

STUDI SASSARESI

Sezione III

1979

Volume XXVII

ANNALI DELLA FACOLTÀ DI AGRARIA DELL'UNIVERSITÀ
DI SASSARI

DIRETTORE: G. RIVOIRA

COMITATO DI REDAZIONE: M. DATTILO - F. FATICHENTI - C. GESSA - L. IDDA
F. MARRAS - A. MILELLA - P. PICCAROLO - A. PIETRACAPRINA - R. PROTA
R. SATTA - G. TORRE - A. VODRET



ORGANO UFFICIALE
DELLA SOCIETÀ SASSARESE DI SCIENZE MEDICHE E NATURALI

GALLIZZI - SASSARI - 1981

St. Sass. III Agr.

Una metodologia per l'individuazione dei costi di costruzione minimi per semplici edifici agricoli in funzione di alcuni parametri

MARIO PISANU*

IMPOSTAZIONE TEORICA DEL PROBLEMA.

1. Parametri dell'edificio

Un generico edificio agricolo a pianta rettangolare può essere caratterizzato da una serie di parametri così distinti:

1.1. Parametri geometrici:

- la dimensione trasversale (b)
- la superficie dell'edificio (A)
- la dimensione longitudinale ($l = \frac{A}{b}$)
- l'altezza (o le altezze) (h)
- la inclinazione (o le inclinazioni) della copertura (α)
- gli eventuali interassi della struttura principale e di quella secondaria (i)

1.2. Parametri statici:

- i carichi gravanti sulla struttura (Q)
- i coefficienti di sicurezza dei materiali impiegati (σ)

1.3. Parametri fisici:

- i pesi specifici dei materiali (γ)

(*) Assistente ordinario - Istituto di Topografia e Costruzioni rurali dell'Università di Sassari.

1.4. Parametri economici:

- i prezzi unitari riferiti ai vari materiali costruttivi o a determinate categorie di lavori (K_u)

2. Gli elementi costruttivi

Sono rappresentati dalla struttura principale, da quella secondaria, dalle fondazioni, dalla copertura, dai tamponamenti, dalle pavimentazioni, ecc.

Per ciascuno di questi elementi occorre definire « le quantità » (P) dei materiali (o lavori) occorrenti, esprimibili in funzione dei parametri geometrici, fisici, statici che intervengono nella loro quantificazione:

$$P = f(b, A, h, \alpha, i, Q, \sigma, \gamma)$$

3. L'equazione del costo

Definite in tal modo le quantità, il costo complessivo dell'edificio (K_{st}) risulta essere:

$$K_{st} = \Sigma(K_u \cdot P) \quad (1)$$

4. La scelta dei parametri

Per quanto detto in precedenza l'equazione (1), è così definibile:

$$K_{st} = f(b, A, h, \alpha, i, Q, \sigma, \gamma, K_u) \quad (2)$$

Poiché Q, σ, γ, K_u sono quantificabili in funzione delle scelte del progettista, la (2) si riduce ad una equazione espressa in funzione dei soli parametri geometrici:

$$K_{st} = f(b, A, h, \alpha, i) \quad (3)$$

Di tali parametri il progettista può fissare a priori A, h ed α per cui la (3) si riduce ulteriormente:

$$K_{st} = f(b, i) \quad (4)$$

Nel caso limite che si sia vincolati anche dalla scelta di un determinato b od i , la (4) può ridursi alle seguenti equazioni:

$$K_{st} = f(b) \quad (5)$$

oppure

$$K_{g,i} = f(i) \quad (6)$$

5. La soluzione del problema

Il problema viene risolto determinando il valore di quei parametri geometrici incogniti che rendono minimo il costo dell'edificio.

Esaminando la situazione prospettata dalla relazione (4), si osserva che essa rappresenta un'equazione in 2 variabili del tipo:

$$z = f(x, y) \quad (7)$$

Derivando rispetto ad x ed y , ed equagliando a 0 le 2 derivate parziali, si ottengono due equazioni raggruppabili in un sistema:

$$\begin{cases} f'_x(x, y) = 0 & (8) \\ f'_y(x, y) = 0 & (9) \end{cases}$$

Tra le varie coppie di radici che lo risolvono, occorre considerare quella che rende minimo il valore dell'equazione (4).

Affinché ciò si verifichi occorre che:

$$1) \Delta > 0 \text{ (dove } \Delta = f''_{xx}(x, y) \cdot f''_{yy}(x, y) - f''_{xy}(x, y)^2) \quad (10)$$

$$2) f''_{xx}(x, y) > 0 \quad (11)$$

Queste condizioni sono sufficienti però solo in caso teorico. Nella pratica, per ovvii motivi, occorre anche che le 2 radici siano reali e positive.

