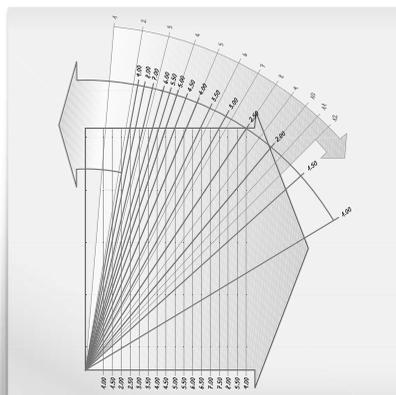


Gianni Michele De Gaetanis

PREDIMENSIONAMENTO STRUTTURALE

ACCIAIO, MURATURA, LEGNO E CEMENTO ARMATO

- Lettura architettonica degli elementi e dell'organismo edilizio
- Lettura strutturale dell'organismo edilizio
- Criteri e metodi del predimensionamento
- Dettagli dal progetto architettonico
- Prospetti e tabelle
- Esempi applicativi: strutture monopiano e multipiano di calcestruzzo, strutture di muratura, strutture d'acciaio



SOFTWARE INCLUSO

Glossario (principali termini tecnico-normativi), **F.A.Q.** (domande e risposte sui principali argomenti),
Test iniziale (verifica della formazione di base), **Test finale** (verifica dei concetti analizzati)



GRAFILL

Gianni Michele De Gaetanis

PREDIMENSIONAMENTO STRUTTURALE

ISBN 13 978-88-8207-789-1

EAN 9 788882 077891

Manuali, 179

Prima edizione, settembre 2015

De Gaetanis, Gianni Michele <1970->

Predimensionamento strutturale : acciaio, muratura, legno e cemento armato / Gianni Michele De Gaetanis. – Palermo : Grafill, 2015.

(Manuali ; 179)

ISBN 978-88-8207-789-1

1. Strutture – Calcolo.

624.17 CDD-22 SBN Pal0282040

CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

Il volume è **disponibile anche in versione eBook** (formato *.pdf) compatibile con **PC, Macintosh, Smartphone, Tablet, eReader**.
Per l'acquisto di eBook e software sono previsti pagamenti con conto corrente postale, bonifico bancario, carta di credito e paypal.
Per i pagamenti con carta di credito e paypal è consentito il download immediato del prodotto acquistato.

Per maggiori informazioni inquadra con uno smartphone o un tablet il codice QR sottostante.



I lettori di codice QR sono disponibili gratuitamente su Play Store, App Store e Market Place.

© **GRAFILL S.r.l.**

Via Principe di Palagonia, 87/91 – 90145 Palermo

Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313

Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail grafill@grafill.it

Finito di stampare nel mese di settembre 2015

presso **Officine Tipografiche Aiello & Provenzano S.r.l.** Via del Cavaliere, 93 – 90011 Bagheria (PA)

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

*L'autore dedica questa pubblicazione
ai suoi cari*

INDICE GENERALE

Prefazione	p.	1
Indice analitico	"	3
Elenco dei simboli	"	5

LETTURA ARCHITETTONICA DEGLI ELEMENTI

E DELLO ORGANISMO EDILIZIO	"	7
Introduzione	"	9
Convenzioni grafiche	"	9
Formati standard	"	9
Linee e loro spessori	"	10
Squadratura, organizzazione dello spazio del foglio e cartiglio	"	13
Zona per il disegno	"	16
Zona per il testo	"	16
Zona per le iscrizioni (cartiglio)	"	17
Frontespizio e formati non standard	"	18
Piegatura	"	20
Campiture	"	20
Scale di rappresentazione	"	22
Colori normati	"	22
Elementi verticali	"	23
Orizzontamenti, solai e coperture	"	24
Scale e rampe	"	24
Scale	"	24
Rampe	"	27
Porte e finestre	"	28
Aperture, fori e incassi	"	30
Riferimenti normativi e bibliografici	"	31

LETTURA STRUTTURALE

DELL'ORGANISMO EDILIZIO	"	33
Introduzione	"	34
Generalità	"	35
Regolarità in pianta	"	35
Regolarità in altezza	"	36
Duttilità	"	36
Tipologie strutturali	"	37
Strutture di calcestruzzo armato	"	38
Strutture di muratura	"	44
Strutture di acciaio	"	47
Strutture di legno	"	50
Riferimenti normativi e bibliografici	"	52

