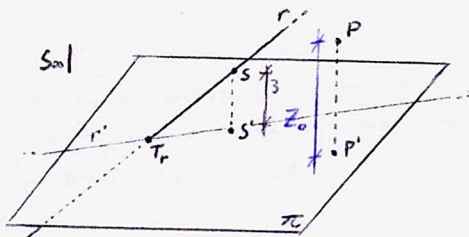
In proiezioni quotate,

Proiezioni Quotate

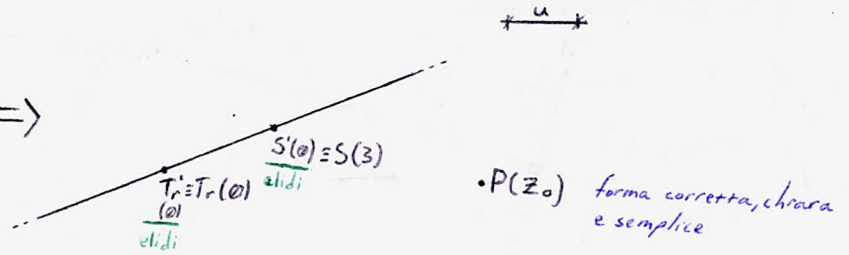
È il terzo metodo della geometria descrittiva; in quanto metodo è fondamentale garantire la biunivocità tra spazio modello e spazio carta.

È composto da un piano di quadro, un centro improprio ad esso ortogonale e un'unità di misura, più propriamente detta unità di quota, che accompagna ogni elemento dello spazio, garantendo la legittimità del metodo.

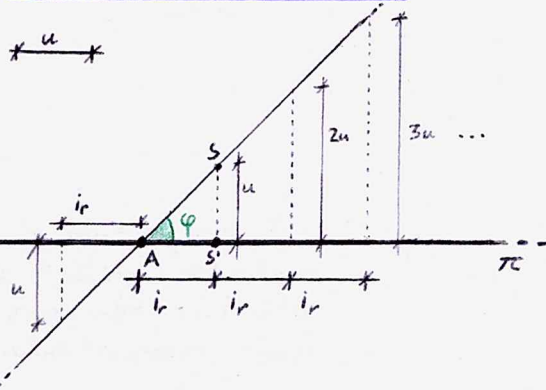
Poiché in proiezioni quotate si ha un'unica immagine, spesso si elide l'apice, convenzionalmente posto sulle immagini degli enti, in modo tale da garantire maggior semplicità e chiarezza.



⟷



Pendenza e Inclinazione



Inclinazione: misurata in gradi, radianti... è pari alla misura dell'angolo φ formato dalla retta r col quadro π

Pendenza: è un numero puro, pari alla tangente trigonometrica dell'angolo φ :

$$p_r = \operatorname{tg} \varphi = \frac{SS'}{AS'} = \frac{u}{i_r} \equiv \frac{1}{i_r}$$

utile per definizione

i è detto **intervallo della graduazione**, è pari alla distanza tra la traccia della retta e la proiezione di un punto di quota unitaria sul quadro.

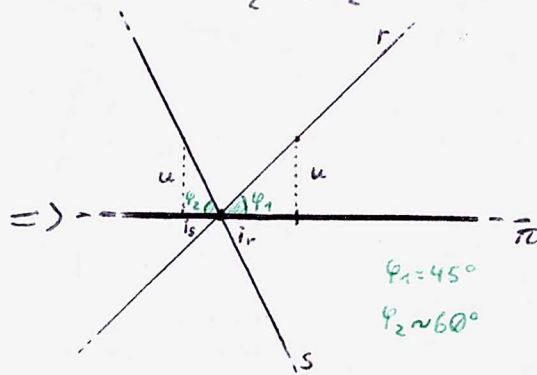
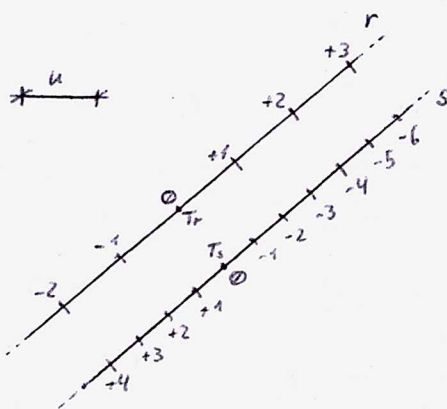
Attraverso la definizione di queste grandezze, essendo l'unità di misura u fissata a priori in ogni esercizio per definizione, una retta può essere identificata dal suo punto di traccia e dall'intervallo di graduazione: a parità di u , al crescere di φ verso 90° in decresce a ∞ e la pendenza va a $+\infty$ [viceversa]

$$\lim_{\varphi \rightarrow 0} i_r = \infty$$

$$\lim_{\varphi \rightarrow 0} p_r = \lim_{\varphi \rightarrow 0} \operatorname{tg} \varphi = 0$$

$$\lim_{\varphi \rightarrow \frac{\pi}{2}} i_r = \lim_{\varphi \rightarrow \frac{\pi}{2}} \frac{1}{\operatorname{tg} \varphi} \approx \frac{1}{\infty} = 0$$

$$\lim_{\varphi \rightarrow \frac{\pi}{2}} p_r = \infty$$

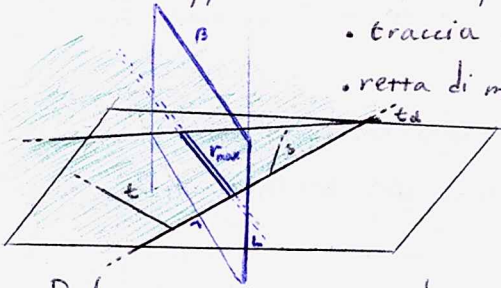


Rette con immagini parallele non sono necessariamente parallele!

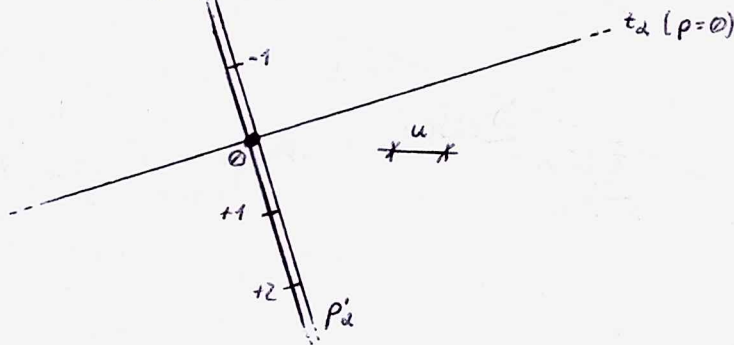
Rappresentazione del Piano Generico

Per la rappresentazione dei piani generici, si sfruttano due rette di particolare importanza:

- traccia del piano (retta orizzontale del piano a quota 0)
- retta di massima pendenza: una delle infinite rette del piano che ha la massima pendenza; si ottiene attraverso l'intersezione del piano con un piano proiettante in prima proiezione ortogonale alla traccia del piano generico.

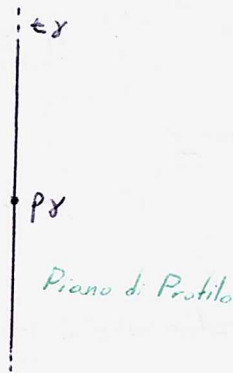
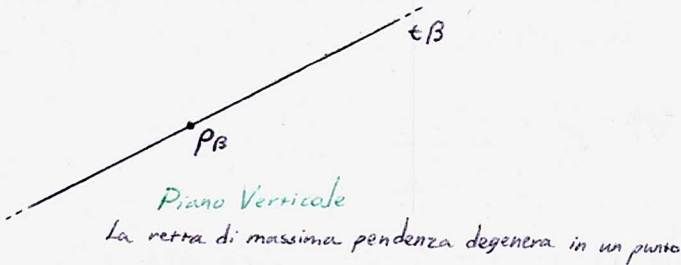
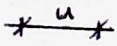


Definite traccia e retta di massima pendenza, il piano è univocamente determinato; la retta di massima pendenza è convenzionalmente rappresentata da una doppia linea, con la pendenza esplicitata tramite l'intervallo della graduazione.

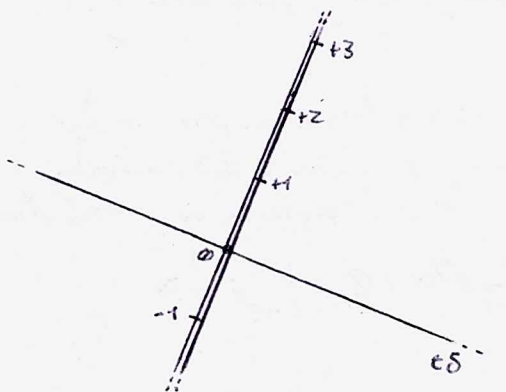


Si osserva che la rappresentazione della retta di massima pendenza definisce l'unica retta ortogonale a t_α che appartiene ad α stesso.

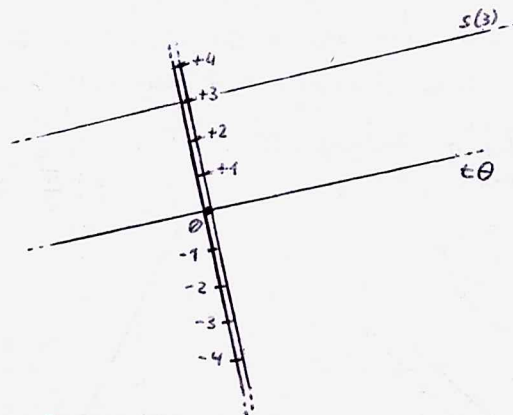
Esempi:



Nei piani verticali; si osserva che l'intervallo della graduazione della retta di massima pendenza è nullo.



