

RASSEGNA TECNICA

La "Rassegna tecnica", vuole essere una libera tribuna di idee e, se del caso, saranno graditi chiarimenti in contraddittorio; pertanto le opinioni ed i giudizi espressi negli articoli e nelle rubriche fisse non impegnano in alcun modo la Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino

Analisi della risalita di pressione in uno strato con capacità produttiva discontinua nella direzione del flusso

T. VAN GOLDFRACHT, G. GORINI e G. PERROTTI, avuta presente la necessità di una interpretazione più esatta delle curve di risalita nei pozzi di produzione di idrocarburi ottenute nelle formazioni di capacità produttive diverse, esaminano in modo critico questo problema, con riferimento ad uno schema geometrico di due strati di permeabilità ed estensione diverse, traendone la proposta di un procedimento rapido di soluzione. Lo studio è accompagnato da un esempio di calcolo riferito a dati reali con cui è stato determinato le caratteristiche fisiche del giacimento e le condizioni di flusso.

INTRODUZIONE

Un pozzo in un giacimento di idrocarburi può produrre da strati a permeabilità e spessori diversi posti in parallelo, come può produrre da una formazione che nella direzione del flusso radiale presenta una discontinuità nei valori di permeabilità e di spessore.

Strati di permeabilità diversa messi in parallelo danno all'inizio della produzione, in condizioni di caduta di pressione e di risalita di pressione dopo la chiusura di un pozzo, in un diagramma p^2 , $\log t$, una retta la cui pendenza rappresenta una media delle capacità produttive dei singoli strati e quindi la loro permeabilità media.

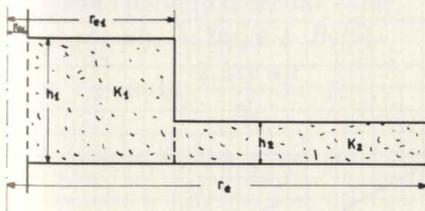


Fig. 1 - Strati a permeabilità ed estensione diverse che producono nello stesso pozzo.

Se tuttavia uno di questi strati ha una estensione limitata ad un raggio r_{e1} dal pozzo (vedi fig. 1), si avranno due pendenze durante la caduta di pressione. La prima è funzione della capacità produttiva $K_1 h_1$ del primo strato (e quindi della sua permeabilità K_1), mentre la seconda sarà funzione della ca-

pacità produttiva $K_2 h_2$ dello strato più esteso e quindi della sua permeabilità K_2 .

Può anche verificarsi che uno strato a spessore costante h pre-

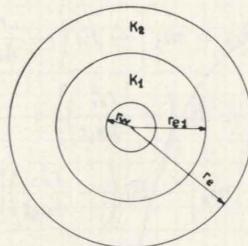


Fig. 2 - Mezzo poroso formato da due zone di permeabilità K_1 e K_2 .

senti una discontinuità di permeabilità ad un raggio r_{e1} (fig. 2). Anche in queste condizioni l'interpretazione delle curve di risalita richiede un particolare criterio legato alle diverse condizioni in cui avviene la caduta di pressione rispetto al caso comunemente trattato di una formazione con spessore e permeabilità uniformi.

SIMBOLI

a fattore di piezo conducibilità
 B costante di proporzionalità fra $\Delta(p^2)$ e q^2
 CF fattore di completamento
 $Ei(-x)$ funzione definita dalla relazione $Ei(-x) = \int_{\infty}^x \frac{e^{-u}}{u} du$

G_p gas cumulativo prodotto
 h spessore della formazione
 K permeabilità
 m pendenza della retta nella rappresentazione $\Delta(p^2)$,

$$\ln \frac{\Delta t}{t_0 + \Delta t}$$

m' pendenza della retta nella rappresentazione $\Delta(p^2)$,

$$\log \frac{\Delta t}{t_0 + \Delta t}$$

n numero di cicli nella rappresentazione $\Delta(p^2)$,

$$\ln \frac{\Delta t}{t_0 + \Delta t}$$

n' numero di cicli nella rappresentazione $\Delta(p^2)$,

$$\log \frac{\Delta t}{t_0 + \Delta t}$$

p pressione assoluta
 $P_{f,t}$ pressione assoluta di declino a fondo pozzo

$P_{f,\Delta t}$ pressione assoluta misurata dopo la chiusura del pozzo

$P'_{f,\Delta t}$ pressione relativa misurata dopo la chiusura del pozzo

$P^*_{f,\Delta t}$ pressione assoluta estrapolata

P_0 pressione assoluta atmosferica in condizioni standard

p_s pressione statica assoluta
 \bar{p}_s pressione statica media assoluta

p_{si} pressione statica iniziale assoluta

$\Delta(p^2)$ caduta delle pressioni quadratiche assolute

$\Delta(p^2)_c$ incremento delle pressioni quadratiche assolute dovute alla chiusura del pozzo
 $\Delta(p^2)_d$ variazione delle pressioni quadratiche assolute di declino dopo la chiusura del pozzo
 q portata volumetrica
 r raggio generico
 r_w raggio del pozzo
 S fattore di skin
 t tempo
 Δt intervallo di tempo misurato
 t_0 tempo di erogazione prima della chiusura del pozzo
 T temperatura assoluta
 T_0 temperatura assoluta nelle condizioni di superficie
 \bar{z} fattore medio di deviazione dalla legge di stato dei gas perfetti
 $\bar{\mu}$ viscosità media del gas
 ϕ porosità

indici: D danneggiamento
 ND non danneggiamento
 L lineare (regolare)
 NL non lineare (turbolento)

I. ANALISI DEL DECLINO DELLA PRESSIONE DURANTE LA PRODUZIONE

Per il flusso dei fluidi comprimibili verso un pozzo in un mezzo poroso formato da due zone di capacità produttive Kh diverse, zona prima per $r_w < r < r_{e1}$, e zona seconda per $r_{e1} < r$, si deve utilizzare l'equazione di diffusività per le due zone:

$$\frac{\partial^2 p_1^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial p_1^2}{\partial r} = \frac{\phi \mu}{2pK_1} \frac{\partial p_1^2}{\partial t} \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 p_2^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial p_2^2}{\partial r} = \frac{\phi \mu}{2pK_2} \frac{\partial p_2^2}{\partial t} \quad (2)$$

SOLUZIONE MATEMATICA DELL'EQUAZIONE DIFFERENZIALE

Per trovare la soluzione matematica delle due equazioni si considerano le seguenti condizioni ai limiti:

— prima di mettere in produzione il pozzo la pressione è uni-

forme in tutto il mezzo poroso, ed al tempo $t = 0$ è:

$$p = p_{si} \text{ per } r_w < r < \infty; \quad (3)$$

— la produzione è considerata costante durante la vita produttiva del pozzo, ed al tempo $t > 0$ è:

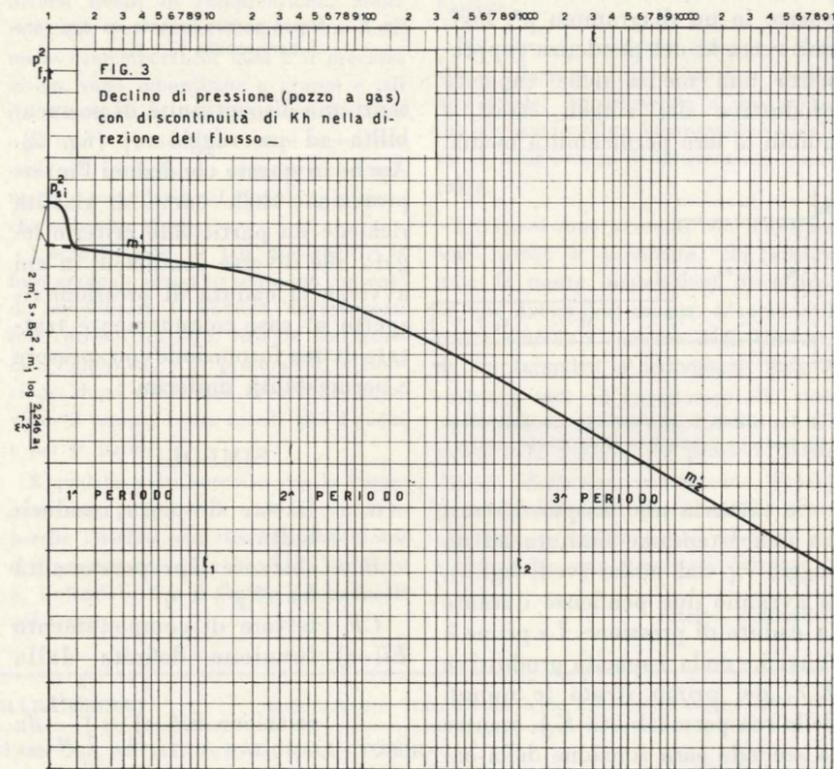
$$q = \text{cost. per } r = r_w; \quad (4)$$

— il flusso è continuo fra le due zone per cui al loro contatto i parametri reologici soddisfano le seguenti relazioni:

$$\left. \begin{aligned} p_1|_{r=r_{e1}} &= p_2|_{r=r_{e1}} \\ K_1 h_1 \frac{\partial p_1^2}{\partial r}|_{r=r_{e1}} &= K_2 h_2 \frac{\partial p_2^2}{\partial r}|_{r=r_{e1}} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Ammettendo la sorgente puntiforme come soluzione delle equazioni differenziali (1) e (2), ed in base alle condizioni ai limiti, si ha l'equazione del declino:

$$p_{si}^2 - p_{f,t}^2 = m_1 \left[-E_i \left(-\frac{r_w^2}{4a_1 t} \right) + E_i \left(-\frac{r_{e1}^2}{4a_1 t} \right) \right] + m_2 \left[-E_i \left(-\frac{r_{e1}^2}{4a_2 t} \right) \right] \quad (6)$$



$$\left. \begin{aligned} m_1 &= \frac{q \bar{\mu} \bar{z} T p_0}{2\pi T_0 K_1 h_1}; \quad m_2 = \frac{q \bar{\mu} \bar{z} T p_0}{2\pi T_0 K_2 h_2} \\ a_1 &= \frac{K_1 p_{si}}{\phi \bar{\mu}}; \quad a_2 = \frac{K_2 p_{si}}{\phi \bar{\mu}} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Tenendo conto che la funzione $Ei \left(-\frac{r^2}{4at} \right)$ tende a zero quando $\frac{r^2}{4at} \geq 4$, $Ei \left(-\frac{r^2}{4at} \right)$ tende a diventare $\ln \frac{1,78 r^2}{4at}$ quando è

$$\frac{r^2}{4at} \leq 0,01 \text{ e che } r_w \ll r_{e1},$$

si avrà:

$$\left. \begin{aligned} &\text{— per tempi piccoli} \\ -E_i \left(-\frac{r_w^2}{4a_1 t} \right) &\cong \ln \frac{2,246 a_1 t}{r_w^2} \\ -E_i \left(-\frac{r_{e1}^2}{4a_1 t} \right) &\cong 0 \\ -E_i \left(-\frac{r_{e1}^2}{4a_2 t} \right) &\cong 0 \\ &\text{— per tempi molto grandi} \\ -E_i \left(-\frac{r_w^2}{4a_1 t} \right) &\cong \ln \frac{2,246 a_1 t}{r_w^2} \\ -E_i \left(-\frac{r_{e1}^2}{4a_1 t} \right) &\cong \ln \frac{2,246 a_1 t}{r_{e1}^2} \\ -E_i \left(-\frac{r_{e1}^2}{4a_2 t} \right) &\cong \ln \frac{2,246 a_2 t}{r_{e1}^2} \end{aligned} \right\}$$

L'EQUAZIONE DEL DECLINO DI PRESSIONE.