Nel caso più semplice della determinazione di un solo parametro, come nella (5) o nella (6), si ha un'equazione del tipo:

$$z = f(x) \quad (12) \quad \text{oppure} \quad z = f(y) \quad (13)$$

Derivando ed equagliando a 0 una delle equazioni suddette si ha:

$$f'(x) = 0 \quad (14) \quad \text{oppure} \quad f'(y) = 0 \quad (15)$$

Tra le radici di queste equazioni si sceglierà quella che:

1) sia reale e positiva (per quanto visto prima)

2) permetta di ottenere $f''(x) > 0$ (o $f''(y) > 0$)

ESEMPLIFICAZIONE PRATICA

6. Premessa

Al fine di rendere più chiara l'esposizione teorica vista nella prima parte, si procede ora alla sua applicazione in un caso concreto.

L'edificio preso in esame è a pianta rettangolare, con struttura portante a telai trasversali e correnti longitudinali.

7. Elementi costruttivi

7.1. Struttura principale

È, come si è detto, ottenuta da telai trasversali in acciaio (travi NP), costituiti da ritti e travi inclinate (sporgenti di 1 metro dalla linea di gronda).

Sono previste 6 diverse soluzioni (Fig. 1)

- a) struttura ad 1 campata ed a 1 falda
- b) struttura a 2 campate e 2 falde simmetriche
- c) struttura a 2 campate ed 1 falda
- d) struttura a 3 campate e 2 falde asimmetriche
- e) struttura a 3 campate e 2 falde simmetriche
- f) struttura a 3 campate ed 1 falda

7.2. Struttura secondaria (orditura)

È costituita da correnti longitudinali in profilati a C.

7.3. Fondazioni

Sono costituite da dadi di fondazione per i ritti (0,70 x 0,70 x 0,50) e da un cordolo continuo perimetrale per il tamponamento (0,40 x 0,40).

7.4. Tamponamenti

Previsti perimetralmente a tutt'altezza (vuoto per pieno) in blocchetti di cemento, spessore 0,30.

7.5. Pavimentazione

È prevista continua per tutta la superficie coperta ed è costituita da un vespaio di 25 cm e da un battuto in cemento di 10 cm.

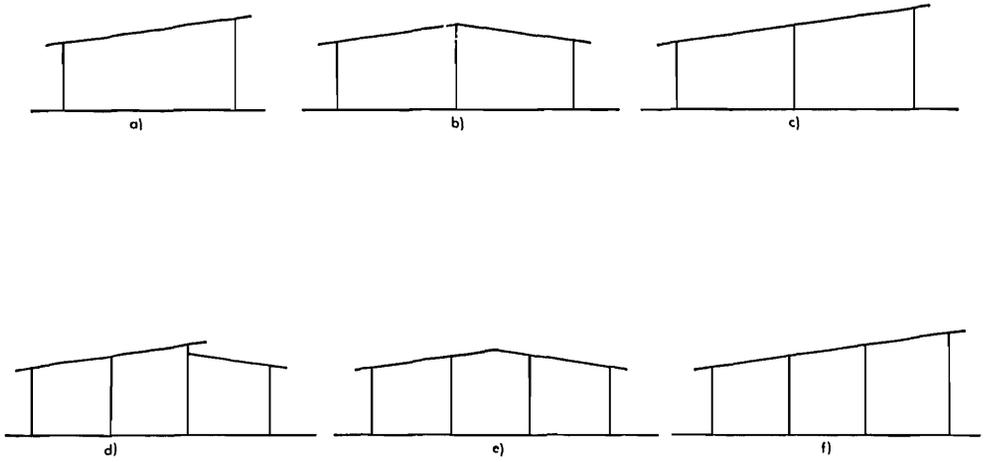


Fig. 1 - Soluzioni strutturali.
(Structural typology)