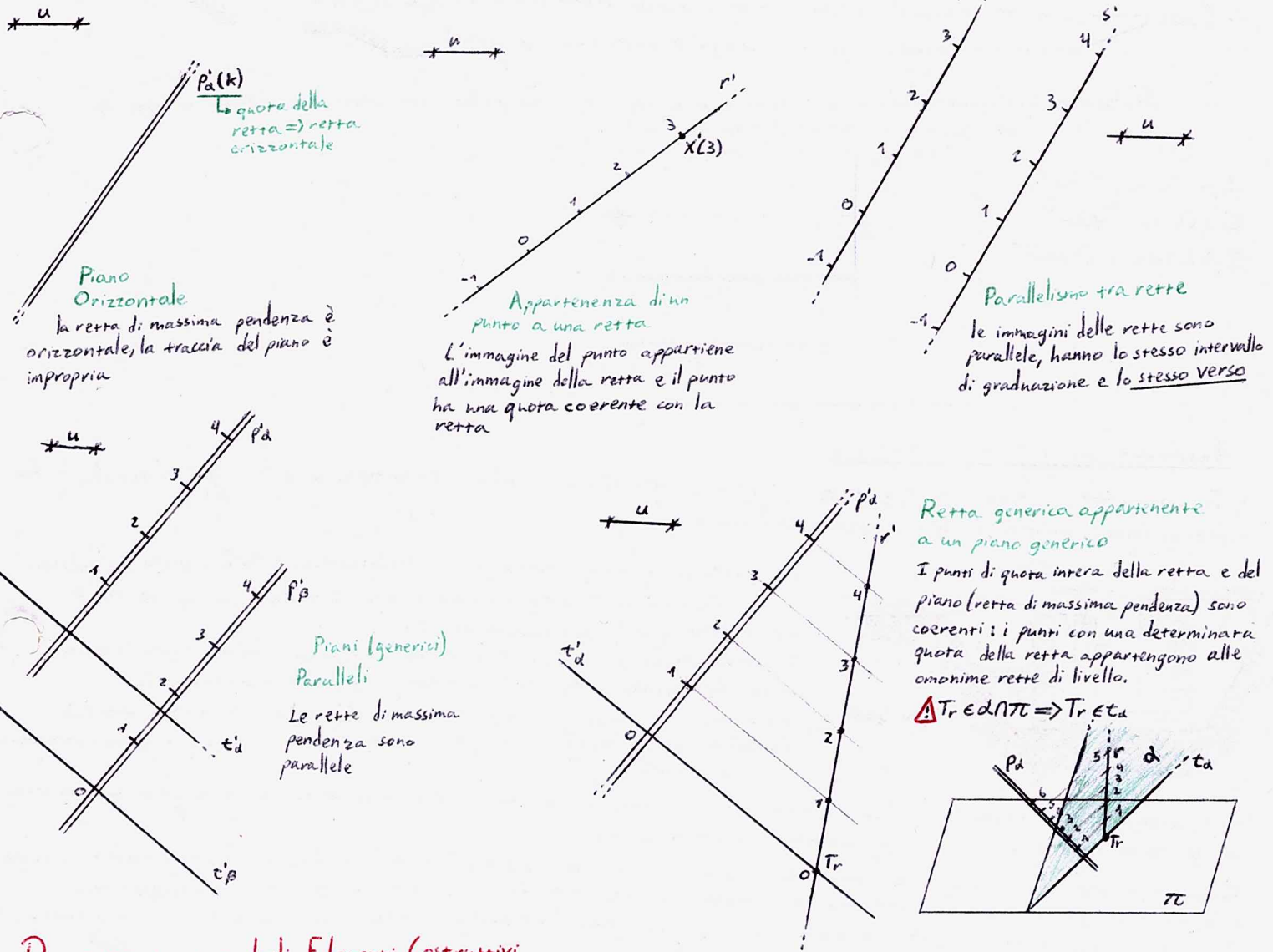
L'intervallo di graduazione è pari alla unità di misura fissata



Retta orizzontale s di data quota(3) appartenente al piano θ

L'immagine della retta è parallela alla traccia, la retta è di quota 3 e interseca la retta di massima pendenza nel punto di quota 3

Se si vuole calcolare la pendenza di una generica retta appartenente al piano, sarà necessario operare un ribaltamento per trovarne l'angolo formato col quadro.



Rappresentazione degli Elementi Costruttivi

Volendo schematizzare un edificio, esso può essere considerato come composto da elementi strutturali, impiantistici, tecnologico-edilizi (tamponature, finestre, massetti, porte, tramezzi interni...).

Elementi Strutturali

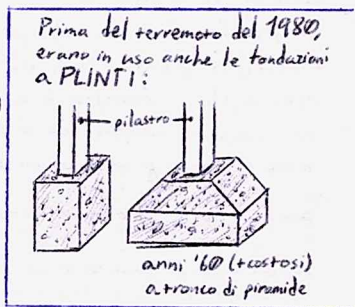
- **Fondazioni**
 - Dirette → l'elemento strutturale trasmette il carico al terreno su cui poggia (a travi rovesce / a platea)
 - Indirette → il carico dell'edificio viene trasmesso a quote più basse del piano su cui poggia (piedi di fondi)
 - Superficiali → si attestano a circa 5-10m dal piano di campagna (piano fondale / di fondazione a 5m)
 - Profonde → quote del piano fondale molto maggiori (può comunque essere una fondazione diretta)

Tratteremo in questo corso la rappresentazione di fondazioni a travi rovesce e a platea

- **Struttura intelaiata**
 - Pilastri (verticale, sezione tipicamente quadrata, se allungato "setto")
 - Travi
 - Emergenti (fuoriescono dal solaio, spesse ~60cm)
 - A spessore (stesso spessore del solaio)



relais schematico



Essendo il corso basato sulla rappresentazione, impiegheremo misure "standard" per edifici residenziali (con carichi accidentali minori) ⇒ solai spessi circa 24 cm, travi emergenti 30x60, a spessore 70-80x24 cm (resist. flessione)

Logicamente, le travi a spessore sono meno resistenti; vengono impiegate per motivi architettonici (ad es. le emergenti sono perimetrali)

- **Orizzontamenti (solai)**
 - Laterocementizi
 - gettati in opera (CLS cementizio in cassaforma)
 - semi-prefabbricati (elementi strutturali prefabbricati ed elementi gettati in opera)
- **Copertura**
 - piana (è un orizzontamento)
 - inclinata ("a falde")

trattiamo laterocementizia

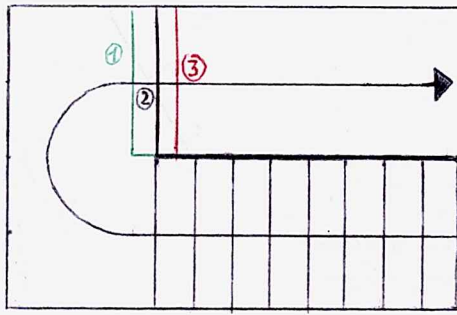
- in opera
- semi-prefabbricata

- Scale — a soletta rampante ("solaietto" sottile o arcuata, in 10 cm, su cui si poggiano i gradini)
- con trave a ginocchio ("ad asse spezzato", vi si ammassano gli scalini)



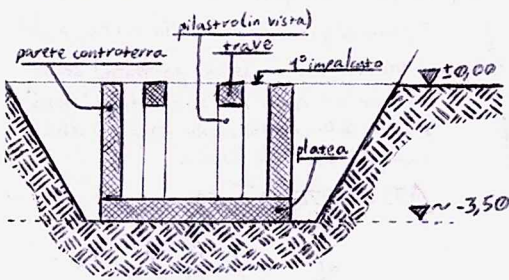
Stalsamento: nel punto di unione di due rampe, viene progettato un non perfetto allineamento tra gli scalini con dimensioni varie o, più raramente, con stalsamento nullo:

- ① stalsamento in AVANTI
- ② stalsamento NULLO
- ③ stalsamento all'INDIETRO



Rappresentazione di Elaborati strutturali

In un progetto, la fondazione è l'ultima cosa da progettare, dopo aver definito l'architettonico e la maglia strutturale; a fini didattici invece inizieremo con una dissertazione a riguardo.



Per quanto possa essere superficiale, una fondazione non è MAI a profondità inferiori ai 3 metri dal piano di campagna: il primo metro di terreno viene considerato di scarse caratteristiche geotecnico-strutturali!

Lo scavo attuato per realizzare la fondazione è sempre più ampio della fondazione stessa; inoltre le zone perimetrali sono inclinate per evitare smottamenti.

In situazioni complesse, ad esempio in prossimità di preesistenze, si realizzano delle PARATIE mediante trivellazioni riempite poi in CLS-A che contengono le spinte e permettono scavi "verticali".

Nello schema, si nota in sezione una parete interamente realizzata in CLS-A: è la cosiddetta parete controterra, che deve resistere alle spinte del terreno ed è isolata esternamente da acqua e calore.

Arrivati alla quota del primo solaio (primo impalcato), si creano i casseri per realizzare pilastri e travi; successivamente si realizza un cassero orizzontale per gettare il solaio, sorretto da puntelli in ferro, anche detti cristi.

Dopo aver messo le armature e gettato il solaio, da esso spuntano i ferri di attesa, cui si attaccano i tendini per i pilastri successivi tramite il filo di ferro (spreco di materiale è meglio di spreco di manodopera!).



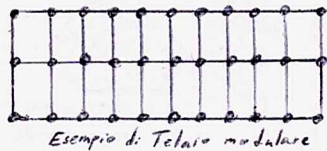
Si armano i pilastri del nuovo livello, si mettono i casseri e si getta, si realizzano travi e solai [...]

Intine si arma la copertura, si realizza un cassero (eventualmente obliquo) e la struttura è completa.

Per quanto riguarda le scale, possono essere realizzate contestualmente ai pilastri o successivamente.

- Scaletta: ① Scavo ② Fondazione ③ Parete Controterra ④ Pilastro fino al 1° impalcato ⑤ travi ⑥ solaio ⑦ ferri di attesa → armatura ⑧ pilastri, travi, solai successivi ⑨ copertura ⑩ Scala

Grazie al Calcestruzzo Armato, è possibile realizzare piante più libere, attraverso la costruzione di telai; per ragioni prettamente economiche si preferisce in genere utilizzare schemi regolari e modulari in pianta, tipicamente a maglia rettangolare: per questo motivo, le piante degli edifici sono tipicamente rettangolari, a L, a C o comunque riconducibili a una composizione di edifici rettangolari; risulta dunque fondamentale semplificare la pianta, rimodularla: un telaio in CLS modulare è rapido da realizzare, economico e semplice da dimensionare (calcoli).



Esempio di Telaio modulare

In pianta, si osserva una struttura semplice, consolidata (nota nel mondo della progettazione), con un comportamento noto; è dunque di rapido progetto, facile da armare, con "pochi" ferri di armatura; la realizzazione è economica e vantaggiosa.

È possibile realizzare maglie irregolari, ma si avrebbero calcoli complessi e un maggior costo.