L'equazione del declino sarà diversa secondo l'avanzamento del disturbo di pressione dopo l'inizio della produzione. Risultano così tre periodi.

Primo periodo $0 < t < t_1$, viene considerato fra l'inizio della produzione $t = 0$ e il limite superiore quando:

$$E_i \left(-\frac{r_{e1}^2}{4at} \right) = 0.$$

La condizione del tempo t_1 sarà quindi espressa, per i due strati di diversa permeabilità, come:

$$\left. \begin{aligned} t_1 &\leq \frac{r_{e1}^2}{16a_1} \\ t_1 &\leq \frac{r_{e1}^2}{16a_2} \end{aligned} \right\}$$

L'equazione del declino è quindi:

$$p_{si}^2 - p_{f,t}^2 = m_1 \ln \frac{2,246 a_1 t}{r_w^2} + 2m_1 S + Bq^2 \quad (8)$$

Secondo periodo $t_1 < t < t_2$, viene considerato fra un valore della funzione $E_i \left(-\frac{r_{e1}^2}{4at_1} \right) = 0$ ed un valore $E_i \left(-\frac{r_{e1}^2}{4at_2} \right) = \ln \frac{r_{e1}^2}{2,246 a_2 t_2}$.

La condizione per il tempo t_2 , per i due strati di permeabilità diversa, ha la forma:

$$\left. \begin{aligned} t_2 &\geq \frac{25 r_{e1}^2}{a_1} \\ t_2 &\geq \frac{25 r_{e1}^2}{a_2} \end{aligned} \right\}$$

In questo periodo il declino sarà:

$$p_{si}^2 - p_{f,t}^2 = 2m_1 S + Bq^2 + m_1 \ln \frac{2,246 a_1 t}{r_w^2} + m_1 E_i \left(-\frac{r_{e1}^2}{4a_1 t} \right) - m_2 E_i \left(-\frac{r_{e1}^2}{4a_2 t} \right) \quad (9)$$

Terzo periodo $t_2 < t$. In base alla condizione menzionata, l'equazione (9) diventa:

$$p_{si}^2 - p_{f,t}^2 = 2m_1 S + Bq^2 + m_1 \ln \frac{2,246 a_1 t}{r_w^2} - m_1 \ln \frac{2,246 a_1 t}{r_{e1}^2} + m_2 \ln \frac{2,246 a_2 t}{r_{e1}^2} \quad (10)$$

oppure

$$p_{si}^2 - p_{f,t}^2 = 2m_1 S + Bq^2 + m_1 \ln \frac{r_{e1}^2}{r_w^2} + m_2 \ln \frac{2,246 a_2 t}{r_{e1}^2} \quad (11)$$

Si vede dalle equazioni (8), (10), (11) che, rappresentando la curva di declino in un diagramma $p_{f,t}^2$, logt, si hanno due tratti rettilinei di pendenze m'_1 ed m'_2 che corrispondono al primo e terzo periodo (fig. 3).

II. ANALISI DELLA CURVA DI RISALITA

La curva di risalita sarà il risultato della sovrapposizione della variazione di pressione dovuta alla

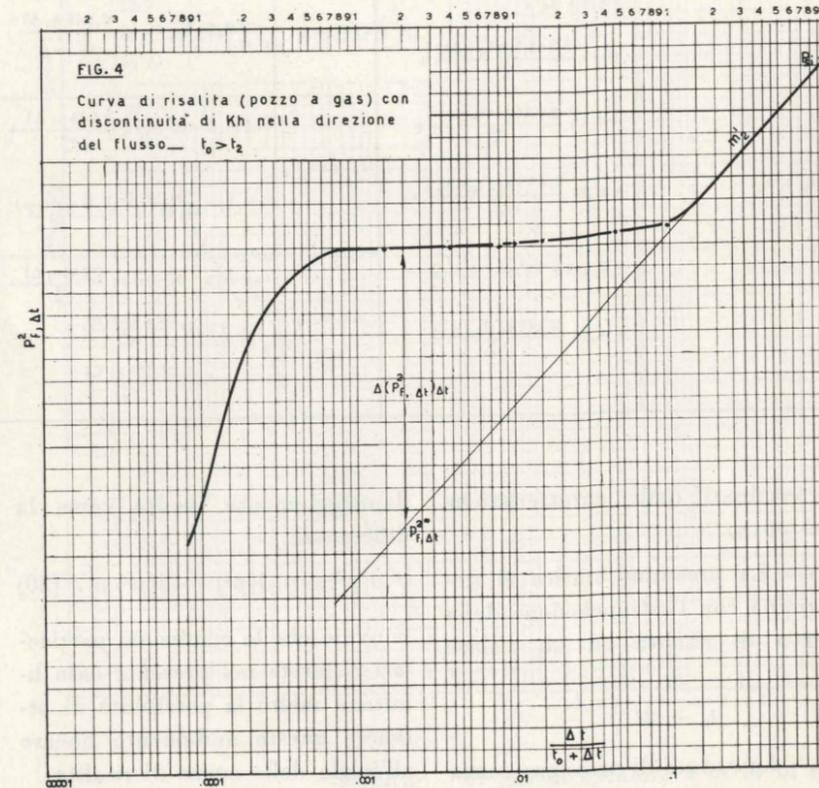
due periodi in cui essa assume andamento rettilineo:

$$\text{periodo } \left. \begin{aligned} t_0 < t_1 \\ \Delta t < t_1 \end{aligned} \right\} \text{ equazione (12)}$$

$$\text{periodo } \Delta t > t_2 \text{ equazione (16) da cui risultano le pendenze } m'_1 \text{ e } m'_2.$$

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI GIACIMENTO.

Utilizzando la curva di risalita si possono trovare due tratti rettilinei quando è $t_0 < t_1$ e $\Delta t < t_1$, e soltanto uno quando è $t > t_1$. Perciò i parametri fisici potranno



produzione ed alla chiusura del pozzo.

Il declino, per diversi momenti dalla chiusura del pozzo, si trova espresso nella tabella 1 come $\Delta(p^2)_d$, e l'incremento dovuto alla chiusura come $\Delta(p^2)_c$: la loro somma rappresenta la equazione di risalita (12), (13), (14), (15), (16).

Rappresentando una curva di risalita in un diagramma $p_{f,t}^2$, log $\frac{\Delta t}{t_0 + \Delta t}$, si hanno soltanto

essere determinati nei due casi che seguono.

Caso $t_0 < t_1$ e $\Delta t < t_1$.

— Dalla rappresentazione $p_{f,t}^2$, log $\frac{\Delta t}{t_0 + \Delta t}$ risultano due pendenze m'_1 e m'_2 .

— I valori $K_1 h_1$ e $K_2 h_2$ risultano dall'equazione:

$$m' = \frac{2,3}{2\pi} \frac{q \bar{\mu} \bar{z} T p_0}{T_0 Kh} \quad (17)$$

— I valori K_1 e K_2 si possono ottenere in base ai valori h_1 e h_2

TABELLA 1

| TEMPO CHIUSURA POZZO t_0 | DECLINO DI PRESSIONE | | INCREMENTO DI PRESSIONE | | EQUAZIONE DI RISALITA DELLA PRESSIONE $\Delta(p^2)_d + \Delta(p^2)_c$ | N° EQUAZIONE |
|----------------------------|------------------------------|---|--|---|---|--------------|
| | $t_0 + \Delta t$ | $\Delta(p^2)_d = p_{si}^2 - p_{f, t_0 + \Delta t}^2$ | Δt | $\Delta(p^2)_c = p_{t_0 + \Delta t}^2 - p_{f, \Delta t}^2$ | | |
| $t_0 < t_1$ | $t_0 + \Delta t < t_1$ | $2m_1S + Bq^2 + m_1 \ln \frac{2,246 a_1 (t_0 + \Delta t)}{r_w^2}$ | $\Delta t < t_1$ | $-2m_1S - Bq^2 - m_1 \ln \frac{2,246 a_1 \Delta t}{r_w^2}$ | $p_{f, \Delta t}^2 = p_{si}^2 + m_1 \ln \frac{\Delta t}{t_0 + \Delta t}$ | (12) |
| $t_1 < t_0 < t_2$ | $t_1 < t_0 + \Delta t < t_2$ | $2m_1S + Bq^2 + m_1 \ln \frac{2,246 a_1 (t_0 + \Delta t)}{r_w^2} + m_1 E_i \left[-\frac{r_{e1}^2}{4a_1(t_0 + \Delta t)} \right] - m_2 E_i \left[-\frac{r_{e1}^2}{4a_2(t_0 + \Delta t)} \right]$ | $\Delta t < t_1$ | $-2m_1S - Bq^2 - m_1 \ln \frac{2,246 a_1 \Delta t}{r_w^2} + m_1 \left[E_i \left(-\frac{r_{e1}^2}{4a_1 \Delta t} \right) - E_i \left(-\frac{r_{e1}^2}{4a_2(t_0 + \Delta t)} \right) \right] - m_2 E_i \left[-\frac{r_{e1}^2}{4a_2 \Delta t} \right]$ | $p_{f, \Delta t}^2 = p_{si}^2 + m_1 \ln \frac{\Delta t}{t_0 + \Delta t} + m_1 \left[E_i \left(-\frac{r_{e1}^2}{4a_1 \Delta t} \right) - E_i \left(-\frac{r_{e1}^2}{4a_2(t_0 + \Delta t)} \right) \right] - m_2 E_i \left[-\frac{r_{e1}^2}{4a_2 \Delta t} \right]$ | (13) |
| | | $t_1 < \Delta t < t_2$ | $-2m_1S - Bq^2 - m_1 \ln \frac{2,246 a_1 \Delta t}{r_w^2} + m_1 \left[E_i \left(-\frac{r_{e1}^2}{4a_1 \Delta t} \right) - E_i \left(-\frac{r_{e1}^2}{4a_2(t_0 + \Delta t)} \right) \right] - m_2 \left[E_i \left(-\frac{r_{e1}^2}{4a_2 \Delta t} \right) - E_i \left(-\frac{r_{e1}^2}{4a_2(t_0 + \Delta t)} \right) \right]$ | (13') | | |
| $t_0 > t_2$ | $t_0 + \Delta t > t_2$ | $2m_1S + Bq^2 + m_1 \ln \frac{2,246 a_1 (t_0 + \Delta t)}{r_w^2} - m_1 \ln \frac{2,246 a_1 (t_0 + \Delta t)}{r_{e1}^2} + m_2 \ln \frac{2,246 a_2 (t_0 + \Delta t)}{r_{e1}^2} = 2m_1S + Bq^2 + m_1 \ln \frac{r_{e1}^2}{r_w^2} + m_2 \ln \frac{2,246 a_2 (t_0 + \Delta t)}{r_{e1}^2}$ | $\Delta t < t_1$ | $-2m_1S - Bq^2 - m_1 \ln \frac{2,246 a_1 \Delta t}{r_w^2} - m_1 \ln \frac{r_{e1}^2}{r_{e2}^2} - m_2 \ln \frac{2,246 a_2 (t_0 + \Delta t)}{r_{e1}^2}$ | $p_{f, \Delta t}^2 = p_{si}^2 + m_1 \ln \frac{\Delta t}{t_0 + \Delta t} - m_1 \ln \frac{r_{e1}^2}{r_{e2}^2} - m_2 \ln \frac{2,246 a_2 (t_0 + \Delta t)}{r_{e1}^2}$ | (14) |
| | | $t_1 < \Delta t < t_2$ | $-2m_1S - Bq^2 - m_1 \ln \frac{2,246 a_1 \Delta t}{r_w^2} - m_1 \left[E_i \left(-\frac{r_{e1}^2}{4a_1 \Delta t} \right) + m_2 E_i \left(-\frac{r_{e1}^2}{4a_2 \Delta t} \right) \right] - m_2 \left[E_i \left(-\frac{r_{e1}^2}{4a_2 \Delta t} \right) + \ln \frac{2,246 a_2 (t_0 + \Delta t)}{r_{e1}^2} \right]$ | (15) | | |
| | | $\Delta t > t_2$ | $-2m_1S - Bq^2 - m_1 \ln \frac{2,246 a_1 \Delta t}{r_w^2} + m_1 \ln \frac{2,246 a_1 \Delta t}{r_{e1}^2} - m_2 \ln \frac{2,246 a_2 \Delta t}{r_{e1}^2}$ | (16) | | |

determinati dalle caratteristiche del pozzo.

— La pressione statica si determina con l'estrapolazione della curva di risalita ad un valore

$$\frac{\Delta t}{t_0 + \Delta t} = 1.$$

— La caduta di pressione senza danneggiamento risulta dall'equazione di declino al momento della chiusura:

$$p_{f, t_0}^2 = p_{si}^2 - m_1 \ln \frac{2,246 a_1 t_0}{r_w^2} - 2m_1S - Bq^2 \quad (18)$$

dove

$$\Delta(p^2)_{ND} = m'_1 \log \frac{2,246 a_1 t_0}{r_w^2}, \quad (19)$$

e può essere determinata in quanto m'_1 e K_1 sono noti.

— La caduta di pressione per

danneggiamento risulta come la differenza:

$$\Delta(p^2)_D = \Delta(p^2) - \Delta(p^2)_{ND}. \quad (20)$$

È ovvio che le condizioni particolari richieste nel presente caso limitano molto la possibilità di ottenere questo andamento lineare all'inizio delle curve di risalita.

Caso $t_0 > t_2$.

— Nella rappresentazione $p_{f, \Delta t}^2$, $\log \frac{\Delta t}{t_0 + \Delta t}$, quando è $\Delta t > t_2$,

si avrà soltanto una retta nella parte finale, da cui risulta una pendenza m'_2 .

— Il valore $K_2 h_2$ si ottiene dall'equazione (17) con la pendenza m'_2 .

— La permeabilità K_2 non si

può ottenere perchè in genere lo spessore h_2 non è noto.

— La pressione statica risulta con l'estrapolazione della pressione

$$\text{al valore } \frac{\Delta t}{t_0 + \Delta t} = 1.$$

— Per determinare i parametri relativi allo strato vicino al pozzo si utilizza un metodo indiretto. Considerando la condizione:

$$t_0 + \Delta t > t_2 \\ \Delta t < t_1,$$

si ha dall'equazione (14):

$$p_{f, \Delta t}^2 = p_{si}^2 - m_1 \ln \frac{r_{e1}^2}{r_w^2} - m_2 \ln \frac{2,246 a_2 (t_0 + \Delta t)}{r_{e1}^2} + m_1 \ln \frac{2,246 a_1 \Delta t}{r_w^2} \quad (21)$$

che diventa:

$$p_{f, \Delta t}^2 = p_{si}^2 + m_1 \ln \frac{2,246 a_1 \Delta t}{r_{e1}^2} + m_2 \ln \frac{r_{e1}^2}{2,246 a_2 (t_0 + \Delta t)}. \quad (22)$$

Estrapolando la parte retta della curva di risalita di pendenza m'_2

(fig. 4) nel campo dei valori $\frac{\Delta t}{t_0 + \Delta t}$

ove $\Delta t < t_1$, si esegue la differenza fra le pressioni quadratiche misurate $P_{f, \Delta t}^2$ e quelle estrapolate $P_{f, \Delta t}^{*2}$ per cui si ha:

$$\begin{aligned} \Delta(p_{f, \Delta t}^2)_{\Delta t} &= p_{f, \Delta t}^2 - P_{f, \Delta t}^{*2} = \\ &= m_1 \ln \frac{2,246 a_1 \Delta t}{r_{e1}^2} + \\ &+ m_2 \ln \frac{r_{e1}^2}{2,246 a_2 (t_0 + \Delta t)} - \\ &- m_2 \ln \frac{\Delta t}{t_0 + \Delta t}, \quad (23) \end{aligned}$$

da cui:

$$\begin{aligned} \Delta(p_{f, \Delta t}^2)_{\Delta t} &= m_1 \ln \frac{2,246 a_1}{r_{e1}^2} + \\ &- m_2 \ln \frac{2,246 a_2}{r_{e1}^2} + (m_1 + \\ &- m_2) \ln \Delta t. \quad (24) \end{aligned}$$

— La pendenza m'_1 si ottiene rappresentando la funzione $\Delta(p_{f, \Delta t}^2)_{\Delta t}$, $\log \Delta t$, che è una retta, la cui pendenza $m'_1 - m'_2$ permette il calcolo della m'_1 perchè m'_2 è noto.

— La permeabilità K_1 , una volta nota la pendenza m' , si calcola, tramite il prodotto $K_1 h_1$, con l'equazione (17) se lo spessore h_1 è noto.

— La perdita di pressione senza danneggiamento si ottiene dall'equazione (11) (in corrispondenza del tempo di erogazione t_0):

$$\begin{aligned} \Delta(p^2)_{ND} &= m_1 \ln \frac{r_{e1}^2}{r_w^2} + \\ &+ m_2 \ln \frac{2,246 a_2}{r_{e1}^2} + m_2 \ln t_0, \quad (25) \end{aligned}$$

dove i primi due termini del secondo membro si ottengono con il seguente metodo indiretto.

L'equazione (24) per un tempo $\Delta t = 1$ diventa:

$$\begin{aligned} \Delta(p_{f, \Delta t}^2)_{\Delta t=1} &= m'_1 \log \frac{2,246 a_1}{r_{e1}^2} + \\ &- m'_2 \log \frac{2,246 a_2}{r_{e1}^2}, \quad (26) \end{aligned}$$

e dopo una semplice trasformazione:

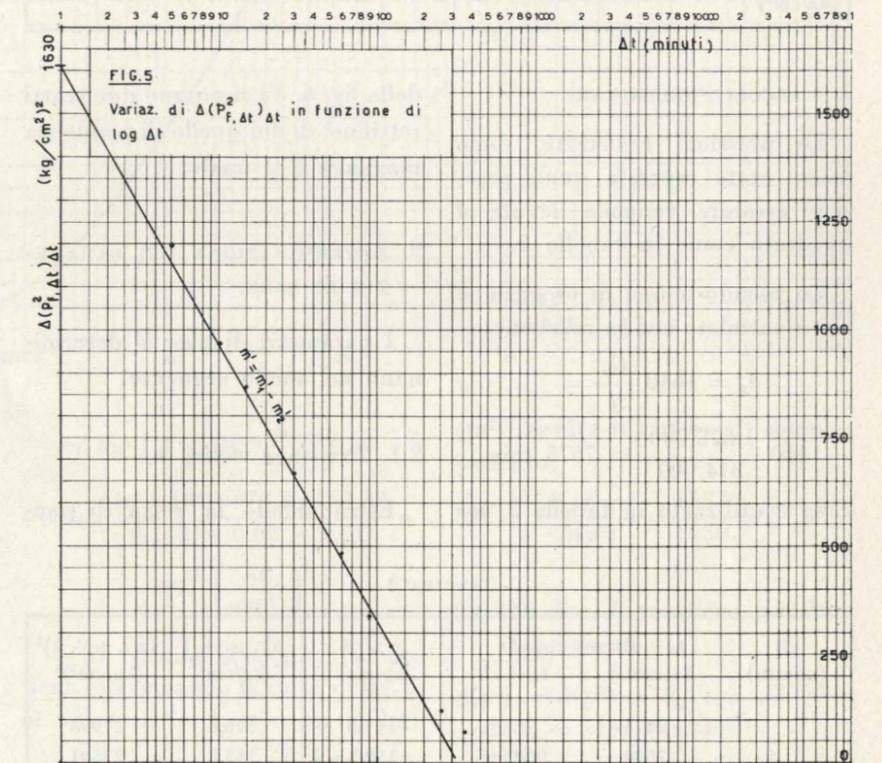
$$\begin{aligned} m'_1 \log \frac{r_{e1}^2}{r_w^2} + m'_2 \log \frac{2,246 a_2}{r_{e1}^2} &= \\ = m'_1 \log \frac{2,246 a_1}{r_w^2} - \Delta(p_{f, \Delta t}^2)_{\Delta t=1}. \quad (27) \end{aligned}$$