CRITERI E METODI

DEL PREDIMENSIONAMENTO	p.	53
Introduzione: modellazione strutturale e meccanismi resistenti	"	55
Solai	"	57
Tipologie	"	57
Solai di legno	"	58
Solai di ferro	"	58
Solai laterocementizi	"	59
Solai di calcestruzzo armato	"	60
Strutture di calcestruzzo	"	60
Travi	"	60
Tipologie	"	60
Predimensionamento geometrico	"	62
Predimensionamento meccanico	"	63
Pilastrì	"	64
Tipologie	"	64
Predimensionamento geometrico	"	65
Predimensionamento meccanico	"	66
Pareti	"	67
Generalità	"	67
Predimensionamento geometrico	"	67
Predimensionamento meccanico	"	68
Strutture di muratura	"	68
Generalità	"	68
Predimensionamento meccanico	"	69
Strutture di acciaio	"	70
Generalità	"	70
Travi	"	70
Pilastrì	"	70
Strutture di legno	"	71
Generalità	"	71
Travi	"	71
Pilastrì	"	71
Opere di fondazione	"	71
Plinti	"	72
Predimensionamento geometrico	"	72
Predimensionamento meccanico	"	72
Travi rovesce	"	73
Predimensionamento geometrico	"	73
Predimensionamento meccanico	"	73
Riferimenti normativi e bibliografici	"	75

DETTAGLI DAL PROGETTO ARCHITETTONICO:

CENNI	"	77
Introduzione	"	79
Dettagli pre-esecutivo	"	79
Coperture, orizzontamenti e vespai	"	81

Strutture verticali.....	p.	82
Strutture sospese	"	82
Incidenza degli impianti tecnologici	"	82
PROSPETTI E TABELLE	"	85
Introduzione.....	"	87
Solai.....	"	87
Elementi di calcestruzzo armato.....	"	88
Travi	"	88
Pilastrini.....	"	93
Pareti	"	97
Maschi murari	"	98
Strutture di acciaio.....	"	99
Strutture di legno	"	102
Opere di fondazione	"	102
Plinti.....	"	102
Travi rovesce	"	102
ESEMPI APPLICATIVI.....	"	105
Introduzione.....	"	107
Step del pre-dimensionamento	"	107
Livelli	"	108
Fili fissi.....	"	109
Esempio 1: struttura monopiano di calcestruzzo.....	"	110
Esempio 2: struttura multipiano di calcestruzzo	"	133
Esempio 3: struttura di muratura	"	162
Esempio 4: struttura di acciaio	"	179
INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE INCLUSO	"	181
Note sul software incluso.....	"	183
Requisiti hardware e software	"	183
Download del software		
e richiesta della password di attivazione	"	183
Installazione ed attivazione del software	"	183

Il predimensionamento delle strutture è una delle attività di progettazione meno considerate se non, in alcuni casi, del tutto trascurata ed omessa.

Solo pochi decenni fa, prima nell'era del regolo calcolatore e, dopo, in quella della calcolatrice scientifica, i tempi di calcolo erano decisamente più lunghi e il progettista doveva, già in fase di predimensionamento, fare le scelte giuste: il rischio era quello di sprecare tempo inutile in calcoli non adeguati.

Oggi, lo sviluppo dei calcolatori e la versatilità dei programmi di calcolo strutturale consentono, nel giro di poche decine di minuti, la progettazione di strutture e/o la loro modifica senza grandi incombenze procedurali nell'inserimento dei dati di progetto.

Ciò si traduce nel fatto che se una struttura non soddisfa i criteri di norma la si può modificare, negli elementi non idonei, e in poco tempo rifare il calcolo e le nuove verifiche.

Questa possibilità, di fatto, non è esente da errori di concezione strutturale e i software non sono in grado di evidenziarli in modo efficace e del tutto compiuto.

Il predimensionamento, quindi, assume un ruolo fondamentale nelle prime scelte strutturali e soprattutto nel definirle in modo coerente e staticamente adeguato.

Il predimensionamento, facendo riferimento a parametri prettamente geometrici e trascurando alcuni elementi che potrebbero avere un certo peso, in ogni caso, richiede che il progettista abbia adeguate conoscenze di base sulla meccanica strutturale.