Le strutture in CLS-A hanno luce generalmente inferiore ai 6 m (dipende da armature, travi...); dunque l'interasse (distanza tra i centri dei pilastri) è tipicamente di massimo 6 m.

È importante esplicitare nelle tavole di progetto i fili fissi: i pilastri sono di forme, direzioni e orientamenti diversi a seconda delle esigenze sismiche/statiche dell'edificio e, dato che sorreggono carichi minori all'aumentare dell'altezza, negli edifici di almeno 6 piani si usa "rastremare" i pilastri (meno materiale, più spazio ⇒ risparmio); bisogna segnare un punto (in pianta, in alzata è una retta) che resta inalterato in tutto lo sviluppo in altezza. Tipicamente, si sceglie uno dei 9 punti indicati in figura. I pilastri perimetrali hanno solitamente fili fissi sul lato esterno, e quelli in corrispondenza di pianerottoli di riposo (non di caposcala) possono essere trattati come pilastri d'angolo.



Per edifici di non grande elevazione, non è conveniente rastremare i pilastri (tempo = \$); bisogna produrre ugualmente una pianta dei fili fissi, specificando inoltre le dimensioni dei pilastri; per motivi architettonici i pilastri solitamente seguono la tamponatura, quelli d'angolo seguono l'orientazione più conveniente per motivi statici.

Posizioni possibili di un filo fisso: quella centrale coincide con l'asse del pilastro.

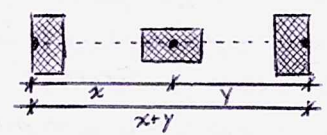
Essendo il corpo scala l'elemento più rigido di un edificio, se in posizione asimmetrica bisogna controbilanciare (ad es. con setti)

La maglia di pilastri può avere scansioni di diversa ampiezza; per motivi progettuali, è importante numerare i pilastri per motivi progettuali e costruttivi: in questo modo è possibile fare rapidamente riferimento agli elementi costruttivi: risultano infatti automaticamente numerate anche le travi (T1-2 tra pilastri 1-2 al I impalcato, 2T1-2 al secondo... T14-19 è un'intera travata).

Le travi interne all'edificio sono solitamente a spessore, ma ciò non sempre verifica i requisiti strutturali. Inoltre, essendo le travi a spessore sensibilmente più larghe di un pilastro, oltre a ridimensionarlo occorre orientarlo in maniera tale da evitare fenomeni di punzonamento:

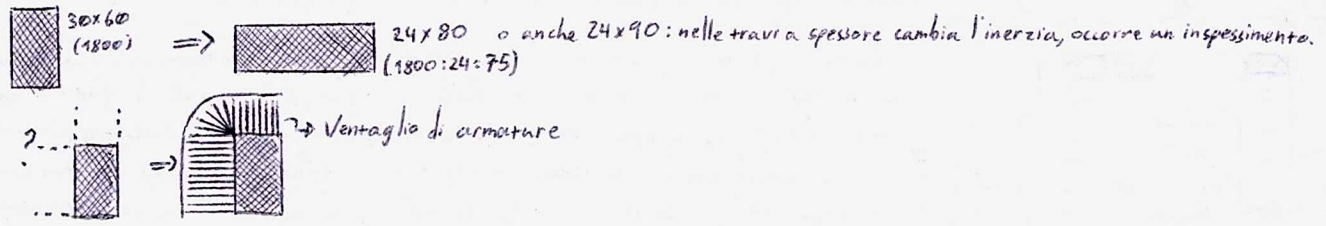


Sui fili fissi bisogna anche considerare un sistema di quote:

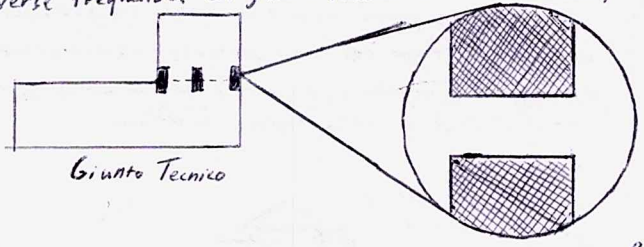


La pianta dei fili fissi è unica per tutta la struttura, si rappresenta col perimetro del fabbricato in vista diretta (balconi inclusi), disegnandovi il sistema di pilastri e scansioni tratteggiate (assi dei fili fissi) tramite le quali indichiamo i fili fissi per ogni pilastro (dopo averne numerato ognuno), per poi quotarli.

Sbalzi (aggetti): Se l'aggetto è piccolo (~1,50m) non occorre necessariamente far proseguire una trave emergente, perciò "si passa" ad una trave a spessore. Punto delicato è l'angolo: spesso si fanno semplicemente uscire le travi, ma se si vuole una attenzione architettonica si tende a usare un ventaglio di armature in calcestruzzo armato

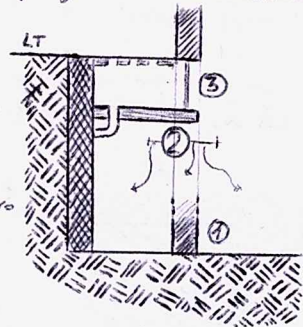
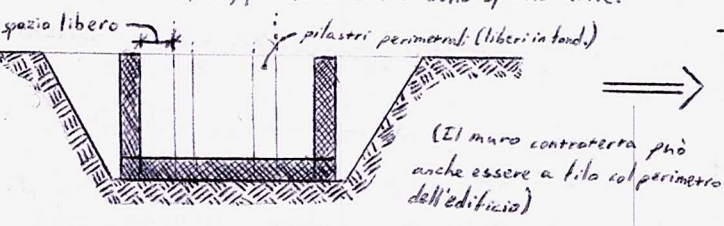


Se gli edifici sono di forma più complessa (L, C...) hanno tendenzialmente un peggior comportamento sismico: si creano torsioni di piano e altri fenomeni; sarebbe necessaria un'intensa distribuzione di setti. Per ovviare a ciò, è più pratico "separare" la struttura, creando un **giunto tecnico**: in prossimità dei nodi "critici", si accostano 2 pilastri a una distanza (di almeno 20cm) determinata in base all'altezza dell'edificio: da ciò dipende l'ampiezza delle oscillazioni dei pilastri, che avendo in molti casi dimensioni diverse hanno anche diverse frequenze. Il giunto tecnico non influisce sul posizionamento di fili fissi, e la fondazione sottostante può essere unica.



Fondazione

Solitamente il piano fondale (piano di fondazione) è più largo degli impalcati successivi: sia per l'angolo di scavo (dipendente dallo angolo di attrito massimo del terreno) che per motivi "normativi": i piani interrati possono derogare dalle distanze imposte dalle norme igienico-sanitarie degli edifici (che impongono distanze tra edifici o con la strada); tali spazi in più possono sia fungere termoisolante (se occorre un deposito asciutto), sia per garantire un'illuminazione naturale anche al livello se interrato o, in definitiva, per un aumento dello spazio utile.

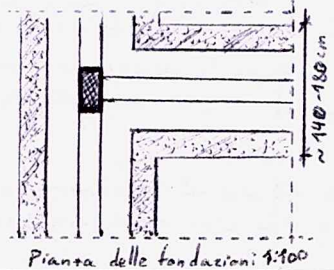
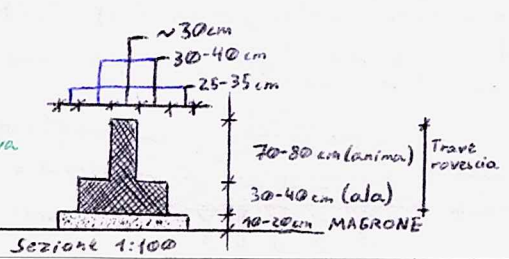


- ①: muratura => vano tecnico (percorribile da manutentori, dunque con aria e luce) per gli impianti e/o isolamento termo-igrometrico con camera d'aria.
- ②: spazio in più (vendibile), utile ad es. per garage
- ③: aperture per luce naturale/aria: bocche di lupo e/o vetrocemento.

Rappresentazione di Travi rovesce

Le travi rovesce di fondazione non poggiano mai direttamente sul terreno (incoerente, umidità...) ma sul **magrone**, un getto di calcestruzzo "magro" (non armato) usato sia in fase di cantiere (base di appoggio) che con funzione costruttiva. La rappresentazione "accademica" del magrone vuole che esso sporga di 25-35 cm dalla trave; ciò è in linea con una vecchia concezione cantieristica (i materiali costavano più della manodopera, dunque si usavano casseri anche per il magrone); oggi invece si preferisce fare un unico getto di calcestruzzo (salvo per fabbricati di piccola dimensione); utilizzeremo la rappresentazione "da manuale".

ricerca@polidoro.org

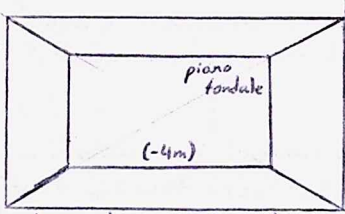


Prima le travi di fondazioni erano in un unico orientamento; per motivi sismici invece ora si realizzano telai anche sul piano fondale.

Osservazione: la pianta delle fondazioni presenta le fondazioni in vista diretta.

Se il magrone è distribuito, non occorre rappresentare la linea interna. ⑦

Spesso bisogna anche produrre una pianta degli scavi:



(0,00m) + quota relativa (senza parentesi) sarebbe quota s.l.m.!!!

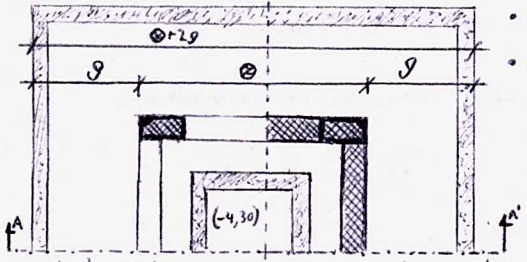
Pianta di fondazione (a travi rovesce)

Oltre la pianta dei fili fissi, è uno degli elaborati strutturali fondamentali: si riportano i pilastri (coi relativi fili fissi) e il telaio di travi in vista diretta. Aggiunte le quote (parziali e totali, anche dei fili fissi), l'elaborato è tipicamente arricchito da almeno ^(due) una sezione e una rappresentazione di dettaglio della sezione della fondazione (1:20 - 1:10) con le dovute quotature.