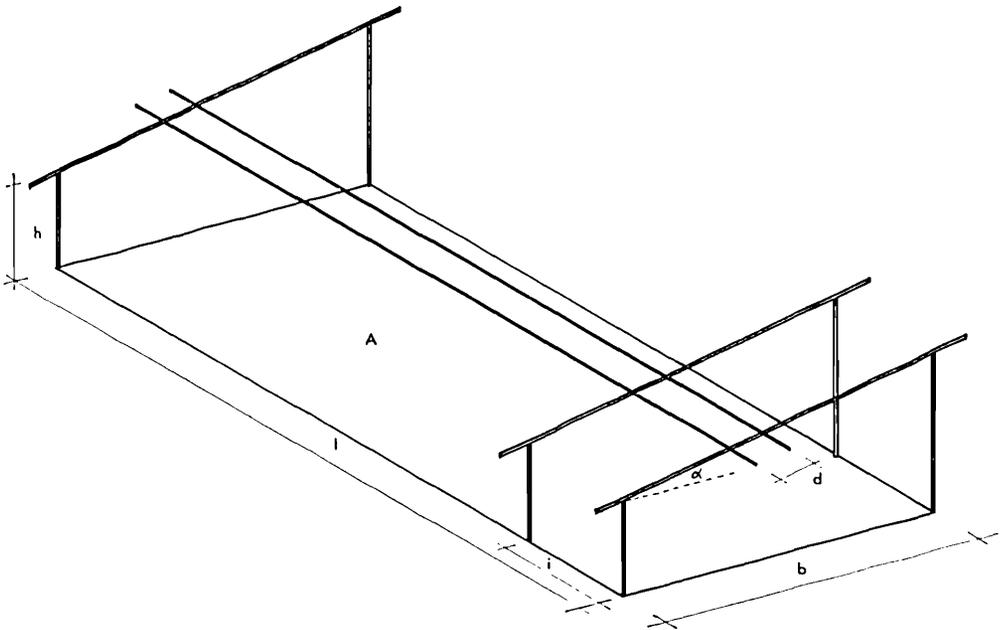


Fig. 2 - Parametri geometrici.
(Geometrical parameters)

7.6. Copertura

In lastre di cemento amianto.

8. I parametri dell'edificio

8.1. Parametri geometrici (Fig. 2)

— dimensione trasversale	b	[m]
— superficie dell'edificio	A	[m ²]
— dimensione longitudinale	l	[m]
— altezza in gronda	h	[m]
— inclinazione delle falde di copertura	α	[α°]
— interasse di struttura principale	i	[m]
— interasse di orditura	d	[m]

8.2. Parametri statici

— carico gravante sulla copertura	Q	[kg/m ²]
— coefficiente di sicurezza	σ	[kg/m ²]

8.3. Parametri fisici

— peso specifico del ferro	γ	[kg/m ³]
----------------------------	----------	----------------------

8.4. Parametri economici

— costo unitario ferro	K_{uf}	[Lit/kg]
— costo unitario dado di fondazione	K_{udf}	[Lit/u]
— costo unitario cordolo di fondazione	$K_{u,f}$	[Lit/m]
— costo unitario tamponamento	K_{utamp}	[Lit/m ²]
— costo unitario pavimentazione	K_{upas}	[Lit/m ²]
— costo unitario copertura	$K_{u,op}$	[Lit/m ²]

8.5. I parametri da determinare

Della sequenza dei parametri ora visti alcuni possono essere subito quantificati.

8.5.1. Parametri geometrici

— superficie A: si esaminano tutti i casi (con intervallo di 200) da 200 a 1.000 m²

- dimensione longitudinale l viene espressa da $\frac{A}{b}$
- altezza in gronda: $h = 3,50$ m
- inclinazione delle falde di copertura: $\alpha = 10^\circ$
- interasse correnti longitudinali: $d = 1,00$ m

8.5.2. Parametri statici

- carico gravante sulla copertura: $Q = 100$ kg/m²
- coefficiente di sicurezza del ferro: $\sigma_k = 14 \cdot 10^6$ kg/m²

8.5.3. Parametri fisici

- peso specifico ferro: $\gamma = 7.850$ kg/m³

9. Parametri economici

Sono tutti quantificabili come indicato nella Tab. 1; i valori K_u , che si prendo in considerazione, per comodità di calcolo, sono indicizzati, ponendo uguale a 1 il più piccolo e rapportando ad esso tutti gli altri.

10. Parametri incogniti

Si possono considerare in alternativa:

- la dimensione trasversale b
 - l'interasse della struttura principale i
- oppure entrambi.

11. Limiti alle soluzioni

Tra tutti i valori, dei due parametri suddetti, che risolvono il problema in questione, verranno presi in considerazione solo quelli che soddisfano le seguenti condizioni:

a) rapporto tra la lunghezza e larghezza dell'edificio:

$$2 \leq l/b \leq 6$$

b) ampiezza di ogni campata (b_0): $4 \leq b_0 \leq 10$

c) dalla condizione precedente pertanto:

$$\begin{array}{ll} 4 \leq b \leq 10 & \text{per la soluzione ad 1 campata} \\ 8 \leq b \leq 20 & \text{per le soluzioni a 2 campate} \\ 12 \leq b \leq 30 & \text{per le soluzioni a 3 campate} \end{array}$$

d) interasse della struttura principale: $2,5 \leq i \leq 6$

e) tenendo conto delle limitazioni a) e c), il valore di b nelle varie soluzioni deve essere compreso (a seconda delle varie superfici prese in esame) tra i valori indicati nella Tab. 2.