È ovvio che, trattandosi di specificare le strutture in prima approssimazione, deve essere chiaro che si tratta di una delle possibili soluzioni strutturali e che non è da escludere che potrebbe essere necessario modificare, in fase di calcolo esecutivo, alcune delle scelte operate nel predimensionamento.

Si può quindi concludere che il predimensionamento, pur richiedendo compiute conoscenze di base sul funzionamento delle strutture e la loro meccanica, è una fase che viene svolta solo tramite un approccio geometrico e richiama molto marginalmente, se non le esclude, le proprietà meccaniche di materiali e terreno di fondazione.

Settembre 2015

A		
Aperture, fori e incassi	p.	30
C		
Campiture	"	20
Cartiglio	"	17
Colori normati	"	22
Convenzioni grafiche	"	9
Coperture	"	81
D		
Dettagli pre-esecutivo	"	79
Duttilità	"	36
E		
Elementi verticali	"	23
F		
Finestre	"	28
Formati standard	"	9
Formati non standard	"	18
Frontespizio	"	18
I		
Incidenza degli impianti tecnologici	"	82
L		
Linee	"	10
M		
Meccanismi resistenti	"	55
Modellazione strutturale	"	55
O		
Opere di fondazione	"	71
Orizzontamenti	"	24
P		
Pareti	"	67
Piegatura	"	20
Pilastrì di acciaio	"	70
Pilastrì di calcestruzzo	"	64
Pilastrì di legno	"	71
Plinti	"	72
Porte	"	28
R		
Rampe	"	27

Regolarità in altezza	p.	36
Regolarità in pianta	"	35

S

Scale di rappresentazione	"	22
Scale	"	24
Solai di calcestruzzo armato	"	60
Solai di ferro	"	58
Solai di legno	"	58
Solai laterocementizi	"	59
Spessori delle linee	"	10
Squadratura	"	13
Strutture di acciaio	"	70
Strutture di calcestruzzo armato	"	60
Strutture di legno	"	71
Strutture di muratura	"	68
Strutture sospese	"	82
Strutture verticali	"	82

T

Tipologie strutturali	"	37
Travi rovesce	"	73
Travi di calcestruzzo	"	60
Travi di acciaio	"	70
Travi di legno	"	71

V

Vespai	"	81
--------------	---	----

Z

Zona per il disegno	"	16
Zona per il testo	"	16
Zona per le iscrizioni	"	17

Φ	Coefficiente di riduzione della resistenza di una muratura
γ_d	Peso specifico di progetto di una muratura
φ	Fattore di aumento delle murature
λ	Snellezza di una muratura
σ_c	Tensione di compressione nel calcestruzzo
ξ	Fattore di fondazione
A	Area trasversale di un maschio murario
B	<ul style="list-style-type: none">• Dimensione di base di una trave a spessore di calcestruzzo• Dimensione di base di una trave di legno
b	Dimensione di base di una trave scalata di calcestruzzo
b_c	Dimensione di base di un pilastro di calcestruzzo
B_p	Dimensione di base di un plinto di calcestruzzo
b_p	Dimensione di base di una parete di calcestruzzo
D_f	Dimensione trasversale minima della base dell'opera di fondazione
D_p	Dimensione di un elemento strutturale (suscettibile di essere calcolata in relazione a valori specifici della grandezza ℓ)
f_{cd}	Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
f_{ck}	Resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo
f_d	Resistenza di calcolo a compressione di una muratura
H	<ul style="list-style-type: none">• Altezza di una trave di calcestruzzo• Altezza di una trave di legno
h	Altezza di un maschio murario
h_c	Dimensione dell'altezza di un pilastro di calcestruzzo
h_{li}	Altezza di interpiano di una parete di calcestruzzo
H_{pf}	Profondità media dall'opera di fondazione rispetto al piano campagna
H_S	Altezza totale di un solaio
L	<ul style="list-style-type: none">• Luce di un elemento strutturale• Campata di un solaio Luce di una trave
L_{\perp}	Luce di un elemento strutturale misurata in direzione perpendicolare a L