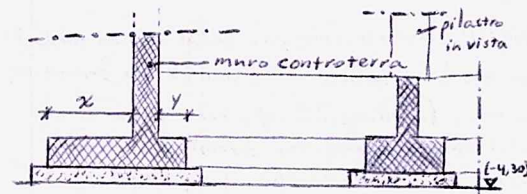
Per ciò che concerne la quotatura, negli edifici di propria realizzazione si usa uno scarto di 5 cm a quota; esse vengono inoltre tipicamente indicate in metri (i telai in CLS superano facilmente i 9,99m); in elaborati architettonici, sebbene preferibile usare i metri, sono ammissibili quotature in centimetri.

Tipicamente, le quote usate sono:

- fili fissi (parziali-totali, se maglia regolare si lasciano esterne)
- sporgenza della fondazione e ingombro totale
- almeno una quota altimetrica (ad esempio, la quota relativa del piano fondale)

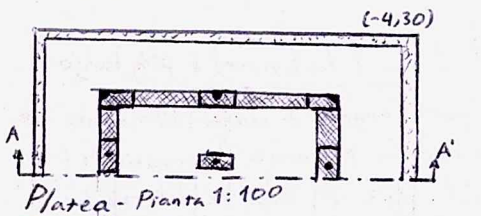


Scala 1:100 - Schematizzazione perimetrale

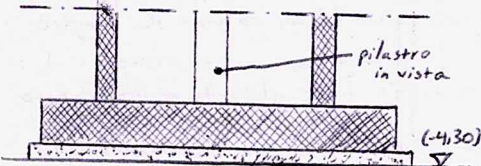


Sezione 1:100

$x \geq 3y$



Platea - Pianta 1:100

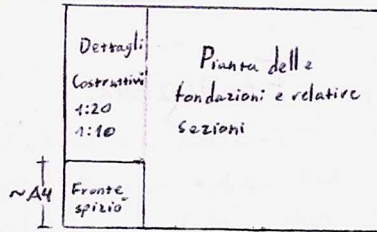


Sezione AA' - 1:100

Come è possibile osservare nello schema a fianco, le travi a T rovescia controterra hanno tipicamente l'ala esterna più grande: in questo modo, il peso proprio del terreno funge da contrappeso alle forze ribaltanti orizzontali che il suolo applica sul muro controterra; tale dimensione, solitamente pari o superiore a 3 volte l'ala "interna", dipende da numerose valutazioni statiche e dalle dimensioni dell'edificio e dei suoi elementi costitutivi.

Ovviamente, non è detto che i pilastri perimetrali siano affogati nel muro controterra come nello schema a sinistra; valgono i discorsi fatti in precedenza.

In generale, un elaborato di fondazioni (tipicamente A1) segue il seguente layout:



Si noti che, in pianta, occorre specificare la posizione dei pilastri affogati nel muro controterra: sono armati diversamente e occorre predisporre i ferri di attesa; per motivi analoghi si predispongono i fili fissi.

Pianta di Carpenteria (solai laterocementizi)

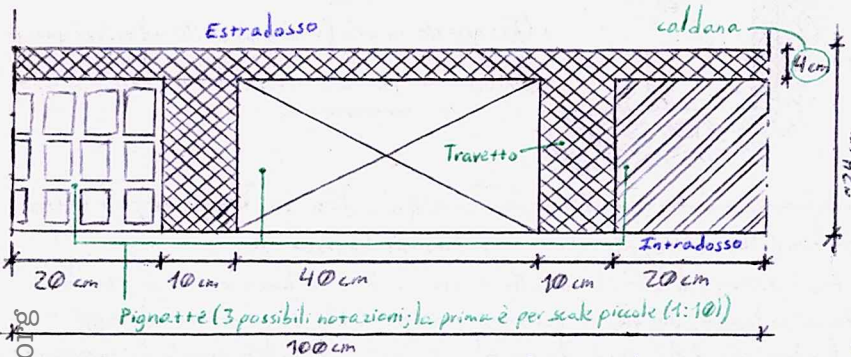


Come detto in precedenza, il solaio è un orizzontamento, un elemento orizzontale che consente la fruizione di un fabbricato; tratteremo i solai più frequentemente usati in ambito edile: i solai laterocementizi gettati in opera / semiprefabbricati.

Dal punto di vista strutturale, un solaio è composto da travetti e da una soletta armata, anche detta caldana.

Come è possibile osservare nello schema di sezione in scala 1:100 a fianco, si osserva che:

- L' altezza strutturale (mancano intonaco, massetto per impianti...) di un solaio di edifici per civili abitazioni (luce $\leq 5m$) è di 24 cm
- I travetti insieme al getto della caldana formano dei profili a T: questo risponde a precisi motivi strutturali.



Pignatte (3 possibili notazioni; la prima è per scale piccole (1:10))

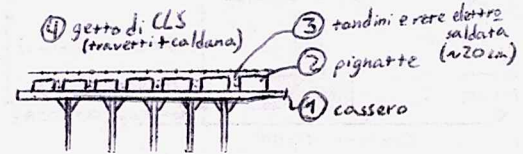
100 cm

Pignatta

"Crea la forma del solaio" (definisce il travetto); assolve anche una funzione di alleggerimento del solaio: un solaio per civili abitazioni non è mai realizzato in CLS pieno, poiché ciò appesantisce la struttura e comporta un maggior uso di materiale (4)

Di recente si è sostituita la pignatta in laterizio con dei panni di polistirolo interi (sono più leggeri e hanno una miglior coibentazione) poiché questi elementi non hanno alcuna funzione strutturale.

Possibile avere solai a strutturale 28 cm \Rightarrow caldana=6, pignatta=22
nei bagni, il solaio è da 20 cm \Rightarrow caldana=4, pignatta=16



riccardo, poliforo, o...

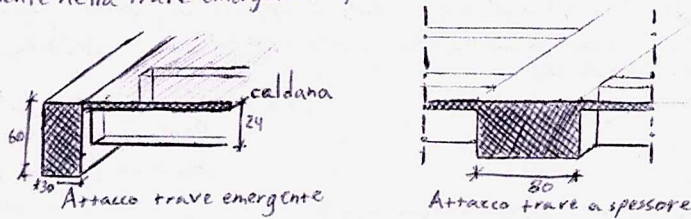
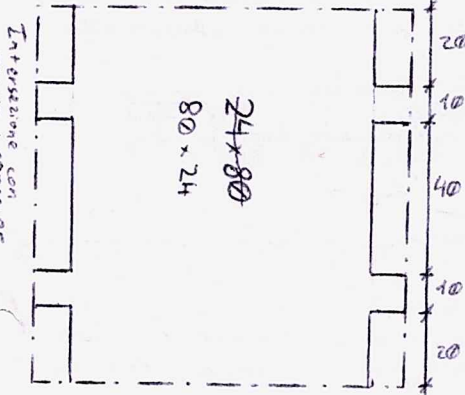
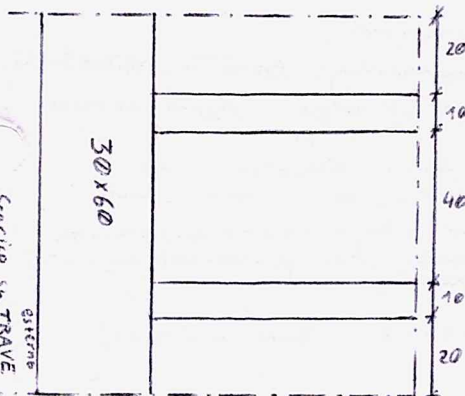
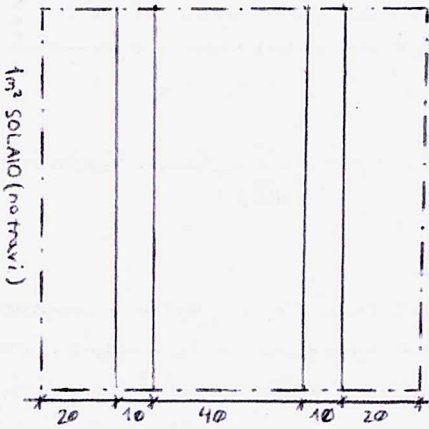
Spesso viene rappresentata la sezione di un solaio per 1m: ciò perché in questo modo si ottiene una porzione di solaio contenente 2 pignatte e 2 travetti; tipicamente per risolvere il carico strutturale di un solaio si utilizza analogamente un'area di 1m².

Rappresentiamo ora dei dettagli in 1m² di parti di una trave pianta di carpenteria:

La rappresentazione, in vista diretta, si effettua evidenziando la distinzione tra pignatte e travetti (come se non esistessero pignatte, in un certo senso).

I carichi accidentali gravanti sui solai vengono scaricati dai travetti sulle travi, le quali scaricano sui pilastri che, scaricando in fondazione, trasmettono il peso a Terra. La distribuzione dei carichi sui travetti avviene tramite la caldana.

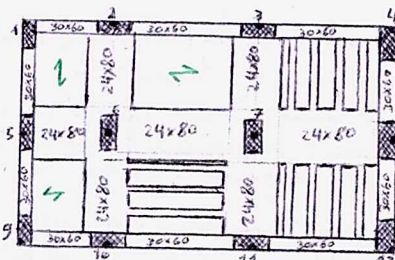
Di seguito uno schema assonometrico delle regioni rappresentate nel secondo e terzo quadro di dettaglio, ovvero nelle intersezioni dei travetti con travi a spessore/di bordo. Si noti la presenza di linea continua nella trave emergente: essa indica un salto di quota, assente nella trave emergente a spessore.



Nelle porzioni di pianta di carpenteria, è possibile osservare la quotatura delle travi: lungo lo sviluppo della trave (per ogni trave) si indicano le dimensioni in sezione della trave (base per altezza), espressa in cm (nella pratica progettuale ciò non crea ambiguità con le quote dei fili fissi, espresse in metri).

Come è noto (detto nella sezione sulle fondazioni), il getto di CLS di un solaio gettato in opera riempie contestualmente travi, travetti e caldana, determinando un oggetto monolitico.

Nell'elaborazione della pianta di carpenteria, occorre sempre rappresentare lo schema di pilastri con i fili fissi. Contrariamente a quanto teorizzato nel metodo di Mange, tale pianta non va ribaltata (tranne nelle norme USA): ciò per non confondere gli operai (che metteranno in opera il solaio dall'alto).



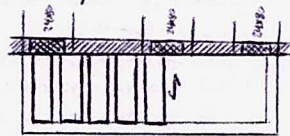
Nella pianta d'esempio a fianco, si nota che sono state usate diverse nomenclature per esplicitare l'orditura (orientamento dei travetti) dei solai delle 6 campate (superfici tra 4 pilastri).