— La perdita di pressione per danneggiamento si può ottenere, una volta noto $\Delta(p^2)_{ND}$, come differenza fra la perdita di pressione totale e la perdita di pressione senza danneggiamento, espresse sotto la forma quadratica:

$$\Delta(p^2)_D = \Delta(p^2) - \Delta(p^2)_{ND}.$$

III. ESEMPIO DI CALCOLO

Un pozzo di raggio $r_w = 10$ cm è stato perforato in un giacimento



Il termine $m'_1 \log \frac{2,246 a_1}{r_w^2}$ viene calcolato in quanto m'_1 , a_1 e r_w^2 sono noti, invece il termine $\Delta(p_{f, \Delta t}^2)_{\Delta t=1}$ si legge, come illustrato nell'esempio numerico del diagramma di fig. 5, in corrispondenza del punto in cui la linea retta estrapolata al tempo $\Delta t = 1$ incontra l'asse delle ordinate.

Il termine $m_2 \ln t_0$ si può calcolare perchè la pendenza m_2 e t_0 sono noti.

di gas di spessore $h = 44$ m e di porosità $\phi = 0,143$. Il pozzo ha avuto una portata stabilizzata $q = 314.000$ Nm³/giorno e, producendo in queste condizioni, ha dato un volume cumulativo di gas $G_p = 1.675.000$ Nm³. Dopodichè il pozzo è stato chiuso ed è stata registrata la risalita della pressione nel tempo ad una profondità di 1244 m (la viscosità media del gas è $\bar{\mu} = 0,02$ cp; il fattore medio di deviazione dalla legge di stato dei gas perfetti è

$\bar{z} = 0,819$, e la temperatura è la determinazione del rapporto $T = 313^\circ\text{K}$.

— Dati di pressione relativa $p'_{f,\Delta t}$ registrati dopo la chiusura: sono rappresentati nel diagramma

| Δt min | 0 | 5 | 10 | 15 | 30 | 60 | 90 | 120 | 240 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $p'_{f,\Delta t}$ (kg/cm ²) | 147,3 | 152,3 | 152,4 | 152,4 | 152,5 | 152,6 | 152,6 | 152,7 | 153,0 |

| Δt min | 360 | 600 | 840 | 1080 | 1440 | 2160 | 2880 | 3600 | 4380 | 4470 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $p'_{f,\Delta t}$ (kg/cm ²) | 153,2 | 153,5 | 153,8 | 154,1 | 154,4 | 154,7 | 154,9 | 155,1 | 155,3 | 155,3 |

1. CALCOLI PRELIMINARI.

Le pressioni registrate, dopo essere state espresse quali pressioni assolute, vengono elevate al quadrato come in tabella 2.

Lo pseudo-tempo di erogazione viene calcolato con la relazione:

$$t_0 = 1440 \frac{G_p}{q} = 1440 \frac{1.675.000}{314.000} = 7675 \text{ min.}$$

Esso è utilizzato in tabella 2 per

della fig. 6. Vi si notano due tratti rettilinei di cui quello di pendenza maggiore è il finale.

2. DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI BASE.

I parametri di base si determinano nel modo seguente:

2.1. Pressione statica p_{si} .

Estrapolando la retta di pen-

TABELLA 2

| Δt (minuti) | $t_0 + \Delta t$ (minuti) | $\frac{\Delta t}{t_0 + \Delta t}$ | $p'_{f,\Delta t}$ kg/cm ² | $p'_{f,\Delta t+1}$ kg/cm ² | $(p'_{f,\Delta t+1})^2$ (kg/cm ²) ² |
|---------------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--|--|
| 5 | 7675 | | 147,3 | 148,3 | 21993 |
| 5 | 7680 | 0,00065 | 152,3 | 153,3 | 23501 |
| 10 | 7685 | 0,00130 | 152,4 | 153,4 | 23532 |
| 15 | 7690 | 0,00195 | 152,4 | 153,4 | 23532 |
| 30 | 7705 | 0,00389 | 152,5 | 153,5 | 23562 |
| 60 | 7735 | 0,00775 | 152,6 | 153,6 | 23593 |
| 90 | 7765 | 0,0116 | 152,6 | 153,6 | 23593 |
| 120 | 7795 | 0,0154 | 152,7 | 153,7 | 23624 |
| 240 | 7915 | 0,0303 | 153,0 | 153,0 | 23709 |
| 360 | 8035 | 0,0448 | 153,2 | 154,2 | 23778 |
| 600 | 8275 | 0,0725 | 153,5 | 154,5 | 23870 |
| 840 | 8515 | 0,986 | 153,8 | 154,8 | 23963 |
| 1080 | 8755 | 0,1233 | 154,1 | 155,1 | 24056 |
| 1440 | 9115 | 0,1580 | 154,4 | 155,4 | 24149 |
| 2160 | 9835 | 0,2196 | 154,7 | 155,7 | 24242 |
| 2880 | 10555 | 0,2730 | 154,9 | 155,9 | 24305 |
| 3600 | 11275 | 0,3190 | 155,1 | 156,1 | 24367 |
| 4380 | 12055 | 0,3633 | 155,3 | 156,3 | 24430 |
| 4470 | 12145 | 0,3680 | 155,3 | 156,3 | 24430 |

denza m'_2 fino al $\frac{\Delta t}{t_0 + \Delta t} = 1$,

risulta per la pressione statica:

$$p_{si}^2 = 24.750 \text{ (kg/cm}^2\text{)}^2$$

$$p_{si} = 157,32 \text{ kg/cm}^2.$$

2.2 Pendenze m'_1 e m'_2 .

La pendenza della parte finale della risalita si legge direttamente sul diagramma:

$$m'_2 = 750 \frac{\text{(kg/cm}^2\text{)}^2}{\text{ciclo}}$$

Per la pendenza m'_1 si deve utilizzare la relazione:

$$\Delta(p_{f,\Delta t}^2)_{\Delta t} = m' \log \Delta t + \text{cost.}$$

dove:

$$m' = m'_1 - m'_2.$$

I valori $\Delta(p_{f,\Delta t}^2)_{\Delta t}$, vedi tabella 3, si misurano sul diagramma di fig. 6 e si riportano nel diagramma di fig. 5, per cui risulta una pendenza $m' = -670 \frac{\text{(kg/cm}^2\text{)}^2}{\text{ciclo}}$,

dalla quale si ottiene:

$$m'_1 = m'_2 + m' = 750 - 670 = 80 \frac{\text{(kg/cm}^2\text{)}^2}{\text{ciclo}}$$

In corrispondenza di $\Delta t = 1$ è

$$\Delta(p_{f,\Delta t}^2)_{\Delta t=1} = 1630 \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)^2.$$

2.3. Capacità K_h .

Le capacità si determinano in base all'equazione:

$$K_h h_i = 0,1552 \frac{q \bar{\mu} \bar{z} T}{m'_i} = 0,1552 \frac{314.000 \times 0,02 \times 0,819 \times 313}{m'_i} = \frac{250.000}{m'_i},$$

per cui:

$$K_1 h_1 = \frac{250.000}{m'_1} = \frac{250.000}{80} = 3120 \text{ mD} \times \text{m}$$

e

$$K_2 h_2 = \frac{250.000}{m'_2} = \frac{250.000}{750} = 335 \text{ mD} \times \text{m}.$$