12. L'equazione del costo.

12.1. Costo della struttura principale

Occorre innanzitutto determinare la quantità (in questo caso è il peso) di ferro necessario. Tenendo conto che per uniformità si adotta lo stesso profilo per i ritti e per le travi, per ogni telaio di struttura la predetta quantità risulta essere:

$$P_f = \gamma \cdot S \cdot (L_r + L_t) \quad (16) \quad \text{ove } \begin{array}{l} \gamma = \text{peso specifico ferro} \\ S = \text{sezione del profilato} \\ L_r = \text{lunghezza ritti} \\ L_t = \text{lunghezza trave} \end{array}$$

Il valore di L_t viene maggiorato di 2 metri per considerare le sporgenze. Poiché l'area della sezione del profilato non è conosciuta, essa può essere espressa in funzione del modulo di resistenza W_x della trave mediante la seguente formula empirica (1):

$$S = 11 W_x + 0,00088 \quad [m^2] = [m^{-1} \cdot m^3 + m^2] \quad (17)$$

Il W_x è esprimibile, a sua volta, in funzione dei parametri già visti e cioè Q , σ_x , b , i , α .

Il costo del telaio risulta essere:

$$K_{u_{str}} = K_{uf} \cdot P_f \quad (18)$$

Il costo complessivo della struttura è:

$$K_{str} = K_{u_{str}} \cdot (n + 1) \quad (19)$$

(1) Tale formula scaturisce dalla osservazione che le variazioni di S sono legate da una legge approssimativamente lineare alle variazioni del W_x . Tali approssimazioni sono accettabili per profili compresi tra NP 100 e NP 240. A titolo d'esempio per l'NP 120 il valore calcolato di S è pari a $14,8 \text{ cm}^2$, contro i $14,2 \text{ cm}^2$ reali desunti dalle tabelle; per l'NP 160 si hanno $21,7 \text{ cm}^2$ calcolati contro $22,8 \text{ cm}^2$ tabulati.

ove n (numero di interassi di struttura) è esprimibile:

$$n = \frac{A}{b \cdot i} \quad (20)$$

12.2. Costo orditura

la quantità di ferro necessaria per un corrente è:

$$P_f = \gamma \cdot S \cdot L_c \quad (21) \quad \text{ove: } \begin{array}{l} \gamma = \text{peso specifico ferro} \\ S = \text{sezione profilato} \\ L_c = \text{lunghezza corrente} \end{array}$$

L_c viene maggiorato di 2 per le sporgenze.

In analogia con la (17) la S è esprimibile:

$$S = 25 W_x + 0,00044 \quad (22)$$

Il costo di un corrente risulta:

$$K_{u \text{ ord}} = K_{uf} \cdot P_f \quad (23)$$

Il costo complessivo dell'orditura è:

$$K_{ord} = K_{u \text{ ord}} \cdot \left(\frac{L_t}{d} + 1 \right) \quad (24)$$

ove d = interasse dei correnti.

Per tener conto dei due correnti esterni sulle sporgenze la (24) diventa:

$$K_{ord} = K_{u \text{ ord}} \cdot \left(\frac{L_t}{d} + 3 \right) \quad (25)$$

12.3. Costo fondazione

È costituito da:

12.3.1. Costo dadi fondazione:

$$K_{df} = K_{udf} \cdot 2 (n + 1) \quad \text{per struttura ad 1 campata} \quad (26)$$

$$K_{df} = K_{udf} \cdot 3 (n + 1) \quad \text{per struttura a 2 campate} \quad (27)$$

$$K_{df} = K_{udf} \cdot 4 (n + 1) \quad \text{per struttura a 3 campate} \quad (28)$$

12.3.2. Costo cordolo di fondazione:

$$K_{cf} = K_{ucf} \cdot 2 (b - 0,7 + 1 - 0,7 n) \text{ per struttura a } 1 \text{ campata} \quad (29)$$

$$K_{cf} = K_{ucf} \cdot 2 (b - 0,7 \cdot 2 + 1 - 0,7 n) \text{ per struttura a } 2 \text{ campate} \quad (30)$$

$$K_{cf} = K_{ucf} \cdot 2 (b - 0,7 \cdot 3 + 1 - 0,7 n) \text{ per struttura a } 3 \text{ campate} \quad (31)$$

ove $0,7$ è la misura del lato del dado di fondazione.

12.4. Costo tamponamento

$$K_{tamp} = K_{u_{tamp}} \cdot A_t \quad (32) \quad \text{ove } A_t = \text{superficie laterale dell'edificio}$$

12.5. Costo pavimentazione

$$K_{pav} = K_{u_{pav}} \cdot A \quad (33) \quad \text{ove } A = \text{superficie coperta dell'edificio.}$$

12.6. Costo copertura

$$K_{cop} = K_{u_{cop}} \cdot A_c \quad (34) \quad \text{ove } A_c = \text{superficie reale della copertura}$$

12.7. Costo globale

$$K_{gl} = K_{str} + K_{ord} + K_{fond} + K_{tamp} + K_{pav} + K_{cop} \quad (35)$$

13. Sviluppo dei calcoli.

A titolo esemplificativo si riporta lo sviluppo dei calcoli solo per la soluzione ad 1 campata - 1 falda:

13.1. Costo struttura

Applicando la (18) avremo:

$$K_{u_{str}} = K_{u_{f}} \cdot \gamma \cdot S \cdot [2h + b \cdot \operatorname{tg} \alpha + \left(\frac{b}{\cos \alpha} + 2 \right)] \quad (36)$$

ove S si sostituisce con la (17) sviluppata con la seguente formula:

$$W_x = \frac{Q \cdot \cos \alpha \cdot i \cdot \frac{b^2}{\cos \alpha}}{8 \cdot \sigma_k} \quad (37)$$

Si applicano poi la (19) e la (20):

$$K_{str} = K_{u_{str}} \cdot \left(\frac{A}{b \cdot i} + 1 \right) \quad (38)$$

13.2. Costo orditura

Applicando la (23) avremo:

$$K_{u_{ord}} = K_{uf} \cdot \gamma \cdot S (1 + 2) \quad (39)$$

ad S si sostituisce la (22) sviluppata con la seguente formula:

$$W_x = \frac{Q \cdot d \cdot i^2}{8 \cdot \frac{2}{3} \cdot \sigma_k} \quad (40)$$

ove σ_k viene ridotto di $1/3$ per tener conto della flessione deviata.

Successivamente si applica la (25):

$$K_{ord} = K_{u_{ord}} \cdot \left(\frac{\frac{b}{\cos \alpha}}{d} + 3 \right) \quad (41)$$

13.3. Costo fondazione

13.3.1. Costo dado di fondazione:

$$K_{df} = K_{u_{df}} \cdot 2 \left(\frac{A}{b \cdot i} + 1 \right) \quad (42)$$

13.3.2. Costo cordolo di fondazione:

$$K_{cf} = K_{u_{cf}} \cdot 2 \left(b - 0,7 + \frac{A}{b} - 0,7 \frac{A}{b \cdot i} \right) \quad (43)$$

13.4. Costo tamponamento:

$$K_{tamp} = K_{u_{tamp}} \cdot \left[h \cdot \frac{A}{b} + (h + b \cdot \operatorname{tg} \alpha) \frac{A}{b} + 2b \frac{h + (h + b \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{2} \right] \quad (44)$$

13.5. Costo pavimentazione:

$$K_{pav} = K_{u_{pav}} \cdot A \quad (45)$$

13.6. Costo copertura:

$$K_{\text{cop}} = K_{u \text{ cop}} \left(\frac{A}{\cos z} + 2 \frac{b}{\cos z} + 2 \frac{A}{b} + 4 \right) \quad (46)$$

13.7. Costo globale

Applicando la (35) e introducendo i valori dei parametri già quantificati avremo:

$$\begin{aligned} K_{gl} = & 0,09 \cdot i \cdot b^3 + 0,09 \cdot A \cdot b^2 + 0,7 \cdot i \cdot b^2 + 3,08 \cdot b^2 + \quad (47) \\ & + 0,7 \cdot A \cdot b + 175,97 \cdot b + 0,53 \cdot i^2 \cdot b + 170,86 \frac{A}{b} + \\ & + 82,07 \frac{A}{b \cdot i} + 0,79 \cdot A \frac{i^2}{b} + 0,27 \cdot A \cdot i^2 + 1,58 \cdot i^2 + \\ & + 8,23 \frac{A}{i} + 25,7 \cdot A + 132,80 \end{aligned}$$

13.8. Costo minimo in funzione dei parametri b ed i .

Derivando la (47) rispetto a b e rispetto ad i si ha:

$$\begin{aligned} D_{(b)} K_{gl} = & 0,27 \cdot i \cdot b^4 + (0,19 \cdot A + 1,41 \cdot i + 6,16) b^3 + \quad (48) \\ & + (0,7 \cdot A + 0,53 i^2 + 175,97) b^2 - A (0,79 \cdot i^2 + \\ & + 82,07 \frac{i}{b} + 170,86) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{(i)} K_{gl} = & (1,07 \cdot b + 1,58 \frac{A}{b} + 0,53 \cdot A + 3,15) i^3 + \quad (49) \\ & + (0,09 \cdot b^3 + 0,7 \cdot b^2) i^2 - A (82,07 \frac{i}{b} + 8,23) \end{aligned}$$

Eguagliando a 0 la (48) e la (49) e raggruppando in sistema si determina (per ogni valore di A scelto) la coppia di radici positive (2) che risolve il problema in questione in quanto sono rispettate le condizioni precedentemente viste al punto 5.

(2) Tale coppia è unica in quanto, per la regola dei segni di Cartesio, avendo le 2 equazioni solo una variazione, ammetteranno una sola radice positiva.

13.9. Costo minimo in funzione di i .

Sostituendo nella (49) la gamma di valori di b (da 4,0 a 10,0 con intervallo di 1,0) si ricavano i corrispondenti valori di i .