PREDIMENSIONAMENTO STRUTTURALE

l	Lunghezza di un maschio murario
ℓ	Generica lunghezza di un elemento strutturale (susceptibile di assumere valori specifici in relazione al calcolo di una specifica dimensione)
L_p	Dimensione in lunghezza di un plinto di calcestruzzo
l_p	Lunghezza di una parete di calcestruzzo
L_{tot}	Lunghezza totale di un elemento strutturale
L_x	Dimensione dell'area di influenza di un pilastro lungo la direzione X
L_y	Dimensione dell'area di influenza di un pilastro lungo la direzione Y
m	Momento adimensionalizzato
M	Momento flettente
n	Identificativo di un livello
N_d	Azione normale di progetto
n_t	Numero totale di livelli di una struttura
Q	Carico (di progetto) uniformemente distribuito per unità di lunghezza
q_d	Carico di progetto uniformemente distribuito per unità di superficie
R_d	Resistenza di progetto di un terreno
S	Spessore della soletta di un solaio
s	Spessore di un maschio murario
S_{min}	<ul style="list-style-type: none">• Spessore minimo di un maschio murario• Distanza fra il bordo di un pilastro e il bordo dell'opera di fondazione

**LETTURA ARCHITETTONICA
DEGLI ELEMENTI
E DELL'ORGANISMO EDILIZIO**

La lettura di un progetto, sia in termini di elementi singoli o complessi, sia in termini globali, non può non passare dalle convenzioni grafiche e dalle tecniche di rappresentazione standardizzate.

Nella pratica professionale si riscontrano numerose anomalie nelle tecniche di rappresentazione e, in alcuni casi, gli enti locali, quali comuni e/o provincie, complicano la situazione imponendo standard grafici non codificati.

L'esempio più semplice è legato alle tavolozze colori: spesso si ricorre allo standard Pantone. Tale standard, riferibile all'azienda privata americana omonima, è costituito da una categorizzazione dei colori funzionalmente alla stampa in quadricromia.

Il codice pantone, benché creato da un'azienda privata, attualmente è riconosciuto a livello internazionale ma, nonostante ciò, non vi è alcuna legge tecnica Stato Italiano che ne faccia riferimento o menzione.

Contrariamente, invece, l'UNI ha codificato una tavolozza di colori secondo il metodo Munsell (oggi utilizzato anche nello standard Pantone), codificando i colori attraverso gli attributi di tinta, chiarezza e saturazione.

Quindi, in generale, vista l'esigenza di interpretare correttamente quanto rappresentato graficamente, è necessario fare riferimento alle convenzioni grafiche che l'attuale assetto tecnico pone alla base dello standard nel campo dell'edilizia.

In tal senso, quindi, è necessario introdurre alcuni dei concetti che sono alla base delle convenzioni grafiche.

Un progetto, qualunque esso sia e qualsiasi ne sia il modo per produrlo, disegnato a mano o con software, deve essere stampato su un supporto cartaceo.

I formati da utilizzare per le stampe sono diversi e sono standardizzati attraverso la UNI 936.

I formati standard utilizzati per la produzione di progetti sono multipli e sottomultipli del formato A0: il formato A0 corrisponde ad una superficie di 1 m² [1].

In particolare i formati della serie A, quelli utilizzati per la riproduzione dei progetti, sono [1]:

Formati serie A [1]		
Formato	Dimensioni (mm x mm)	Sup (m²)
A0	841 x 1189	1.00
A1	594 x 841	0.50
A2	420 x 594	0.25
A3	297 x 420	0.125
A4	210 x 297	0.0625
A5	148 x 210	0.03125

Convenzioni grafiche

Formati standard

Ogni formato presenta [1]:

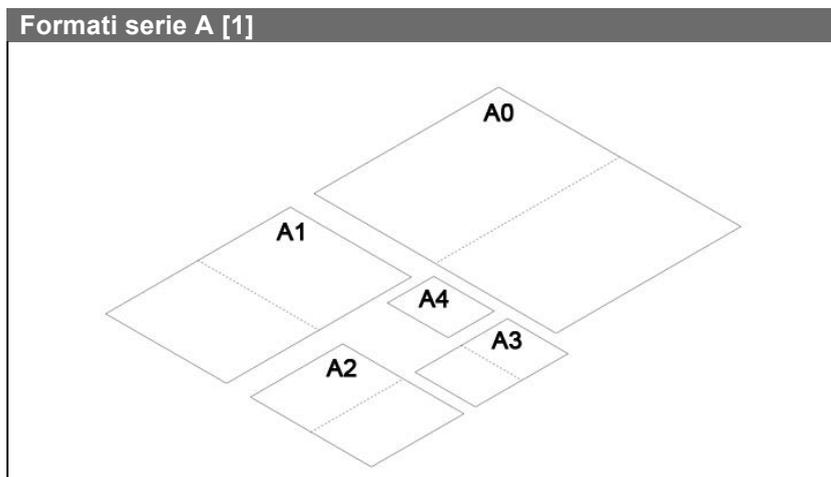
- un rapporto fra il lato maggiore e quello minore pari a $\sqrt{2}$;
- un'area pari alla metà del formato precedente, ossia $S_{A_n} = S_{A_{n-1}}/2$ (eccezion fatta per il formato A0);
- una dimensione pari alla dimensione del formato precedente e l'altra pari alla metà.