Dall'orditura è facile comprendere quali travi sono più sollecitate da carichi accidentali; alcune travi infatti non svolgono alcuna funzione di

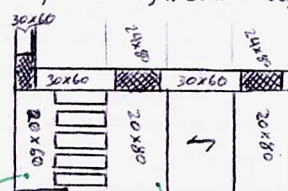
supporto (in questo schema). Nella rappresentazione (e nel progetto) bisogna calcolare attentamente la scansione di pignatte e travetti in modo tale da avere una struttura "simmetrica"; inoltre, si ricorda che è possibile tagliare le pignatte (se gli spazi di risulta sono minimi (v. 5-10cm), nella pratica si riempie il tutto di CLS magro per risparmiare, ma da manuale, è necessario rappresentare TUTTO, dunque si ipotizza che vengano tagliate anche in questo caso) MA NON I TRAVETTI.

Aggetti

Sono dei solai a tutti gli effetti, tendenzialmente sono meno spessi (v. 20cm) per motivi tecnologici: sia per il carico minore cui sono soggetti che per il massetto di pendenza per lo scolo delle acque (è CLS magro); per gli aggetti $\geq 1,50m$ invece è necessario un solaio strutturale con travi. Tipicamente, il solaio degli aggetti è ribassato all'intradosso. Esistono 2 possibili orditure degli aggetti:



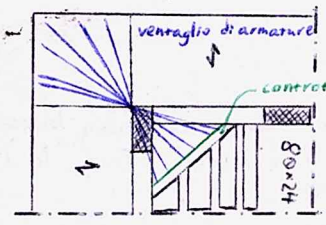
Aggetto $\leq 1,50m$: il solaio non necessita di travi, vi è però un cordolo di circa 20cm armato fuori calcolo (per sicurezza, non strett. necessario); i travetti sono a sbalzo rispetto alle travi.



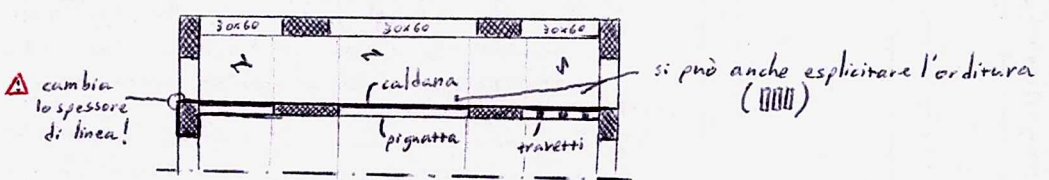
ha solo il carico di 1/2 solaio. resta il cordolo di 20cm a dx, può essere meno larga

Per aggetti maggiori si fanno proseguire le travi, con miscele alterate per le travi emergenti (motivi principalmente architettonici)

Particolare attenzione va data agli oggetti d'angolo: la parte angolare di un edificio è la più sollecitata di un edificio, e un oggetto d'angolo si trova spesso fra due differenti orditure; per questo motivo viene armata l'intera porzione angolare con un ventaglio di armature, le quali si aggrappano ad un controtravetto "ortogonale" al ventaglio; in rappresentazione ciò determina una porzione totalmente bianca (riempimento in CLS):

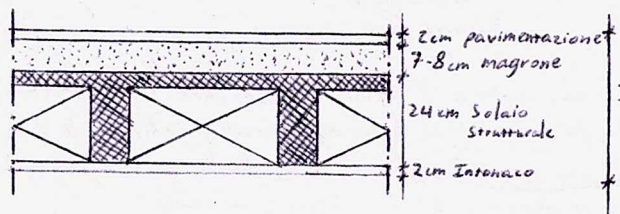


L'elaborato di carpenteria si completa con un dettaglio Mongiano al 10 di una fascia di 1m di solaio (in sezione) e delle sezioni longitudinali e trasversali ribaltate nella pianta stessa:

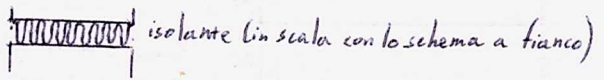


Come è stato anticipato, la pianta di carpenteria ritrae solo il solaio strutturale; un solaio vero e proprio è composto anche dagli altri componenti, arrivando tipicamente a spessori di almeno 36 cm => è importante studiare sempre i dettagli costruttivi nel progetto, in modo tale da rispettare altezza e cubatura dell'edificio (se approssimi a 30cm, ogni 5 piani ci sono 30 cm in più in altezza => ABUSO)

Pavimentazione = piastrelle + colla
 Magrone (cemento leggero non armato): **MASSETTO PORTAIMPIANTI**
 visi "attogano" gli impianti, che poggiano sulla caldaia.

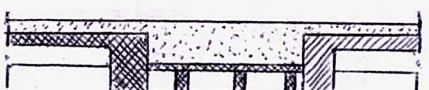
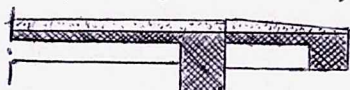
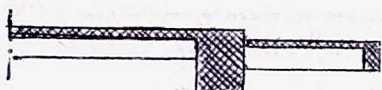


In aggiunta a questo spessore minimo, possono essere presenti anche altri elementi, come i pannelli isolanti (sia nell'intradosso che sopra al massetto portaimpianti; in questo secondo caso bisogna gettare un ulteriore massetto, arrivando anche a spessori di 50cm!)



Come detto in precedenza, i solai strutturali di bagni e oggetti hanno generalmente uno spessore minore: ciò

perché i bagni necessitano di un massetto portaimpianti più grande e gli oggetti hanno un massetto di pendenza; in questo secondo caso, data la non necessità di massetto portaimpianti e isolante, spesso gli oggetti sono allineati all'estradosso del solaio interno (soprattutto per sporgenze $\leq 1,50m$)



Aggetti

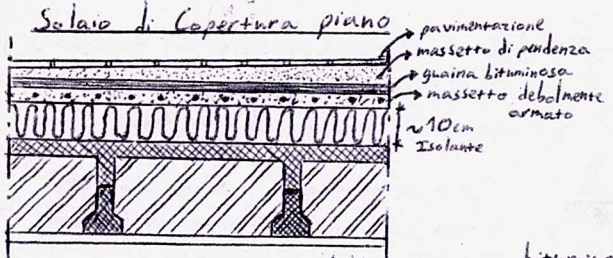
Bagno

Prima di introdurre nel dettaglio le pendenze e i solai di copertura piani, introduciamo i Solai laterocementizi gettati in opera con elementi prefabbricati (Solai laterocementizi semi-prefabbricati).

Questa tipologia di solai sfrutta la prefabbricazione dei soli travetti: vengono realizzati già armati in uno stabilimento, garantendo un'elevata velocità di posa e una maggior resistenza a flessione (sono realizzati in ambiente controllato, con processi meccanizzati); tali travetti possono anche essere usati come piattabande o architravi (difficili da gettare in opera).

Essendo prefabbricati, nella posa in opera si invertono alcune operazioni: prima vengono posizionati i travetti, che reggono le pignatte; viene poi posizionata la rete elettrosaldata (curva la caldaia, permettendo una miglior resistenza a trazione e una miglior dissipazione dei carichi) e infine si getta il CLS per realizzare la soletta armata all'estradosso (queste operazioni possono essere realizzate senza cassaforma, ad eccezione delle zone corrispondenti alle travi).

La forma di un travetto prefabbricato (a T rovescia) massimizza le proprietà strutturali e l'efficienza del materiale; le pignatte inoltre poggiano sulle ali del travetto, permettendo una posa in opera senza cassaforma.



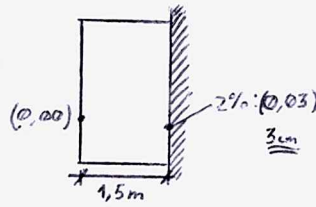
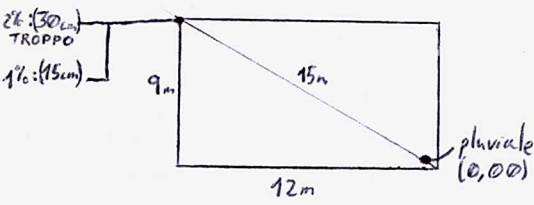
Un solaio di copertura piano non necessita di impianti ma di **ISOLANTI**; al posto del massetto portaimpianti sono presenti pannelli in materiali isolanti termici (polistirolo, polistirene espanso...) di spessore variabile (dai 6 ai 20cm) a seconda del materiale; come protezione viene superiormente posto un massetto debolmente armato (rete elettrosaldata $\Phi 6$ e a maglia di 20cm) per non danneggiare l'isolante con eventuali carichi accidentali (ad es. manutentori), sopra al quale sono installate delle guaine bituminose a doppio strato (saldate: si sciolgono in parte sul massetto tramite fiammatura) sulle quali si getta un massetto in CLS magro, che protegge la guaina (forte dilatazione termica), permette l'installazione di piastrelle e determina la pendenza necessaria allo scarico delle acque (dell'1-2%); in questo modo, le infiltrazioni d'acqua arrivano al massimo fino alla guaina.

Osservazione: i travetti prefabbricati non occupano l'intera altezza delle pignatte (in questo modo si ammorzano meglio)

Alternativa alla guaina bituminosa è la guaina liquida (mapelastix) con rete in fibra di vetro (RFV) di diametro $\Phi 5mm$: questo strato di 2-3mm di guaina non è soggetto a variazioni climatiche, e può dunque essere applicato SOPRA al massetto di pendenza; vi si possono anche applicare le mattonelle.

Circa le pendenze, si preferisce una pendenza di $\approx 1\%$ se l'estensione della copertura è grande (es. solai di copertura di edifici): supponendo di avere una pluviale in un angolo, il percorso più lungo che percorre l'acqua è la diagonale in pianta tra i due angoli opposti (uno dei quali ospita la pluviale): una pendenza del 2% comporterebbe un dislivello eccessivo e, dunque, un forte spreco di materiale.

Al contrario, le piccole coperture (ad es. gli aggetti) necessitano una pendenza maggiore, in modo tale da determinare un più rapido scolo dell'acqua:

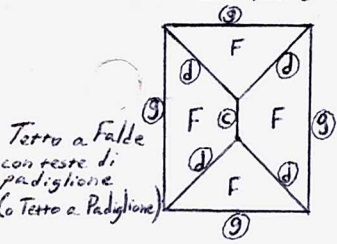


Nei solai semiprefabbricati, l'intonaco allo intradosso può creparsi a causa della diversità dei materiali, che hanno fra loro delle fessure (nel solaio totalmente gettato in opera il CLS liquido occupa tutti gli spazi); per garantire la coesione del rivestimento si impiega la rete RFV usata per l'applicazione in copertura del mapeelastic.