13.10. Costo minimo in funzione di b .

Analogamente come in 13.9, si effettua la medesima operazione sulla (48) sostituendo la gamma di valori di i (da 2,5 a 6,0 con intervallo di 0,5).

14. Risultati.

I risultati vengono riportati nelle tabelle indicate dal seguente specchietto (3):

	Valori di b e i in fun- zione di A	Valori di b in funzione di i e A	Valori di i in funzione di b e A
Struttura 1 campata - 1 falda	Tab. 3	Tab. 4	Tab. 5
Struttura 2 campate - 2 falde	Tab. 6	Tab. 7	Tab. 8
Struttura 2 campate - 1 falda	Tab. 9	Tab. 10	Tab. 11
Struttura 3 campate - 2 falde asimmetr.	Tab. 12	Tab. 13	Tab. 14
Struttura 3 campate - 2 falde simmetr.	Tab. 15	Tab. 16	Tab. 17
Struttura 3 campate - 1 falda	Tab. 18	Tab. 19	Tab. 20

15. Considerazioni pratiche.

Le soluzioni così ottenute in realtà non possono essere assunte come dati finali di progetto per i seguenti motivi:

- a. il valore di l risultante non è un multiplo intero di i ; per ovviare a ciò si potrebbe:
 1. modificare il valore di i in modo da soddisfare la condizione vista;
 2. modificare l fino a renderlo multiplo di i ; in tal caso si modifica anche la superficie A .

(3) Si tenga presente che dette tabelle riportano solo le soluzioni che soddisfano le condizioni viste al punto 11. I trattini indicano, pertanto, soluzioni al di fuori di tali limiti.

b. le dimensioni dei profilati metallici della struttura e dell'orditura che vengono utilizzate nei calcoli sono teoriche dato che, nella pratica, vengono adottati i profili commerciali che presentano il W_x immediatamente più prossimo a quello calcolato.

A ciò si può ovviare come segue:

Si determinano i valori teorici dei moduli di resistenza della trave ($W'_{x(t)}$) e del corrente ($W'_{x(c)}$).

Si ricercano i valori dei moduli di resistenza dei profili commerciali immediatamente più prossimi rispetto a quelli teorici ($W_{x(t)}$ e $W_{x(c)}$).

Si aumenta (o si diminuisce) l'interasse i in funzione di $W_{x(t)}$ avendo l'accortezza di dare ad i un valore che sia sottomultiplo intero di l onde soddisfare la condizione vista al punto a.

Si controlla che il nuovo $W'_{x(c)} < W_{x(c)}$.

Se ciò non fosse verificato si riduce i , con le modalità viste, fino a soddisfare la precedente condizione.

CONCLUSIONI

La metodologia proposta può essere estesa ad altre soluzioni strutturali e/o costruttive tenendo presente che occorre sempre esprimere le quantità (P) in funzione dei soli parametri geometrici.

Si ritiene opportuno, infine, sottolineare le possibilità offerte a tale metodologia dall'impiego dei calcolatori, con tutti i vantaggi di tempo e di precisione che essi sono in grado di offrire.

Tab. I - Analisi dei costi per le varie categorie di materiali e/o opere.
(Analysis of costs for various categories of materials and/or works)

	K_u f	K_u reale	K_u indicizzato
1) Costo ferro		Lit. 800/kg	Lit. 1/kg
2) Costo dado di fondazione (0,70 x 0,70 x 0,50 = 0,245 m ³)	K_u df		
— calcestruzzo : Lit. 50.000/m ³ x 0,245	= 12.250		
— scavo in roccia: Lit. 15.000/m ³ x 20/100 x 0,245	= 735		
— scavo in terra : Lit. 7.000/m ³ x 80/100 x 0,245	= 1.372		
	14.357	~ Lit. 14.400/u	Lit. 18/u
3) Costo cordolo (0,40 x 0,40 = 0,16 m ²)	K_u cf		
— calcestruzzo : Lit. 50.000/m ³ x 0,16	= 8.000		
— scavo in terra : Lit. 7.000/m ³ x 0,16	= 1.120		
	9.120	~ Lit. 9.200/m	Lit. 11,5/m
4) Costo tamponamento (blocchi di cemento: spessore 0,30)	K_u tamp		
	Lit. 14.000/m ²	Lit. 14.000/m ²	Lit. 17,5/m ²
5) Costo pavimentazione (c.s. = 10 cm vsp = 25 cm)	K_u pav		
— calcestruzzo : Lit. 50.000/m ³ x 0,10	= 5.000		
— posa in opera : Lit. 2.450/m ²	= 2.450		
— vespaio : Lit. 7.000/m ³ x 0,25	= 1.750		
	9.200	Lit. 9.200/m ²	Lit. 11,5/m ²
6) Costo copertura	K_u cop	Lit. 6.000/m ²	Lit. 7,5/m ²

Tab. 5 - Soluzione ad 1 campata ed 1 falda: valori di i in funzione di A e b .
(Solution at 1 bay and 1 pitch: values of i in function of A and b .)