La serie A presenta formati allungati: i formati sono tali che una volta piegato il foglio (Cfr. in seguito) si hanno le dimensioni del formato A4.

Tecnicamente sono riscontrabili altri due formati, la serie B e C [1]:

- la serie B e l'A3 sono utilizzati per i giornali;
- la serie C definisce i formati per la buste dei formati A4.

Ogni formato, ad eccezione del formato A0, si presenta quale la metà del formato precedente in termini di superficie: una dimensione risulta la metà del formato precedente mentre l'altra dimensione è uguale [1]:



Spesso i tecnici utilizzano supporti fuori formato: si tratta di fogli multipli del formato A4 piegati in modo che l'intero elaborato sia di dimensioni A4.

La piegatura è fatta in modo tale che sia sempre visibile il frontespizio o il cartiglio (Cfr. in seguito).

Linee e loro spessori

La rappresentazione grafica, banalmente, deve esser fatta attraverso figure geometriche. Se da un lato è vero che attualmente si possono riprodurre anche elementi raster, dall'altro la rappresentazione geometrica di qualunque elemento è fatta con linee, circonferenze, coniche, ecc..

Una linea, ossia il segno grafico tracciato tra due punti su una superficie, è caratterizzata da due elementi: il tipo di linea o lo spessore della linea. Le caratteristiche delle linee sono codificate in una norma internazionale recepita in Italia attraverso una UNI ISO. I tipi di linea sono codificati numericamente e precisamente [2]:

Tipi di linea [2]			
Id.	Tratto	Linea	Applicazione tipica
01.1		continua fine	.1 limiti di materiali differenti in vista, in taglio ed in sezione
			.2 tratteggi
			.3 diagonali per l'indicazione di aperture, di fori e di rinforzi
			.4 linee con frecce sulle scale, rampe e superfici in pendenza
			.5 linee di griglia modulare, primo livello
			.6 assi corti
			.7 linee di estensione
			.8 linee di riferimento e loro estremità
			.9 linee di richiamo
			.10 linee di livello sui disegni di paesaggi
			.11 contorni in vista di parti di una vista
			.12 rappresentazione semplificata di porte, finestre, scale, accessori, ecc.
			.13 identificazione di dettagli
		continua fine con zig-zag	.14 limiti di viste, tagli e sezioni, parziali o interrotte
01.2		continua grossa	.1 contorni o spigoli in vista di parti in sezione e in taglio quando si utilizzano i tratteggi
			.2 limiti di materiali differenti, in vista, in sezione e in taglio
			.3 contorni in vista di parti di una vista
			.4 rappresentazione semplificata di porte, finestre, scale, accessori, ecc.
			.5 linee di griglia modulare, secondo livello
			.6 linee con frecce per contrassegnare viste, sezioni, tagli
			.7 linee di livello proposte sui disegni di paesaggi