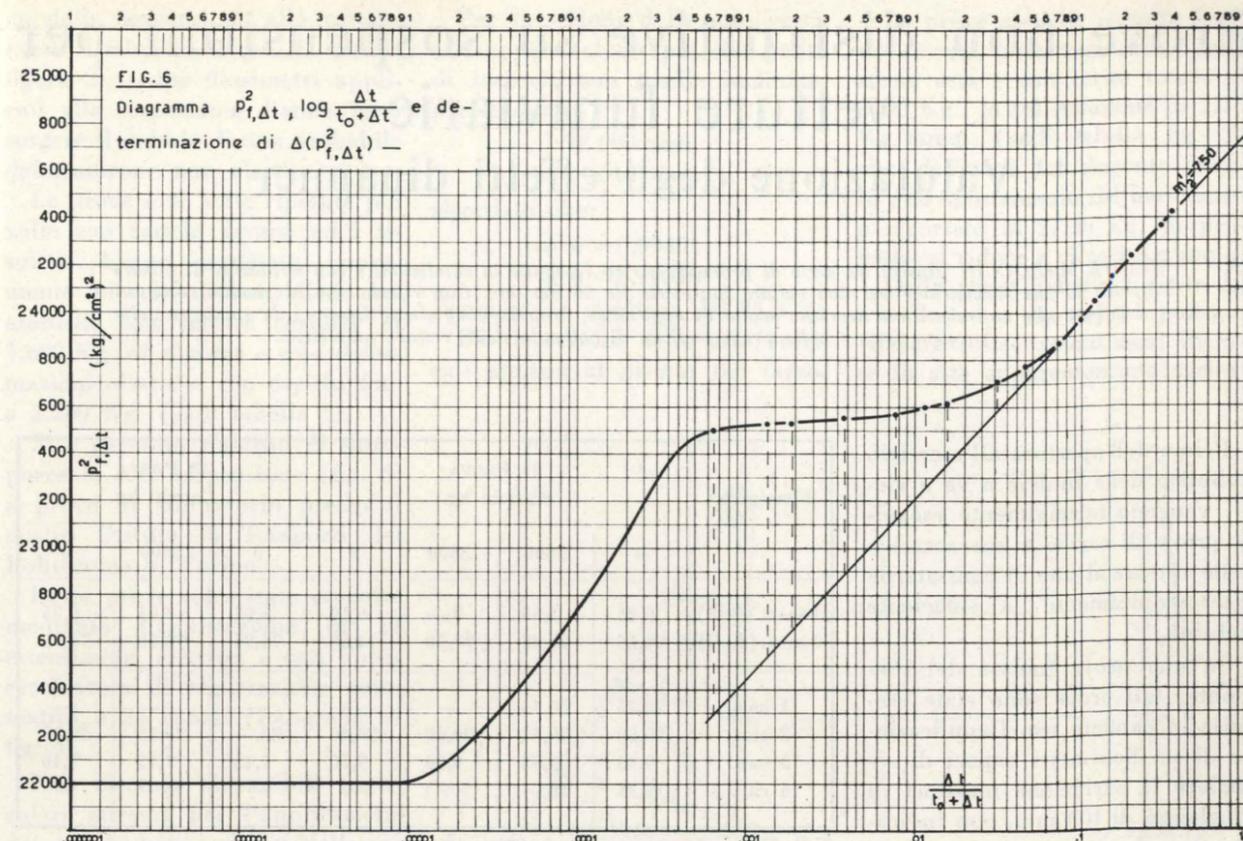


TABELLA 3

| Δt (min) | $p_{f,\Delta t}^2$ (kg/cm ²) ² | $p_{f,\Delta t}^{*2}$ (estrapolato fig. 6) (kg/cm ²) ² | $\Delta(p_{f,\Delta t}^2)_{\Delta t}$ (kg/cm ²) ² |
|------------------|---|---|--|
| 5 | 23503 | 22.300 | 1200 |
| 10 | 23532 | 22.550 | 970 |
| 15 | 23532 | 22.650 | 870 |
| 30 | 23562 | 22.900 | 662 |
| 60 | 23593 | 23.100 | 493 |
| 90 | 23593 | 23.250 | 343 |
| 120 | 23624 | 23.350 | 274 |
| 240 | 23709 | 23.600 | 109 |
| 360 | 23778 | 23.700 | 78 |

Dal valore $K_1 h_1$ e dal valore h_1 risulta la permeabilità media:

$$K_1 = \frac{3120}{44} = 70,8 \text{ mD.}$$

2.4. Perdita di pressione senza danneggiamento $\Delta(p^2)_{ND}$.

La perdita di pressione si ricava dalla relazione:

$$\Delta(p^2)_{ND} = m'_1 \log \frac{1,3 \times 10^{-5} K_1 p_{si}}{\bar{\mu} r_w^2} + \Delta(p_{f,\Delta t}^2)_{\Delta t=1} + m'_2 \log t_0.$$

— Il primo termine si calcola in base al valore K_1 ottenuto:

$$m'_1 \log 1,3 \times 10^{-5} \frac{K_1 p_{si}}{\bar{\mu} r_w^2} = 80 \log \frac{1,3 \times 10^{-5} \times 70,8 \times 157,32}{0,143 \times 0,02 \times 0,01} = 297 \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)^2.$$

— Il termine $\Delta(p_{f,\Delta t}^2)_{\Delta t=1}$ si ottiene estrapolando la retta di fig. 5 al valore $\Delta t = 1$, per cui si ha:

$$\Delta(p_{f,\Delta t}^2)_{\Delta t=1} = 1630 \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)^2.$$

— Il terzo termine è dato dalla relazione:

$$m'_2 \log t_0 = 750 \times \log 7675 = 750 \times 3,885 = 2920 \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)^2.$$

La perdita di pressione senza danneggiamento sarà allora:

$$\Delta(p^2)_{ND} = 1587 \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)^2.$$

2.5. Fattore di completamento.

Nota la perdita totale $\Delta(p^2) = 24.750 - 22.000 = 2.750 \text{ (kg/}$

cm²)² risulta il fattore di completamento:

$$CF = \frac{\Delta(p^2)_{ND}}{\Delta(p^2)} = \frac{1587}{2750} = 57,6\%.$$

2.6. Perdita di pressione per danneggiamento.

$$\Delta(p^2)_D = \Delta(p^2) - \Delta(p^2)_{ND} = 2750 - 1587 = 1163 \text{ (kg/cm}^2\text{)}^2.$$

T. Van Goldfracht - G. Gorini
G. Perrotti

BIBLIOGRAFIA

[1] T. VAN GOLDFRACHT, G. GORINI, G. PERROTTI, Nuovi contributi all'interpretazione delle curve di risalita dei pozzi di un giacimento di gas a raggio infinito, Atti e Rassegna Tecnica, settembre 1964.

[2] T. VAN GOLDFRACHT, G. GORINI, G. PERROTTI, Nuovi contributi all'interpretazione delle curve di risalita dei pozzi in un giacimento di gas a raggio finito, Atti e Rassegna Tecnica, ottobre 1964.

[3] W. HURST, Interference between oil fields, Trans. AIME, vol 219, 1960.

Prove non distruttive su sospensioni per vetture funiviarie

Valutazione degli effetti dinamici

DANTE MAROCCHI illustra tre serie di prove di carico (eseguite in condizioni e con strumenti di misura diversi) su una sospensione per una vettura funiviaria da 30 persone. Con riferimento ai risultati ottenuti ed in base alle considerazioni teoriche svolte in appendice, propone coefficienti dinamici da applicare nella progettazione e nelle prove statiche di collaudo delle vetture funiviarie.

Prima dell'apertura all'esercizio pubblico delle funivie a va e vieni, vengono normalmente eseguite prove di carico e sovraccarico delle vetture al fine di constatarne macroscopicamente la sufficiente stabilità.

Su una nuova funivia del Piemonte, tali prove sono state eseguite in cantiere con l'applicazione di sei flessimetri capaci di segnalare la variazione massima di lunghezza di 100 mm. con indicazione di $\frac{1}{20}$ di mm. ottenuta con nonio.

Detti flessimetri sono stati applicati come risulta dallo schema fig. 1. Due di essi misuravano la variazione, con il carico, della di-

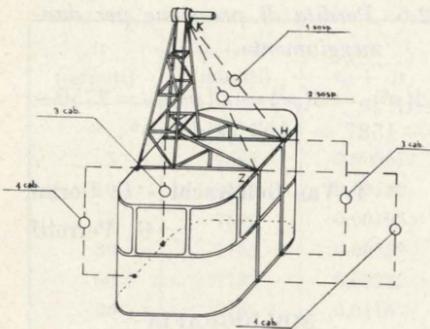


Fig. 1 - Schema di applicazione dei flessimetri al ventesimo di mm. nelle prove di carico effettuate in opera su una vettura funiviaria da 30 persone.

stanza tra l'occhione della sospensione e gli attacchi della sospensione alla vettura (distanza KZ, KH), quattro la variazione della lunghezza dei montanti principali della cabina; di questi ultimi, due misuravano lo spostamento relativo tra sospensione e fondo della

| Flessimetri | 1ª PROVA Carichi kg. | | | 2ª PROVA Carichi kg. | | | |
|---------------|-------------------------|-------|-------|-------------------------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1800 | 3600 | 0 | 0 | 3600 | 0 |
| 1 sosp. (K-Z) | 6,25 | 7,65 | 9,— | 6,10 | 6,05 | 8,65 | 6,35 |
| 2 sosp. (K-H) | 74,55 | 76,25 | 77,50 | 74,60 | 74,25 | 76,70 | 74,70 |
| 1 cab. | 20,75 | 20,75 | — | — | — | — | — |
| 2 cab. | 29,50 | 29,55 | 29,40 | 29,40 | 29,— | 29,15 | 29,15 |
| 3 cab. | 9,35 | 9,55 | 9,90 | 9,60 | 7,45 | 7,45 | 7,40 |
| 4 cab. | 18,35 | 18,— | — | — | — | — | — |

N.B. Misure in mm e centesimi di millimetro.

| Flessimetri | 3ª PROVA Carichi kg. | | 4ª PROVA Carichi kg. | | | |
|-------------|-------------------------|-------|-------------------------|-------|-------|-------|
| | 0 | 2900 | 0 | 0 | 3600 | 0 |
| 1 sosp. | 22,75 | 26,05 | 22,60 | 6,20 | 8,85 | 6,40 |
| 2 sosp. | 9,75 | 12,50 | 9,40 | 74,25 | 76,90 | 74,50 |

N.B. Misure in mm e centesimi di millimetro.

Fig. 2 - Risultati delle prove di carico segnalati dai flessimetri nelle prove di cui alla fig. 1.

cabina, ed indicavano perciò anche la deformazione degli occhioni e del perno di collegamento fra sospensione e cabina, gli altri due invece il solo allungamento dei montanti: con buona approssimazione la differenza fra le due letture segnalava il movimento dovuto agli occhioni e perni di collegamento sospensione-vettura.

Va segnalato che il committente aveva ordinato al costruttore sospensioni sufficienti per un carico statico lordo di 680 Kg. per occhione e cioè adatte a cabine di peso totale di 2.720 Kg. corrispondenti ad una portata utile di 27 persone ($27 \times 80 = 2.160$ Kg.) più

il peso a vuoto della cabina valutato in 560 Kg. ma risultato in effetti di circa 600 Kg.

In vista di un possibile aumento della portata a 30 persone ed in considerazione delle sollecitazioni dinamiche, è stato applicato un carico utile di 3.600 Kg. corrispondente al peso regolamentare di 30 persone aumentato del 50% (vedi appendice).

La sospensione è risultata pertanto caricata di circa 4.200 Kg.

Mentre le sollecitazioni dei quattro flessimetri applicati alla cabina non hanno dato luogo a rilievi sostanziali all'infuori di un assestamento del perno dell'attac-

co della sospensione alle vetture (vedi flessimetro 2 cab di tabella figura 2), i due flessimetri applicati alla sospensione hanno fatto sorgere il dubbio di una probabile deformazione non elastica.

Le prove sono state ripetute più volte con carichi diversi ed i risultati hanno segnalato nuovamente piccole deformazioni non elastiche con vettura caricata di 3.600 Kg. di zavorra e solo deformazioni elastiche con carichi fino a 3.200 Kg. (vedi tabella 2).

Si è pertanto stabilito di sottoporre la sola sospensione (fig. 3) a prove di laboratorio presso il nostro Istituto di Trasporti del Politecnico di Torino.