$\frac{b}{A}$ [m] [m ²]	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
200	3,07	2,97	2,87	2,77	2,68	2,58	—
400	—	—	—	—	—	2,73	2,65
600	—	—	—	—	—	—	2,72
800	—	—	—	—	—	—	—
1000	—	—	—	—	—	—	—

Tab. 6 - Soluzione a 2 campate e 2 falde: valori di b e i in funzione di A .
(Solution at 2 bays and 2 pitches: values of b and i in function of A .)

A [m ²]	b [m]	i [m]
200	—	—
400	—	—
600	13,22	2,85
800	13,69	2,86
1000	14,01	2,86

Tab. 7 - Soluzione a 2 campate e 2 falde: valori di b in funzione di A e i .
(Solution at 2 bays and 2 pitches: values of b in function of A and i .)

$\frac{i}{A}$ [m] [m ²]	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
200	—	—	—	—	—	—	—	—
400	12,56	12,35	12,19	12,09	12,01	11,95	11,91	11,89
600	13,37	13,16	13,02	12,92	12,85	12,80	12,77	12,76
800	13,85	13,64	13,51	13,41	13,35	13,31	13,29	13,29
1000	14,16	13,96	13,83	13,74	13,68	13,65	13,65	13,65

Tab. 8 - Soluzione a 2 campate e 2 falde: valori di i in funzione di A e b .

(Solution at 2 bays and 2 pitches: values of i in function of A and b .)

b [m]	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
A [m ²]													
200	3,03	2,95	2,88	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
400	—	3,03	2,97	2,91	2,86	2,81	2,75	—	—	—	—	—	—
600	—	—	3,00	2,95	2,90	2,86	2,81	2,77	2,73	2,68	—	—	—
800	—	—	—	—	2,93	2,88	2,84	2,80	2,76	2,73	2,69	2,65	2,61
1000	—	—	—	—	—	2,90	2,86	2,83	2,79	2,76	2,72	2,69	2,65

Tab. 9 - Soluzione a 2 campate ed 1 falda: valori di b e i in funzione di A .*(Solution at 2 bays and 1 pitch: values of b and i in function of A .)*

A [m ²]	b [m]	i [m]
200	10,11	2,92
400	11,78	2,93
600	12,57	2,94
800	13,04	2,95
1000	13,35	2,96

Tab. 10 - Soluzione a 2 campate ed 1 falda: valori di b in funzione di A e i .*(Solution at 2 bays and 1 pitch: values of b in function of A and i .)*

$\frac{i}{A}$ $\frac{[m]}{[m^2]}$	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
200	—	—	9,95	9,86	9,78	9,73	9,69	9,66
400	11,95	11,75	11,62	11,52	11,45	11,40	11,37	11,36
600	12,74	12,55	12,42	12,33	12,26	12,23	12,21	12,20
800	13,21	13,02	12,89	12,81	12,75	12,72	12,71	12,71
1000	13,52	13,33	13,21	13,13	13,08	13,06	13,05	13,06

Tab. 11 - Soluzione a 2 campate ed 1 falda: valori di i in funzione di A e b .*(Solution at 2 bays and 1 pitch: values of i in function of A and b .)*

b [m]	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
A [m ²]													
200	3,08	3,00	2,93	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
400	—	3,08	3,03	2,97	2,92	2,87	2,81	—	—	—	—	—	—
600	—	—	3,06	3,01	2,97	2,92	2,88	2,83	2,79	2,75	—	—	—
800	—	—	—	—	2,99	2,95	2,91	2,87	2,83	2,79	2,76	2,72	2,68
1000	—	—	—	—	—	2,97	2,93	2,89	2,86	2,83	2,79	2,76	2,72

Tab. 12 - Soluzione a 3 campate e 2 falde asimmetriche: valori di b e i in funzione di A .

(Solution at 3 bays and 2 asymmetrical pitches: values of b and i in function of A .)

	A [m ²]	b [m]	i [m]
	200	—	—
	400	—	—
	600	16,48	2,88
	800	17,31	2,89
	1000	17,88	2,89

Tab. 13 - Soluzione a 3 campate e 2 falde asimmetriche: valori di b in funzione di A e i .

(Solution at 3 bays and 2 asymmetrical pitches: values of b in function of A and i .)

i [m]									
A [m ²]	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—
400	—	—	—	—	—	—	—	—	—
600	16,71	16,42	16,23	16,10	16,03	16,00	15,99	16,01	
800	17,54	17,25	17,06	16,95	16,88	16,85	16,87	16,90	
1000	18,11	17,82	17,64	17,53	17,47	17,45	17,47	17,52	

Tab. 14 - Soluzione a 3 campate e 2 falde asimmetriche: valori di i in funzione di A e b .