Costruzione Geometrica di Tetti a Falde

La funzione principale di un tetto a falde è l'isolamento dagli agenti atmosferici (vi è isolamento termico unicamente nel caso di sottotetti abitabili).

Strutturalmente, un tetto a falde è composto da solai inclinati (laterocementizi in opera; con sottostuttura in ferro; lignei...), studiati e rimovibili i tetti con falde con la stessa pendenza, ottenuti graficamente col metodo delle bisettrici (sulla I immagine mongiana).



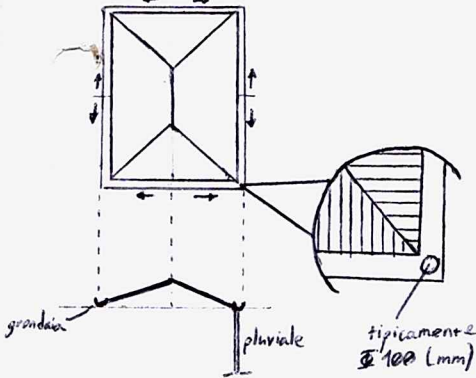
I tetti sono sempre riferiti a delle linee fondamentali (aspriche), tra le quali sono racchiuse porzioni di piano (falde) inclinate:

- linea di gronda: a quota $(0,00)$ rispetto alla posa del tetto, è solitamente una spezzata chiusa orizzontale a quota minima.
- linea di colmo: retta orizzontale che separa due falde; può essere vista come una particolare linea di displuvio.

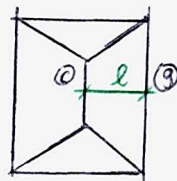
- linea di displuvio: definita dalle intersezioni tra falde con tracce non parallele, sono linee oblique dalle quali defluisce l'acqua. Forma un angolo acuto con le tracce delle falde in prima proiezione.
- linea di impluvio (o compluvio): come una linea di displuvio, ma l'acqua vi confluisce. Forma un angolo ottuso con le tracce delle falde in prima proiezione.

La pendenza tipica di tetti a falde al Meridione è del 30% $\triangle 0,3$

Nella realtà progettuale, dove è presente una linea di gronda si imposta sempre un canale di gronda (grondaia), solitamente metallico, che è sempre inclinato dell' $1-2\%$ verso gli angoli (con "colmo" a metà lato), dove si realizzano le pluviali.



Calcolo di quote di linee di colmo/cuspidi (punti in cui confluiscono almeno 3 linee fondamentali):



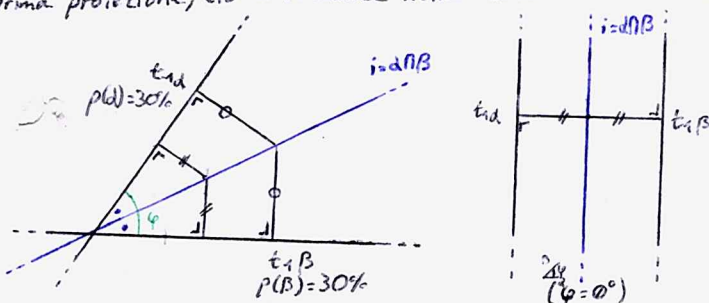
Si calcola la distanza lineare (piana, distanza tra le proiezioni su un piano orizzontale), ortogonale a una linea di gronda (ottenendo "l") e si considera la pendenza della falda:

$$H_{\text{C}} = p \cdot l \quad \text{ad es. } H_{\text{C}} = 30\% \cdot l$$

Metodo delle Bisettrici

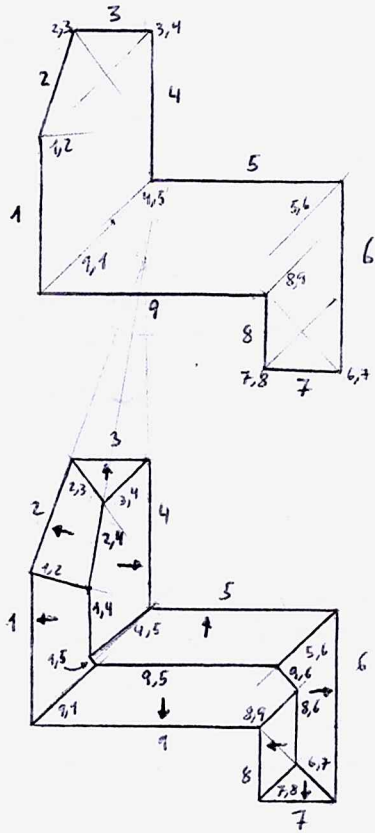
Le intersezioni tra piani aventi la stessa pendenza rispetto ad un piano di riferimento (ad esempio orizzontale) sono sempre rette equidistanti dalle tracce dei piani sul piano di riferimento.

In prima proiezione, ciò si traduce nella retta bisettrice dell'angolo formato dalle tracce dei due piani.



⚠ Il metodo vale SOLO per piani con la stessa pendenza!

Procedimento Grafico: Risoluzione di un tetto a falde di stessa pendenza nota la linea di gronda



- ①: Si numerano le linee di gronda in un senso a piacere (orario-antiorario)
- ②: Per ogni angolo, si traccia A LINEA LEGGERA la sua bisettrice, numerando ogni bisettrice con i numeri delle linee sulle quali interviene
- ③: Iniziando dal punto d'incontro di due bisettrici, si costruiscono le linee di displuvio, impulso e colmo ottenute con il punto suddetto.
- ④: Dal punto d'incontro (cuspidi), si considerano le denominazioni delle due bisettrici secanti: eliminando il numero comune, si ottiene la denominazione della prossima bisettrice e, dunque, il relativo angolo; essa s'interrompe alla prima intersezione con un'altra bisettrice, determinando un'ulteriore cuspidi, per la quale si applica lo stesso ragionamento.
- ⑤ Si risolve il tetto a falde e si tracciano le frecce di flusso dell'acqua, dirette verso la linea di gronda ed ortogonali ad essa.

Dalle frecce suddette (oltre che dalla considerazione sugli angoli) è facile determinare quali linee sono di impulso/displuvio:



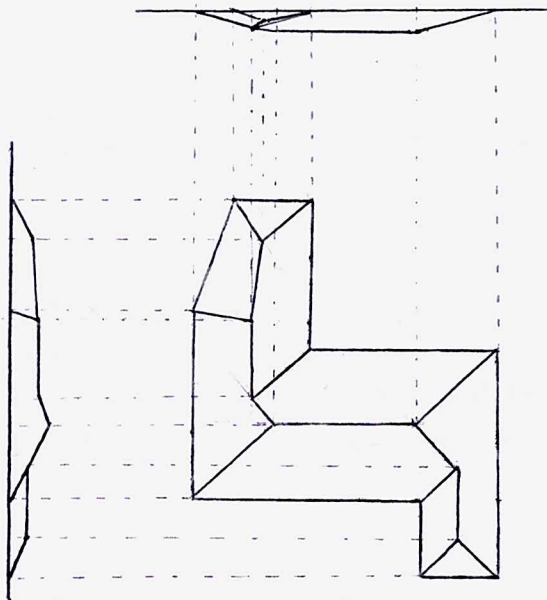
⚠ A mano libera, sbagliare una bisettrice inficia l'intero disegno!

Prospetti

Come detto precedentemente, sono fondamentali le CUSPIDI, di cui si calcola la quota tramite il calcolo di quote spiegato alla pagina precedente.

Per le sezioni si applica lo stesso ragionamento, distinguendo tra parti sezionate/in vista diretta.

È importante denominare (A'-A" etc.) tutte le cuspidi in I e II proiezione.



⚠ Al variare della pendenza Cambia solo il PROSPETTO, non la pianta: il metodo delle bisettrici non dà indicazioni sulla pendenza specifica.

Scale

Sono elementi strutturali di collegamento verticale (lo sviluppo è prevalentemente verticale tra più quote differenti), vengono realizzate contestualmente agli impalcato (primo impalcato \Rightarrow prima rampa etc...).

Nomenclatura

- **Gabbia**: insieme di tutte le strutture [portanti] che individuano lo spazio della scala
- **Anima**: insieme delle strutture portanti eventualmente presenti al centro di una scala
- **Pozzo/Tromba**: vuoto individuato dalla parte interna di sviluppo delle rampe (\Rightarrow anima assente)
Se stretto ($\sim 40\text{cm}$) si dice tromba.
- **Verso di percorrenza**: rappresentato con una spezzata chiusa che indica il percorso al centro della rampa, con una freccia all'estremo superiore della linea, indicante il senso di salita.
Una scala si distingue in destrorsa o sinistrorsa a seconda che la linea di percorrenza si svolga in senso orario od antiorario nei punti di cambiamento di direzione.
- **Zoccolatura**: rivestimento di protezione sviluppato per tutta la lunghezza della scala che ricopre, ad altezza variabile, le pareti della gabbia e dell'anima (h. uomo-ginocchio - $\sim 15\text{cm}$)
- **Gradino d'Invito**: molte scale hanno come primo gradino un elemento più largo, per stile architettonico (deriva dalla tradizione delle scale storiche del '700-'800 nei primi gradini).
- **Ingombro**: proiezione a terra di tutti gli elementi che compongono il vano scala (incluso ascensore e pozzo).
- **Rampa**: contiene i singoli gradini (alzata + pedata), è l'elemento che consente il superamento del dislivello; ogni rampa smonta su [monta da] un pianerottolo.
- **Pianerottolo**:
 - di interpiano/riposo: spezza la salita della scala, cambia il senso di marcia
 - di caposcala/arrivo: servono le case e vi si attaccano le porte \Rightarrow Svolge le due funzioni del pianerottolo di riposo e garantisce l'accesso al piano dell'edificio \Rightarrow è più largo di quello di interpiano.
- **Lunghezza di Interpiano**: è la distanza tra gli ESTRADOSSI; comprende 1 spessore di solaio
- **Altezza libera di piano**: Distanza tra estradosso di un piano e intradosso del piano successivo (h. netta)
- **Ringhiera**: accompagna la salita/discesa attraverso il corrimano, segue la pendenza della rampa e ha dimensioni ergonomiche per un'impugnatura.