continua

PREDIMENSIONAMENTO STRUTTURALE

01.3		continua extra- grossa	<p>.1 contorni in vista di parti rappresentate in sezione ed in taglio quando non si utilizzano dei tratteggi</p> <p>.2 barre di armatura</p> <p>.3 linee di importanza particolare</p>
02.1		a tratti fine	<p>.1 linee di livello sui disegni di paesaggi</p> <p>.2 suddivisione di piantagioni /prati</p> <p>.3 contorni nascosti</p>
02.2		a tratti grossa	<p>.1 contorni nascosti</p>
02.3		a tratti extra- grossa	<p>.1 barre di armatura nella posizione inferiore in pianta e nella posizione frontale da lontano in alzato, quando le posizioni inferiori e superiori, come pure le posizioni frontali vicine e lontane, figurano sullo stesso schema grafico</p>
04.1		mista fine a punto e tratto	<p>.1 tracce di piani di taglio</p> <p>.2 assi di simmetria</p> <p>.3 tracce di piani di simmetria (identificati alle estremità da due tratti fini corti paralleli tracciati ad angolo retto)</p> <p>.4 identificazione di particolari ingranditi</p> <p>.5 linee di riferimento</p> <p>.6 limiti di viste, tagli e sezioni parziali o interrotte</p>
04.2		mista grosse a punto e tratto lungo	<p>.1 tracce di piani di taglio</p> <p>.2 contorni in vista di parti situate davanti al piano di taglio</p>
04.3		mista extra- grosse a punto e tratto lungo	<p>.1 linee intermedie per la dislocazione e linee di riferimento arbitrarie</p> <p>.2 indicazione di linee o di superfici a cui si applicano particolari requisiti</p> <p>.3 limiti per i contratti, tappe, zone, ecc.</p>
05.1		mista fine a due punti e tratto lungo	<p>.1 posizioni intermedie ed estreme di parti mobili</p> <p>.2 assi o luoghi baricentrici</p> <p>.3 contorni di parti vicine</p>

continua

05.2		mista grossa a due punti e tratto lungo	.1 contorni di parti nascoste situate davanti al piano di taglio
05.3		mista extra-grossa a due punti e tratto lungo	.1 barre di armature e rinforzi di calcestruzzo precompresso
07.1		punteggiata fine	.1 contorni di parti non comprese nel progetto

Relativamente allo spessore, si considerano tre spessori, ossia fine, grosso ed extra-grosso ed i rapporti fra gli spessori di tali linee sono 1:2:4 [2].

Lo spessore di una linea deve essere scelto in funzione della scala del disegno e/o della tecnica di riproduzione [2].

Per la scrittura e la rappresentazione dei segni grafici si utilizza una "groschezza della linea speciale", ossia uno spessore speciale della linea: tale spessore è intermedio tra la linea fine e la linea grossa [2].

Lo spessore delle linee fine, grossa e extra-grossa, in millimetri, è definita attraverso specifici gruppi [2]:

Spessori linee [2]				
Gruppo di linee	Linea fine (mm)	Linea grossa (mm)	Linea extra-grossa (mm)	Groschezza della linea speciale (mm)
0,25	0.13	0.25	0.50	0.18
0,35	0.18	0.35	0.70	0.25
0,5	0.25	0.50	1.00	0.35
0,7	0.35	0.70	1.40	0.50
1	0.50	1.00	2.00	0.70

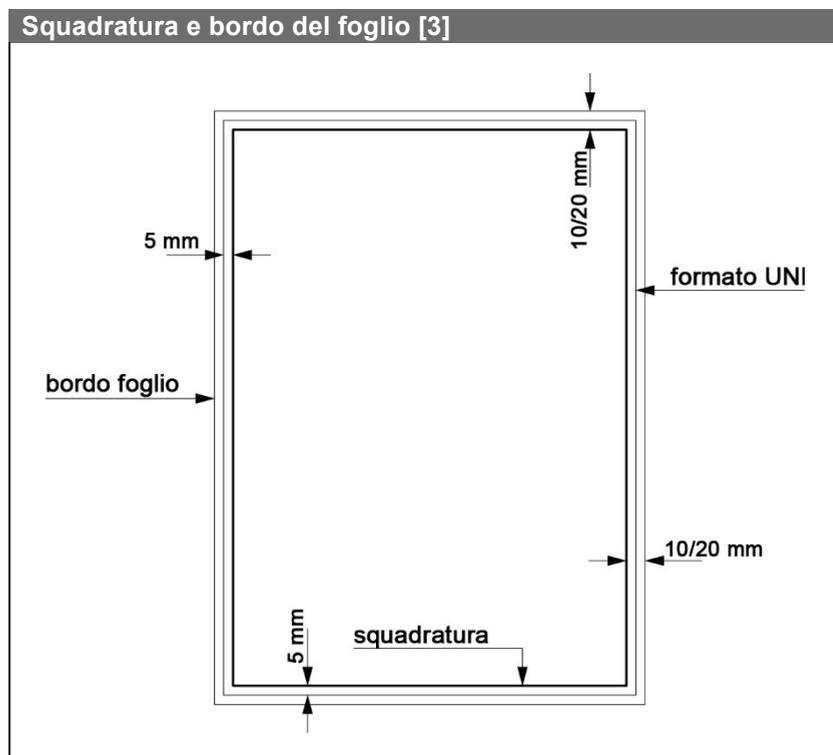
La squadratura costituisce il limite entro il quale è posto il disegno, il cartiglio e le altre informazioni grafiche.