(Solution at 3 bays and 2 asymmetrical pitches: values of i in function of A and b .)

b [m]											
A [m ²]	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
400	3,01	2,97	2,94	—	—	—	—	—	—	—	—
600	3,04	3,00	2,97	2,93	2,90	2,87	—	—	—	—	—
800	3,06	3,02	2,99	2,96	2,93	2,90	2,87	2,84	2,81	—	—
1000	—	3,03	3,00	2,97	2,94	2,91	2,89	2,86	2,83	2,81	2,78

Tab. 15 - Soluzione a 3 campate e 2 falde simmetriche: valori di b e i in funzione di A .

(Solution at 3 bays and 2 symmetrical pitches: values of b and i in function of A .)

	A [m ²]	b [m]	i [m]
	200	—	—
	400	—	—
	600	16,13	2,95
	800	16,97	2,95
	1000	17,55	2,95

Tab. 16 - Soluzione a 3 campate e 2 falde simmetriche: valori di b in funzione di A e i .

(Solution at 3 bays and 2 symmetrical pitches: values of b in function of A and i .)

i [m]								
A [m ²]	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
200	—	—	—	—	—	—	—	—
400	—	—	—	—	—	14,13	14,06	14,01
600	16,43	16,10	15,86	15,70	15,57	15,48	15,42	15,39
800	17,27	16,94	16,71	16,54	16,42	16,35	16,29	16,27
1000	17,85	17,52	17,29	17,13	17,01	16,94	16,90	16,88

Tab. 17 - Soluzione a 3 campate e 2 falde simmetriche: valori di i in funzione di A e b .

(Solution at 3 bays and 2 symmetrical pitches: values of i in function of A and b .)

b [m]											
A [m ²]	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
400	3,09	3,04	2,99	—	—	—	—	—	—	—	—
600	3,13	3,08	3,03	2,99	2,95	2,92	—	—	—	—	—
800	3,14	3,10	3,06	3,02	2,98	2,92	2,91	2,88	2,84	—	—
1000	—	3,11	3,07	3,03	3,00	2,96	2,93	2,89	2,87	2,84	2,81

Tab. 18 - Soluzione a 3 campate ed 1 falda: valori di b e i in funzione di A .
 (Solution at 3 bays and 1 pitch: values of b and i in function of A .)

A [m ²]	b [m]	i [m]
200	—	—
400	—	—
600	15,81	3,05
800	16,74	3,05
1000	17,40	3,05

Tab. 19 - Soluzione a 3 campate ed 1 falda: valori di b in funzione di A e i .
 (Solution at 3 bays and 1 pitch: values of b in function of A and i .)

i [m]								
A [m ²]	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
200	—	—	—	—	—	—	—	—
400	—	—	—	14,02	13,91	13,83	13,78	13,74
600	16,14	15,83	15,61	15,46	15,35	15,27	15,23	15,19
800	17,08	16,76	16,55	16,40	16,28	16,22	16,17	16,15
1000	17,74	17,42	17,20	17,05	16,94	16,88	16,84	16,82

Tab. 20 - Soluzione a 3 campate ed 1 falda: valori di i in funzione di A e b .
 (Solution at 3 bays and 1 pitch: values of i in function of A and b .)

b [m]											
A [m ²]	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
400	3,18	3,13	3,08	—	—	—	—	—	—	—	—
600	3,21	3,16	3,12	3,08	3,04	3,01	—	—	—	—	—
800	3,22	3,18	3,14	3,11	3,07	3,04	3,01	2,98	2,94	—	—
1000	—	3,20	3,15	3,12	3,09	3,06	3,03	3,00	2,97	2,94	2,92

RÉSUMÉ

L'Auteur explique une méthode pour la détermination des valeurs de quelques paramètres géométriques qui rendent minimum les frais de construction des bâtiments agricoles.

Pour illustrer cette théorie par des exemples, on prévoit un bâtiment avec une structure portante métallique dont on analyse plusieurs cas de solution structurale et de surface couverte.

SUMMARY

The Author illustrate a methodology to establish the values of some geometric parameters which minimize the cost of construction of simple rural buildings.

The analytic treatment is then applied to a actual case: to this aim is considered a building with metallic structure on which are examined different cases of structural solution and of sheltered area.

BIBLIOGRAFIA

- De MONTIS, S., 1969 — Raffronti tra costi di costruzione e di manutenzione in funzione di differenti materiali, in ricoveri per bovini in Sardegna. Atti del III convegno nazionale di edilizia rurale 1969, Piacenza, 167-187.
- SPIEGEL, M.R., 1975 — Teoria ed applicazioni di analici matematica, 1^a ed., 384, p., ETAS Libri Milano.
- ZAPPAVIGNA, P., 1976 — Indagine e proposte per la produzione di ricoveri zootecnici prefabbricati in calcestruzzo armato. Atti del seminario dei docenti di costruzioni agricole 1976, Reggio Emilia, 356-377.