Dette prove sono state eseguite mediante l'applicazione di 17 estensimetri elettrici e con apparecchiatura di registrazione automatica a 24 canali (fotografia di fig. 4).

Non essendo disponibili particolari attrezzi per l'applicazione dei carichi agli occhioni della sospensione, i carichi stessi sono stati posati sul rettangolo inferiore del traliccio della sospensione, come si può vedere nella fotografia di fig. 5.

Detta sistemazione ha provocato sollecitazioni diverse da quelle reali, in quanto il baricentro dei carichi applicati veniva a trovarsi spostato verso l'interno rispetto al piano contenente le funi portanti, fino a provocare l'inclinazione della struttura di 6 gradi. Ne conseguiva un incremento delle sollecitazioni a flessione dovuto all'aumento della distanza dal piano verticale contenente la fune portante.

Detta l la distanza in verticale delle sezioni esaminate dalla fune portante ed a lo scostamento laterale dell'asse neutro delle stesse sezioni rispetto al piano verticale contenente la fune portante, l'incremento p di coppia era dato dall'aumento di tale scostamento e più precisamente dalla relazione:

$$p = \frac{(a + l \operatorname{tg} 6^\circ) \cos 6^\circ}{a} - 1$$

Per le sezioni delle aste verticali appena al disopra del punto di incrocio con quelle inclinate, per le quali

$$l = 2.000 \text{ mm.}$$

$$a = 610 \text{ mm.}$$

ricordato che:

$$\cos 6^\circ = 0,99452$$

$$\operatorname{tg} 6^\circ = 0,10510$$

l'aumento p risultava del 33,5%.

Per le sezioni delle aste verticali appena al disotto del fazzo-

Le prove statiche eseguite hanno invece fatto registrare, nella stessa asta e con carico totale di 3000 Kg., la sollecitazione di 12,7 Kg/mmq. (vedi tabella fig. 7) che, depurata dell'aumento dovuto allo spostamento del baricentro e riportato ai 2.720 Kg. di progetto, si riduce a circa 9 Kg/mmq.

Dalla stessa tabella 7 (aste 10 a valle ed a monte), si possono rilevare sollecitazioni assai diverse in aste apparentemente carica-

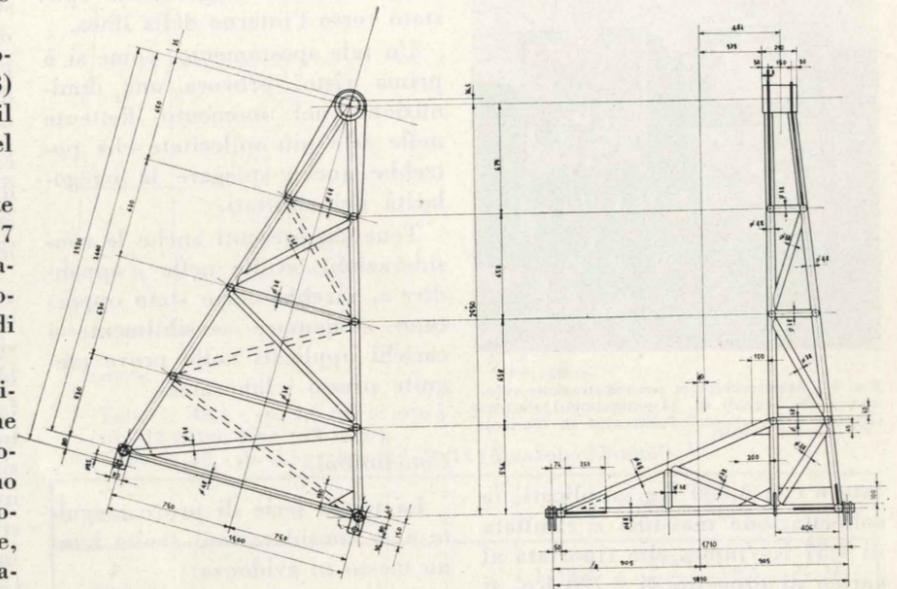


Fig. 3 - Disegno quotato della sospensione per cabina da 30 persone di funivie con sostegni di linea.

letto sottostante all'occhione, che sono risultate le maggiormente sollecitate, i valori di cui sopra risultavano:

$$l = 730$$

$$a = 530$$

$$p = 14 \%$$

In definitiva, nelle aste interne verticali l'aumento dovuto allo spostamento del baricentro variava linearmente dal 14 al 33,5%; via via che ci si allontanava dall'occhione della sospensione.

Va ricordato che la sospensione era stata calcolata mediante il Cremoniano di fig. 6 con risultati necessariamente approssimati essendosi così trascurati i momenti trasmessi dai nodi.

La sollecitazione massima calcolata con il carico di 680 Kg. per occhione, era di 6,9 Kg/mmq. nell'asta 12 del disegno fig. 3 (come risulta dalle tabelle di fig. 6).

te allo stesso modo; il fenomeno è stato attribuito con ragione alla tralicciatura non incrociata.

Prove di durezza Brinell, eseguite nella stessa occasione ed effettuate con apparecchio portatile « Duromin », hanno fatto riscontrare durezza inferiori ai 120 Brinell corrispondenti ad acciai con resistenza a rottura inferiore a 40 Kg/mmq.; va rilevato che la sospensione in esame, dopo la sua costruzione, era stata ricotta per eliminare le eventuali tensioni interne dovute alle saldature; tale trattamento può giustificare i bassi valori di durezza riscontrati.

In considerazione delle anomalie dovute al sistema con cui erano stati applicati i carichi, si è ritenuto opportuno far predisporre 4 piattaforme applicabili ai 4 perni inferiori della sospensione e ripetere le prove presso il labo-

ratorio di « Costruzione delle Macchine » del Politecnico di Milano.

Tali prove davano risultati piuttosto diversi (vedi tabella 8) da quelli rilevati nelle precedenti, ma dimostravano sempre che le sollecitazioni unitarie erano molto superiori a quelle calcolate; in particolare per l'asta 12 sopra ci-

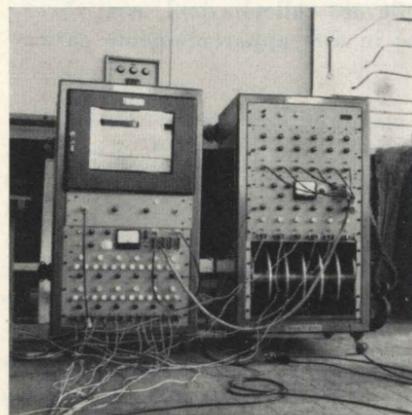


Fig. 4 - Apparecchiatura per registrazione automatica dei segnali di 24 estensimetri elettrici (Istituto Trasporti del Politecnico di Torino).

tata e con 3.000 Kg. applicati, la sollecitazione massima è risultata di 9,57 Kg/mm². che riportata al carico di progetto di 2.720 Kg. si riduce a 8,67 Kg/mm².

Nel corso di tali prove è stata rimisurata, con strumenti ovviamente più adatti, la variazione della distanza KH tra l'occhione della sospensione della vettura.

Il ritorno a zero degli strumenti ha dimostrato che, con il carico applicato di 3.500 Kg., non si avevano deformazioni permanenti.

Ciò conferma i risultati delle prove eseguite in opera per carichi utili fino a 3.200 Kg. ma con cabina montata e perciò con carichi totali sulla sospensione di 3.800 Kg.

Va anzi rilevato che gli allungamenti misurati in opera con aumento del carico di 3.600 Kg., e perciò con carico sulla sospensione variabile da circa 600 a 4.200 Kg., sono risultati variabili da 2,35 a 2,95 mm., mentre nelle prove eseguite al Politecnico di Milano, con carico variabile da 0 a 3.500 Kg., essi sono risultati

compresi tra 3,71 e 3,76 mm. e pertanto sensibilmente superiori.

Ciò sembrerebbe denunciare una scarsa proporzionalità fra carichi e deformazioni che può spiegarsi supponendo una non perfetta simmetria nella disposizione dei carichi nelle prove eseguite in opera.

È stata anche notata la tendenza, manifestata dalle vetture in opera, di disporsi, a vuoto, con l'asse verticale leggermente spostato verso l'interno della linea.

Un tale spostamento, come si è prima visto, provoca una diminuzione nel momento flettente nelle aste più sollecitate che potrebbe anche spiegare la irregolarità dei risultati.

Tenendo presenti anche le considerazioni, svolte nella « appendice », sarebbe forse stato opportuno aumentare sensibilmente i carichi applicati nelle prove eseguite presso i laboratori.

Conclusioni.

La tripla serie di prove eseguite e le considerazioni svolte hanno messo in evidenza:

a) che nelle prove di carico è della massima importanza la buona scelta dei punti su cui applicare gli estensimetri elettrici;

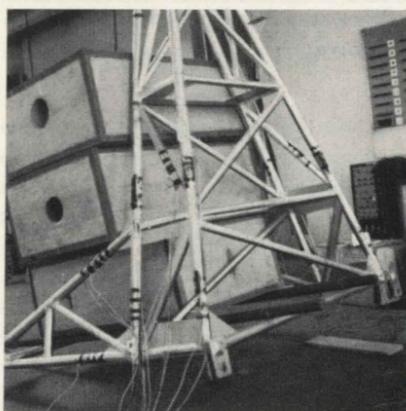


Fig. 5 - Sistemazione dei carichi sulla sospensione di fig. 3 durante le prove svolte al Politecnico di Torino.

infatti una variazione di posizione, anche piccola, può portare alla lettura di sollecitazioni unitarie assai diverse a causa soprat-

tutto delle elevate sollecitazioni secondarie, esistenti in strutture così ampiamente iperstatiche;

b) che nei calcoli di progetto è necessario tener conto di un coefficiente dinamico non inferiore ad 1,6 per le sospensioni non simmetriche nel piano trasversale al moto, ed a 1,4 per quelle simmetriche;

c) che il calcolo eseguito con il Cremoniano porta a risultati scarsamente attendibili, trascurando sollecitazioni secondarie che possono invece avere un effetto determinante;

d) che la tralicciatura non incrociata può portare a notevoli disparità delle sollecitazioni in aste apparentemente caricate nello stesso modo;

e) che le misure di allungamento di tutta la struttura, con rilievo delle frecce residue dopo lo scarico, possono segnalare deformazioni permanenti non rilevabili dagli estensimetri elettrici, sia pure applicati con cura, denunciando la deformazione della struttura in punti, quali i nodi, in cui può essere materialmente impossibile applicare gli estensimetri; pertanto è sempre opportuno che esse vengano eseguite contemporaneamente a queste ultime ed attentamente valutate;

f) che l'inclinazione laterale può portare a forti variazioni nelle sollecitazioni a flessione nelle sospensioni dissimmetriche; pertanto le prove di carico, da effettuarsi sempre in officina od in laboratorio, devono essere eseguite sia con carico simmetrico che dissimmetrico;

g) che le strutture in esame devono essere progettate tenendo conto delle sollecitazioni dinamiche e della fatica ed essere costruite con materiali adatti.