In media, il passo umano in piano è di circa 70cm e diminuisce con l'aumento della pendenza: su una rampa (priva di scalini) è di circa 50cm , sulle rampe di scale è di circa 30cm .



Ne segue che le dimensioni tipologiche delle scale presentano pedate intorno ai 30cm ; le dimensioni più comuni

sono:

$\frac{17,5}{\sim 17}$ | $\frac{29,5 \sim 30}{16,5}$ - $30,5$

Con pendenze comprese tra 51% e 66% .

Esistono varie tipologie di scale:

- **Dritte**: non cambia il senso di percorrenza (sviluppo rettilineo)
- **Ad anima**
 - simmetriche: consentono il cambio di percorrenza, spesso a doppia rampa
 - ad asse disimmetrico: 
- **A tenaglia**: da una rampa unica si passa a due rampe (monumentali) 
- **A pozzo**: Possono essere
 - A 2 rampe (con trombino)
 - A più rampe: 2-3 pianerottoli di riposo tra quelli d'arrivo.
- **Elicoidali** (circolari, ellittiche...): hanno uno sviluppo elicoidale.

Dimensioni e Ingombri: Le dimensioni di una rampa dipendono dalla destinazione e d'uso:

- Larghezza di una rampa:
- In un edificio privato è di 60-70 cm (passaggio 1 persona)
 - In un condominio è di 110-120 cm (passaggio di 2 persone)
 - In edifici pubblici/spazi esterni 170-180 cm (3 persone)
~240 cm (4 persone)

Ingombri: Per un asse rettilineo si misura con larghezza x lunghezza della rampa + il pianerottolo di riposo e di caposcala asse spezzato (L): si misura la L della rampa + i pianerottoli.

In un ingombro, va incluso il pezzo o il vano ascensore!

Ogni pianerottolo è un solaio (strutturale); può avere travi e travetti o essere realizzato in un unico elemento in calcestruzzo armato: è di dimensioni contenute e più conveniente di ordire con travetti e pignatte; non essendovi impianti il solaio può avere spessori di circa 20 cm; la profondità di un pianerottolo di riposo è come minimo pari allo spessore della rampa cui afferrisce; quello di arrivo è necessariamente maggiore di quello di riposo, sia per distinzione da quello di riposo che come spazio di disimpegno (è di minimo 150 cm).

Dimensioni minime: 120 cm di spessore di rampa, 20 cm di trombino (casseri), 120 cm di pianerottolo di riposo, 150 cm di pianerottolo di arrivo.

Vano scala: Si compone di 4 pilastri negli angoli, con travi emergenti **NON ALLA STESSA QUOTA**: si trovano alle quote del pianerottolo cui fanno riferimento, dando stabilità ai pilastri e sorreggendo il pianerottolo \Rightarrow sono soggette a carichi torsionali dalle rampe e i carichi accidentali; queste travi sono spesso più armate per resistere ai momenti flettenti.

Strutture: Strutturalmente, le scale in calcestruzzo armato sono in due tipologie:

- [Trave a] Soletta rampante: la struttura portante della rampa è una soletta rampante armata di circa 15 cm di spessore, sulla quale sono "poggiati" i gradini (solitamente in CLS magro); la soletta scarica sui pianerottoli, che scaricano sulle travi e dunque sui pilastri.
- Trave a Ginocchio: l'elemento portante è una trave ad asse spezzato ("a ginocchio") che segue l'andamento della rampa; i gradini sono in CLS-A, legati alla trave a ginocchio con dei ferri a mollo \Rightarrow si creano i gradini con dei casseri dopo la trave a ginocchio, da cui escono i ferri dei gradini, pronti per il getto successivo. I carichi verticali dunque gravano prima sui gradini (e mensole aggrappate alla trave a ginocchio, armata contro la torsione). Si ha 1 trave a ginocchio per ogni rampa.
- A Setto centrale: l'elemento portante è un setto centrale in CLS-A (che può contenere un vano ascensore) da cui escono i ferri di armatura per i gradini (come per le travi a ginocchio); i pianerottoli scaricano sul setto (se largo) o su travi e pilastri ad hoc.
- 2 Setti laterali: per grandi edifici (pubblici)
- A sbalzo: prevalentemente per interni, a sbalzo su un elemento strutturale (muro portante-anima/trave a ginocchio in CLS-A/Acciaio) \Rightarrow i gradini fungono come mensole distinte, non collaboranti (la differenza della trave a ginocchio) \Rightarrow bisogna essere attenti nella progettazione!

Elementi di Completamento

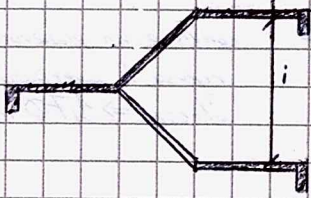
Dopo l'indunnimento della struttura, su una soletta rampante si realizzano gradini o in CLS magro o in laterizi forati modellati in funzione dello spazio, con molta malta per dare una forma precisa (+ tempo, usata se nell'area è difficile impastare il CLS).

La scala si completa con i rivestimenti (marmo, gres... su collante e malta per le imperfezioni), gli intonaci su intradosso e fianchi, la zoccolatura e il corrimano.

\hookrightarrow h \nearrow pulizia

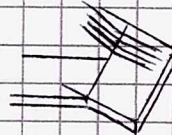
Normative

- Il corrimano deve avere un'altezza dalla pedata di 100-110 cm
- L'altezza libera minima tra la prima pedata e l'intradosso del pianerottolo successivo è di 2 m \Rightarrow
 $\Rightarrow h_{\text{libera}} = \text{minimo } 2 \text{ metri} + 1 \text{ alzata}$
- Formula fondamentale nei calcoli di scale: $2a + p = 64 \text{ cm}$ per edifici per civile abitazione, dà un passo costante e comodo.



È importante conoscere i e l'ingombro per capire le dimensioni di alzata e pedata.

Le rampe si collegano al solaio precedente tramite dei ferri di attesa, già sagomati con la pendenza della rampa.



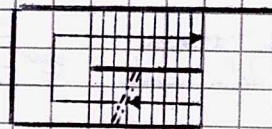
Progettazione

Piante:

- Pianta "terra" (di imposta della scala): ∇ rampe che scendono, si usa un piano di sezione alla quota convenzionale di 1,00-1,20 m; la sezione della scala si rappresenta con una doppia linea di sezione inclinata (inclinazione orientativa). Il vano sottoscala può essere aperto o murato. Per convenzione, non essendoci oltre rampe in vista diretta, si tratteggiano i gradini a quote superiori al piano di sezione.
più spessa della linea a vista!



- Piano intermedio: sotto la sezione si vede lo sviluppo della scala al piano precedente.

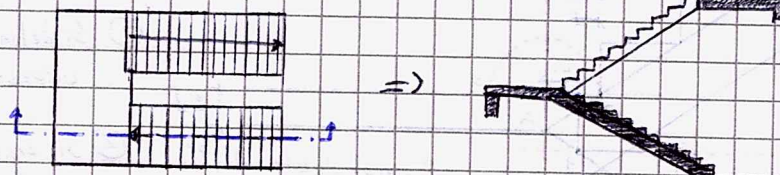


- Ultimo piano: la scala non è sezionata, lo coinvolge solo il vano (il resto è in vista diretta).

In una scala al 50, le pedate vanno NUMERATE

Sezioni:

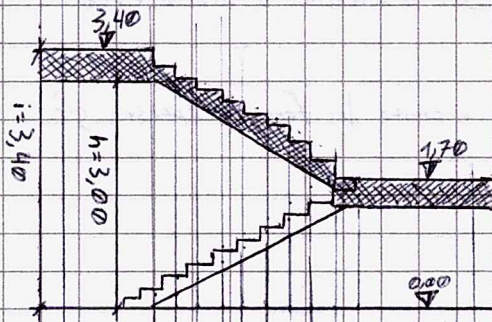
- Longitudinale:



- Trasversale: si vede il gradino in sezione trasversale (distinzione CLS-A o magro)

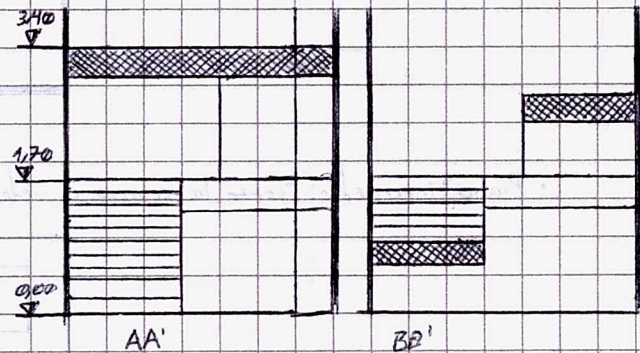
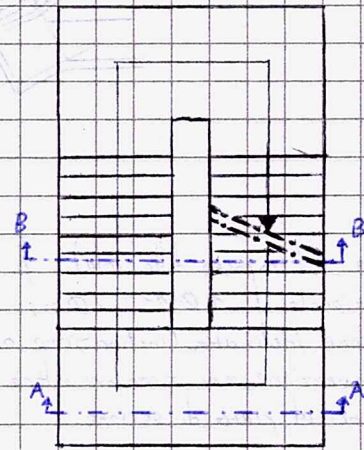
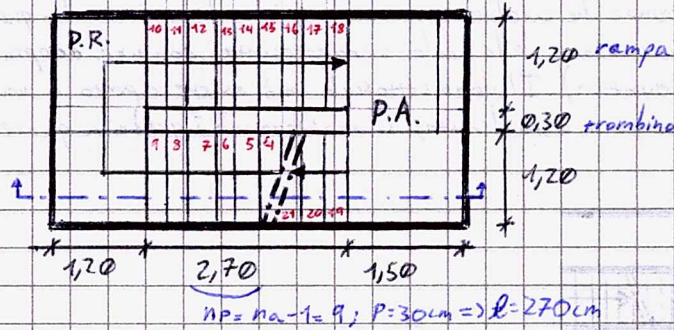
Nel progetto, occorre innanzitutto conoscere l'altezza di interpiano; si cerca poi una misura delle alzate che verifichi la formula risultando in un numero intero per coprire il dislivello; si può ipotizzare una dimensione orientativa di alzate, dividere l'altezza di interpiano per questo numero e ottenere il corrispondente numero di alzate. Se decimale, si divide l'interpiano per il numero intero di alzate prossimo a quello trovato, ottenendo l'effettiva misura delle alzate.