La squadratura si presenta con specifiche caratteristiche: il formato, ossia A0, A1, ecc., è identificato attraverso una linea grossa continua del gruppo di linee 0,5 [3].

Lo spessore della linea costituente la squadratura deve essere 0.50 (almeno) [3].

Squadratura, organizzazione dello spazio del foglio e cartiglio

Il foglio risulta di dimensioni maggiori della squadratura ed il bordo dello stesso dista dalla squadratura dai 10 mm ai 20 mm: in particolare per i formati A0 e A1, e relativi multipli, si considera una distanza dalla squadratura di 20 mm mentre per gli altri formati, e relativi multipli, si considera una distanza di 10 mm [3].



Se è prevista una perforazione del foglio sul lato sinistro al fine di realizzare un lembo di attacco, indipendentemente dal formato del foglio è necessario un bordo di almeno 20 mm.

Per alcune operazioni di riproduzione sono necessarie tacche di centratura [3]: le tacche devono essere prolungate oltre la squadratura di 5 mm [3] (Cfr. immagine pagina successiva).

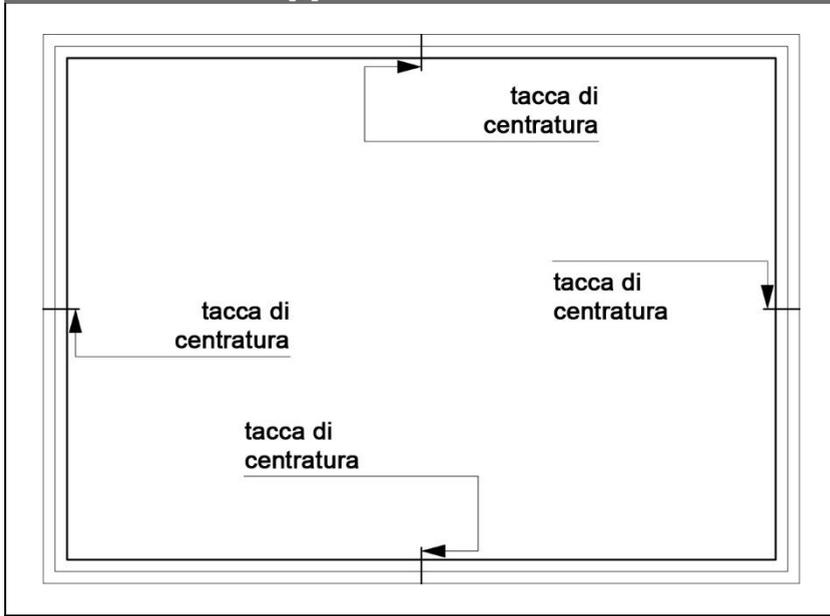
La norma raccomanda l'utilizzo di una scala graduata di riferimento: nei disegni in campo edilizio raramente si utilizza una tale soluzione preferendo, nella pratica tecnica, l'indicazione della scala in prossimità del disegno.

Analogo discorso per la identificazione dell'origine utilizzata nella realizzazione automatica tramite plotter dei disegni.

La norma prevede, inoltre, il disegno di segni di rifilatura: si tratta di triangoli realizzati agli spigoli del foglio o di linee apposte agli spigoli o in prossimità di essi: anche in questo caso, nella pratica tecnica, non si riscontrano tali segni e, in genere, la rifilatura viene eseguita in cor-

rispondenza della testata/frontespizio per la parte superiore del foglio e nessuna rifilatura o una rifilatura di squadra nella parte inferiore.

Tacche di centratura [3]



Relativamente alla organizzazione del foglio, lo spazio è suddiviso in tre zone [4]:

- zona per il disegno;
- zona per il testo;
- riquadro delle iscrizioni (cartiglio).

Ossia [4]:

Suddivisione dello spazio del foglio [4]