In conclusione, si ritiene opportuno che il « Regolamento Tecnico » per gli impianti a fune in servizio pubblico stabilisca dei coefficienti dinamici da applicare nel calcolo e nelle prove delle parti essenziali delle vetture funi-

viarie e proibisca l'uso di materiali eccessivamente duri, fragili o facilmente intaccabili da agenti corrosivi, che per loro natura non sono adatti a sopportare le sollecitazioni di fatica.

APPENDICE

Si ricorda che l'accelerazione centrifuga a al passaggio del carrello sulla scarpa del sostegno di linea è data dalla relazione:

$$a = \frac{V^2}{r}$$

dove V è la velocità del carrello ed r il raggio di curvatura della scarpa: l'aumento del 20 % della velocità di passaggio comporta un aumento dell'accelerazione del 44 %; l'aumento del 30 % quello del 69 %.

Può quindi diminuire di altrettanto il carico trasmesso dalla cabina alla sospensione al passaggio sulle scarpe; nell'istante successivo la sospensione verrà sovraccaricata di un valore poco minore in ripetute oscillazioni smorzate. Va osservato che tale evenienza coincide normalmente con l'intervento del freno di emergenza di stazione, agente per eccesso di velocità e quindi anche del freno di esercizio.

La funivia si arresta con decelerazione che può raggiungere i 4 ÷ 5 m./sec.², trattandosi di intervento contemporaneo di tutti i freni di stazione.

L'aumento del carico sulla sospensione, dovuto alla frenatura, può sommarsi in qualche istante a quello dovuto al passaggio sulla scarpa.

Il valore del sovraccarico totale massimo è determinabile con facilità in quanto trattasi di forze d'inerzia, ambedue applicate al baricentro, con direzioni ben definite: la prima secondo il raggio della scarpa, l'altra secondo la traiettoria del veicolo, e pertanto normali fra di loro.

La risultante delle suddette forze d'inerzia si comporrà con la forza peso, anch'essa applicata al baricentro, dando origine in de-

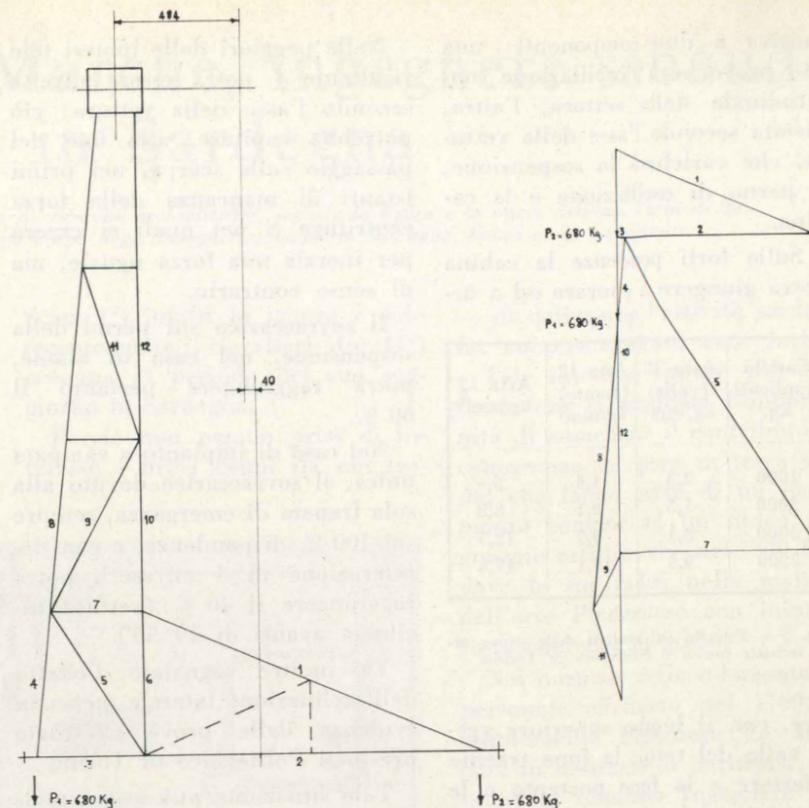


Fig. 6 - Calcolo grafico Cremoniano con cui è stata calcolata la sospensione di fig. 3 (con tabella risultati).

| Asta | λ | ω | P | Sollecit. kg/mm ² | K |
|--------------|---|----------|------|---------------------------------------|------|
| 1 TESA | | | 1730 | $\frac{1730}{619} = 2,8$ | 16 |
| 2 COMPR. | $\frac{720}{15,5} = 46,5$ | 1,25 | 1600 | $\frac{1600 \times 1,25}{619} = 3,23$ | 13,9 |
| 3 COMPR. | $\frac{456}{15,5} = 29,4$ | 1,11 | 80 | $\frac{80 \times 1,11}{619} = 0,143$ | 312 |
| 4 TESA | | | 680 | $\frac{680}{619} = 1,1$ | 41 |
| 5 COMPR. | $\frac{650}{15,5} = 42$ | 1,20 | 2850 | $\frac{2850 \times 1,20}{619} = 5,55$ | 8,1 |
| 6 TESA | | | 2420 | $\frac{2420}{619} = 3,92$ | 11,5 |
| 7 TESA | $\left. \begin{array}{l} \text{Tubo } \varnothing 38 \\ 2 \times 60 \times 5 \end{array} \right\} \text{Sez. compl. } 890 \text{ mm}^2$ | | 1600 | $\frac{1600}{890} = 1,8$ | 25 |
| 8 COMPR. | $\frac{660}{15,5} = 42,5$ | 1,21 | 2170 | $\frac{2170 \times 1,21}{619} = 4,24$ | 10,6 |
| 9 TESA | | | 480 | $\frac{480}{290} = 1,65$ | 27,2 |
| 10 TESA | | 1,36 | 3100 | $\frac{3100}{619} = 5$ | 9 |
| 11 COMPR. | $\frac{700}{12,5} = 56$ | | 750 | $\frac{750 \times 1,36}{290} = 3,52$ | 12,7 |
| 12 TESA | | | 4260 | $\frac{4260}{619} = 6,9$ | 6,5 |

Fig. 6 - Calcolo grafico Cremoniano con cui è stata calcolata la sospensione di fig. 3 (con tabella risultati).

finitiva a due componenti: una che provocherà l'oscillazione longitudinale della vettura, l'altra, diretta secondo l'asse della vettura, che caricherà la sospensione, il perno di oscillazione e la cabina.

Sulle forti pendenze la cabina potrà giungere a sfiorare od a ur-

| Carichi applicati kg. | Asta 10 (valle) kg/mm ² | Asta 12 (monte) kg/mm ² | Asta 12 kg/mm ² |
|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 1000 | 2,3 | 4,8 | 5,- |
| 2000 | 5,3 | 8,1 | 8,8 |
| 3000 | 8,1 | 9,2 | 12,7 |
| 3500 | 9,5 | 14,1 | 17,6 |

Fig. 7 - Estratto dei risultati delle prove effettuate presso il Politecnico di Torino.

tare, con il lembo superiore verso valle del tetto, la fune traente inferiore e la fune portante o le strutture dei sostegni di linea, qualora la vettura non sia stata opportunamente progettata o non ne venga impedita da appositi dispositivi limitatori delle oscillazioni.

Con decelerazione di 4 m./sec.², con un peso di 2.720 Kg. più 200 Kg. del peso della sospensione, la forza d'inerzia F dovuta alla frenatura sarà

$$F = m a = \frac{P}{g} \cdot a = \frac{2.920}{9,81} \cdot 4 = 1.190 \text{ Kg.}$$

Ammissa una pendenza della traiettoria all'uscita della scarpa del 100 % ed una accelerazione centrifuga di 4,20 m./sec.², corrispondente ad un eccesso di velocità 30 % su scarpe del raggio minimo ammesso, la forza d'inerzia S dovuta al passaggio sulla scarpa sarà:

$$S = m \cdot a = \frac{2.920}{9,81} \cdot 4,20 = 1.250 \text{ Kg.}$$

La risultante I delle due forze d'inerzia sarà

$$I = \sqrt{1.220^2 + 1.250^2} = 1.700 \text{ Kg.}$$

Nelle peggiori delle ipotesi tale risultante I potrà essere diretta secondo l'asse della vettura; ciò potrebbe capitare, alla fine del passaggio sulla scarpa, nei primi istanti di mancanza della forza centrifuga S nei quali si creerà per inerzia una forza uguale, ma di senso contrario.

Il sovraccarico sul perno della sospensione, nel caso in esame, potrà raggiungere pertanto il 60 %.

Nel caso di impianto a campata unica, il sovraccarico dovuto alla sola frenata di emergenza, sempre sul 100 % di pendenza, e con decelerazione di 4 m./sec.², potrà raggiungere il 40 % (vettura inclinata avanti di 19° 50').

Va inoltre segnalato l'effetto dell'inclinazione laterale messo in evidenza dalle prove effettuate presso il Politecnico di Torino.

Tale situazione può aversi realmente nel caso di vento laterale o di spostamento su un lato della cabina di tutti i passeggeri, come capita quando uno spettacolo attraente sia visibile da uno solo

| Carichi applicati kg. | Asta 10 kg/mm ² | Asta 12 kg/mm ² | Distanza K-H mm. |
|-----------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|
| 0 | — | — | 0 |
| 2600 | 5,42 | 8,25 | 2,60 |
| 3000 | 6,26 | 9,57 | 3,10 |
| 3500 | 7,41 | 11,30 | 3,68 |
| 0 | — | — | 0 |

Fig. 8 - Estratto dei risultati delle prove effettuate presso il Politecnico di Milano.

dei lati della funivia. Detto fenomeno non interviene nelle sospensioni simmetriche delle funivie a campata unica.