⚠ Numero di pedate in una rampa = numero di alzate - 1: $n_p = n_a - 1$ (utile per il calcolo della lunghezza della rampa)



$i = 3,40$; $a = 17\text{cm} \Rightarrow n_a = \frac{340}{17} = 20$
 \Downarrow
 $p = 30\text{cm}$

conviene un pianerottolo di riposa, lo mettiamo a metà altezza $\Rightarrow 1,70\text{m}$



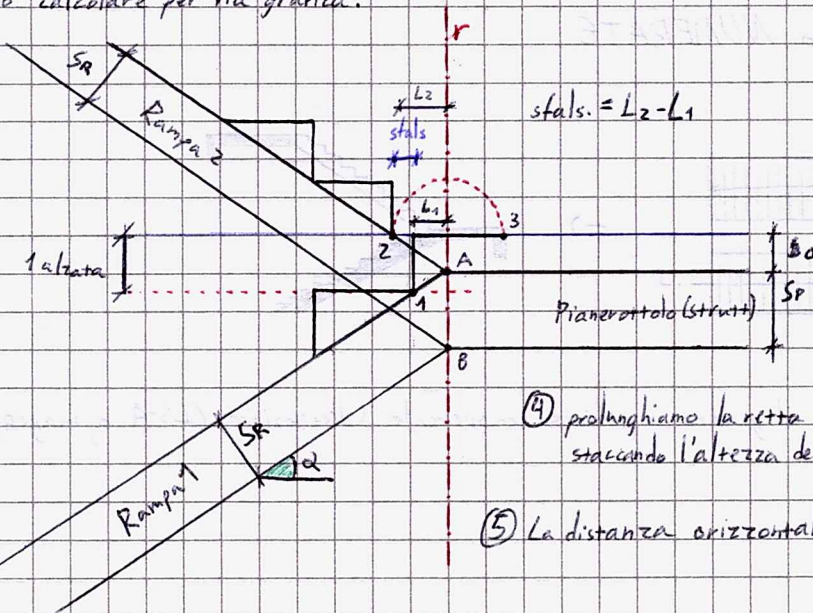
Stalsamento

Si definisce come la distanza tra l'ultima alzata della prima rampa e la prima alzata della seconda rampa.

Progettare lo stalsamento serve a dare continuità al corrimano e dell'intradosso (di rampe e pianerottolo), è utile per motivi di sicurezza e estetici; può essere in avanti/indietro/nulla.

Si può calcolare per via grafica:

pendenza = a/p %



①: Si tracciano le solette delle rampe e del pianerottolo, coi relativi spessori

②: Si definisce d (distanza della soletta dal calpestio, coincide col massetto)

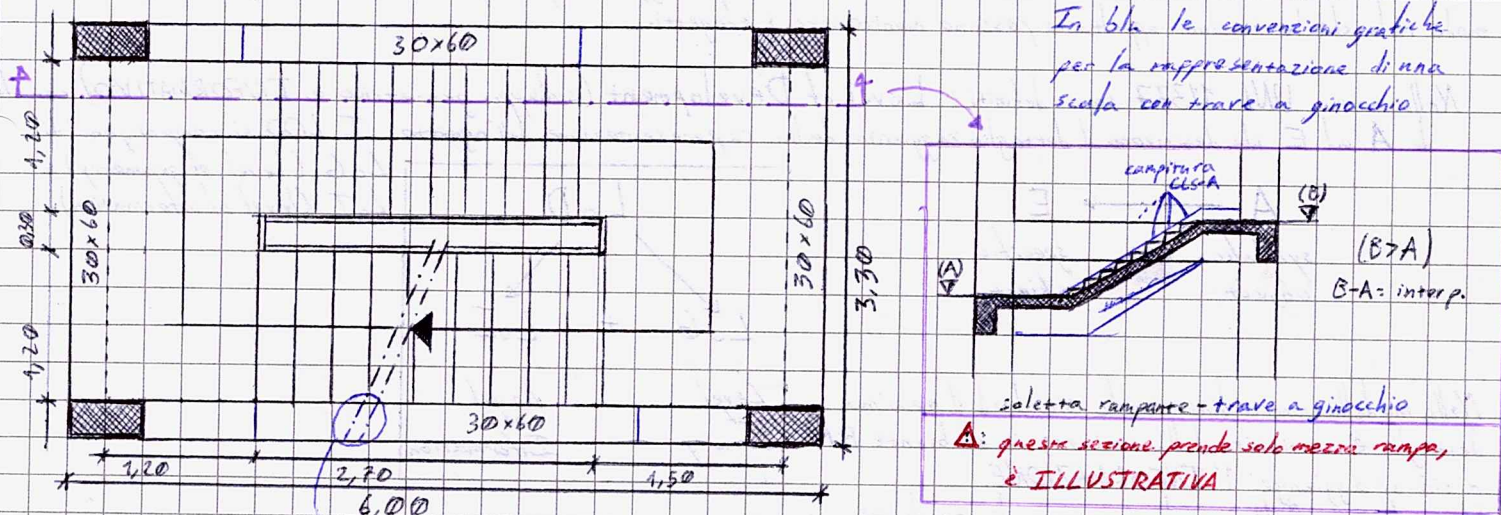
③: Si traccia l'asse dello stalsamento r passante per A e B (intersezioni ^{int} pianerottoli-rampe)

④: prolunghiamo la retta d incontrando il punto 2 (prima alzata) e, staccando l'altezza dell'alzata, otteniamo il punto 1 (ultima pedata)

⑤: La distanza orizzontale tra 2 e 1 definisce lo stalsamento

Altri Accorgimenti:

- Bisogna approssimare la misura di alzate e pedate al millimetro (XX, X cm)
- In sezione occorre inserire le altezze altimetriche **TRA PARENTESI** (quote relative); in pianta servono le quote esterne ed interne (parziali/totali)
- In una scala con trave a ginocchio, si vedrà detta trave in vista diretta (👉); dato che funge anche da giunzione tra i pilastri deve avere almeno le dimensioni di una trave emergente.
- Nel caso di una soletta rampante, si hanno delle regolari travi emergenti alla quota del piano (pianerottolo di arrivo) con la trave emergente "esterna" alla quota del pianerottolo di riposa.
- Il corrimano ha uno spessore di 5 cm all'interno dello spazio del trombino e altezza di almeno 1m
- Nelle piante, come in una carpenteria, bisogna "quotare le travi"



In alternativa si può raffigurare una sezione **NON MONGIANA** che permetta di leggere le dimensioni della trave

Al primo livello, si segue la convenzione tratteggiata come per la scala.

Building Information Modeling

Il Building Information Modeling è una metodologia che, più che alla modellazione 3D, si incentra sull'informaticizzazione (digitalization, diversa dalla digitization, digitalizzazione); oltre a trattare le operazioni booleane sugli elementi 3D per definire delle forme, caratteristiche formali, si occupa di fornire elementi di informazione che valorizzano l'oggetto: vengono forniti valori come la stratigrafia, caratteristiche fisiche, meccaniche, economiche...

La metodologia dunque non si riduce alla forma; la metodologia è diversa e si approssima alla progettazione integrale.

- Digitisation: Digitalizzazione: conversione da formato analogico a digitale di informazioni.
- Digitalisation - Informatizzazione: VALORIZZARE la digitalizzazione migliorando i processi aziendali (dal cantiere alla dimissione).

A differenza della modellazione geometrica, la modellazione BiM si occupa della seconda procedura; essendo una metodologia **NON SI ASSOCIA AD UN SOFTWARE!**

Il BiM è inoltre un sistema di modellazione parametrica: modificando i parametri il modello si modifica automaticamente.

Building Information

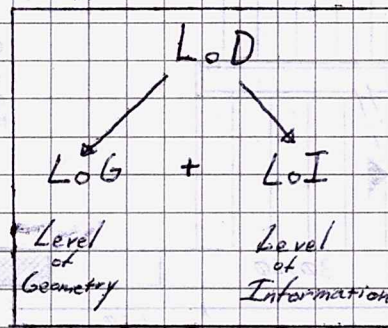
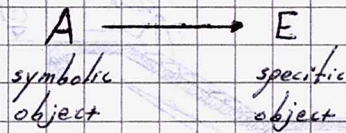
Model - modello, oggetto semplice
modeling - processo, metodologia, informatizzazione del modello da parte delle varie figure professionali
management - condivisione in rete, aggiornamento online da altri tecnici tramite report, gestendo anche il processo edilizio (idea di progetto, rilievo di progetto, lavori, cantiere, costi di progettazione e verifica economica in corso d'opera, consegna, manutenzione, dimissione).

Logicamente la metodologia BIM può essere applicata anche ad edifici ed infrastrutture esistenti, permettendo un rilievo preciso e puntuale.

Il processo di modellazione BIM nasce circa trenta anni fa dall'esigenza nei paesi anglosassoni di un simile processo digitale: ad oggi nel Nord Europa sono normate procedure BIM obbligatorie per le opere pubbliche: tutti possono gestire ed informatizzare il modello.

In Italia l'unica normativa in merito è del 2016 e ha per oggetto opere pubbliche di un certo rilievo economico, in modo tale che le stazioni appaltanti possano monitorare i progetti.

Nella norma UNI 11337 sono definiti i Level of Development (sviluppo geometrico e INFORMATIVO) con classi da A ad E che descrivono il dettaglio raggiunto della rappresentazione dell'oggetto. I LOD si compongono di

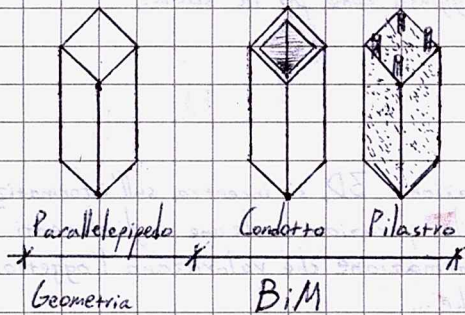


LoG (level of geometry) e LoI (level of information).

Nella modellazione tridimensionale standard il massimo dettaglio è costituito dalla texture; in ambiente BIM a ciò si aggiunge l'INFORMAZIONE.

Un software BIM è inoltre capace di tradurre automaticamente le informazioni 3D in 2D (anche sezioni etc.) e di rappresentarle alle varie scale.

La modifica delle proprietà permette di simulare il comportamento dell'edificio in ambiente digitale.



Fine

Modellazione Digitale Parametrica è BIM

prof. Saverio D'Auria

08/06/2021 - 30L