L'effetto contemporaneo delle tre sollecitazioni dinamiche sopra descritte appare assai improbabile e pertanto nel progetto e nelle prove statiche, da eseguire sulle vetture, non sembra necessario debba tenersi conto di tutte; non improbabile invece appare la contemporaneità delle prime due nelle funivie con sostegni di linea.

In definitiva, sembra opportuno che venga adottato un carico di prova delle sospensioni pari ad almeno 1,6 volte quello statico, per le vetture destinate ad impianti con sostegni di linea ed a 1,4 volte per gli impianti senza sostegni di linea, con sospensioni simmetriche.

Va tenuto anche presente, a conforto di tale differenziazione, che la forma chiusa e simmetrica rispetto all'asse longitudinale delle sospensioni delle vetture delle funivie a campata unica, comporta assai minori preoccupazioni nei riguardi della loro resistenza alle sollecitazioni a torsione che, pur difficilmente valutabili, non possono però essere trascurate; infatti, alcune fratture verificatesi nella sezione appena al disotto dell'occhione della sospensione, hanno recentemente e vivacemente richiamato l'attenzione dei tecnici.

Va notato che con le attuali costruzioni in lega leggera, il peso a pieno carico delle vetture è dovuto per 1/4 al peso oscillante del veicolo (sospensione e cabina) e per 3/4 al carico utile; quando le prove statiche si svolgessero con sospensione e cabina montate, il carico di prova da immettere nelle vetture dovrebbe perciò essere approssimativamente 1,8 volte quello di progetto per gli impianti con sostegni di linea e 1,50 volte lo stesso carico per quelle a campata unica.

Si ricorda per inciso che il regolamento italiano prescrive che il grado di sicurezza delle strutture in esame sia « non minore di 5 in progetto e non minore di 4 quando le tensioni unitarie e le caratteristiche del materiale risultino inequivocabilmente da esperienze e prove di laboratori ufficiali »; qualora in progetto e nelle prove fossero stati introdotti i coefficienti dinamici di cui sopra, tali gradi di sicurezza potrebbero essere convenientemente ridotti.

Dante Marocchi

Varin de la Marche, ingegnere sabaudo in Sardegna

MAURO CABRAS, sulla scorta di ricerche archivistiche, segnala la figura e le opere dell'ing. Varin de la Marche, capitano tenente nel corpo degli ingegneri sabaudi in Sardegna, finora quasi sconosciuto.

Fra gli ingegneri militari che dal 1720 e per tutto il XVIII secolo operarono in Sardegna importandovi, sia nelle costruzioni militari che in quelle civili, il soffio innovatore di quella corren-

Scano (2) infatti lo ignora e solo recentemente il Cavallari-Murat (3) accenna al periodo del suo soggiorno in Sardegna.

Perciò non paiono privi di interesse i brevi cenni da me tro-

— di delinearne l'attività sarda e far conoscere alcuni suoi lavori.

Tale interesse appare più evidente ove si consideri l'opportunità di aumentare il contributo di conoscenze su opere in terra sarda, che fanno parte di un patrimonio comune ad un unico linguaggio artistico che nel '700 fondava le sue radici nella matrice dell'arte Piemontese con ininterrotta coerenza di gusto.

Nel normale avvicendamento di personale effettuato nel 1769, il Sottotenente Ingegnere La Marchia fu destinato in Sardegna, insieme al Capitano Ingegnere Perini, in sostituzione rispettivamente del Luogotenente Ingegnere Cretti — già partito nel 1767 — e del Capitano Ingegnere Saverio Belgrano di Famolasco, richiamato anch'egli in Piemonte (4).

Nei primi anni di permanenza in Cagliari, dove fu assegnato di guarnigione, il La Marchia operò alle dipendenze del Perini non solo nei lavori militari — ormai diventati per la maggior parte, di ordinaria manutenzione — ma anche in numerosi lavori pubblici che la sagace politica del Bogino

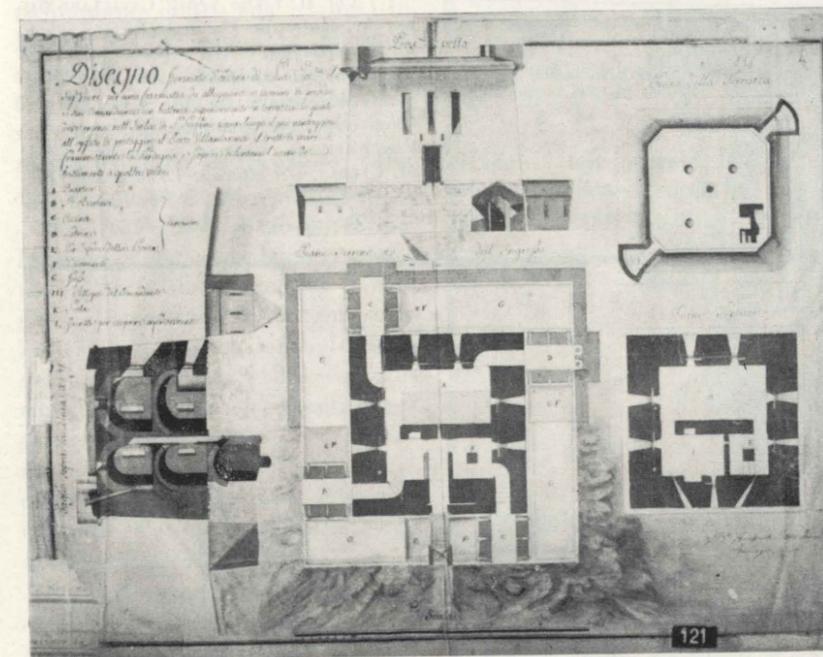


Fig. 1 - Varin La Marchia. Progetto per una casamatta all'isola di S. Stefano. Il disegno, allegato al contratto, porta la firma dell'impresario Ambrogio De Santi.

te dell'architettura barocca che si era già affermata in Piemonte con caratteri propri, una figura non di primo piano ma certo di forte personalità, specie dal punto di vista artistico, è l'ing. Varin de la Marche (1).

L'attività in Sardegna di questo ingegnere militare era finora pressochè sconosciuta dagli autori che hanno trattato argomenti di architettura sarda settecentesca: lo

(1) Così quasi sempre nei suoi autografi, seguendo l'usanza del tempo di francesizzare il cognome, ma negli atti ufficiali il cognome è « La Marchia ».

vati in alcuni documenti dell'Archivio di Stato di Cagliari che permettono — sulla base di un accurato accertamento filologico

(2) SCANO D., *Forma Kalaris*, Cagliari, ed. del Comune, 1934.

(3) CAVALLARI-MURAT A., *Saverio Belgrano di Famolasco, ingegnere sabaudo quale architetto in Sardegna*, « Atti e Rassegna Tecnica », Torino, febbraio 1961. Nell'elenco degli ingegneri attivi in Sardegna dal 1720 al 1776, riportato nel saggio, il La Marchia compare presente dal 1769 al 1776; Id., *Indagini sull'espansione in Sardegna dell'architettura settecentesca piemontese*, Bollettino del Centro Studi per la Storia dell'Architettura, n. 17, anno 1961, Roma.



Fig. 2 - Ruderi della Casamatta nell'isola di S. Stefano.

(4) A. S. Cagliari, Segreteria di Stato, I Serie, vol. 205, dispaccio da Torino al Vicerè conte des Hayes, firmato Bogino, del 5.4.1769.

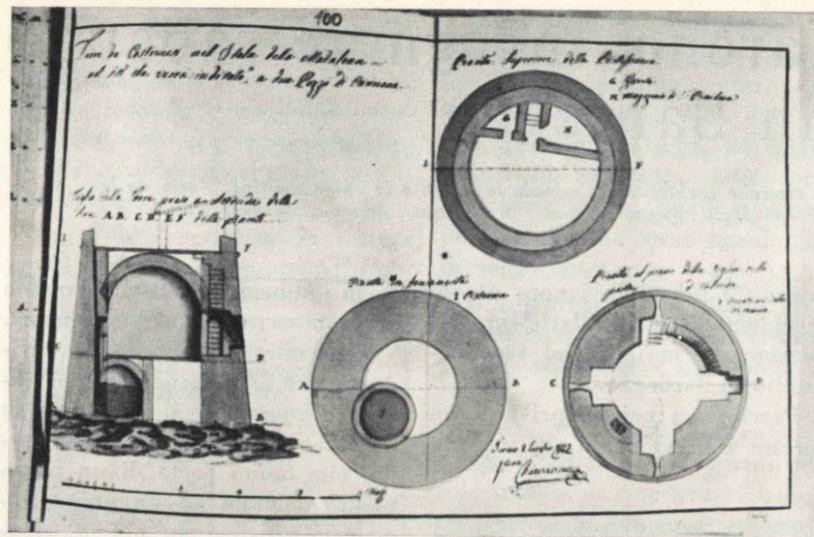


Fig. 3 - Torre della Maddalena. Disegno di progetto. Nel progetto appare il nullaosta, rilasciato in Torino dal Chiavarina, ministro per gli affari di guerra e marina in quel tempo.

aveva già da tempo avviato specie nella capitale dell'Isola.

Sono noti i progetti redatti dal Belgrano per l'Università e per il Seminario di Cagliari ed i suoi lavori per il rinnovo e consolidamento del prospetto orientale del palazzo reale della capitale sarda (5).

Ma alla partenza del Belgrano oltremare, solo una parte dell'edificio dell'Università era costruita, mentre per quello del Seminario era stata finalmente fissata sul Bastione del Balice, dopo lunghe diatribe, la nuova area di sedime in aderenza alla parte già costruita dell'Università (6). Fu compito perciò del Perini e del suo subalterno tracciare le mura del nuovo fabbricato del Seminario cagliaritano e dirigerne i lavori; ed è facile arguire, consultando i documenti del tempo, che il compito fu esplicito per la maggior parte dal la Marchia, dovendo il Perini spesso assentarsi per le visite nell'interno dell'Isola, per le riviste annuali di ispezione ai lavo-

(5) CAVALLARI-MURAT A., *op. cit.*, nota 3.

(6) Il Belgrano aveva in precedenza eseguito un altro progetto per il seminario nel luogo del vecchio arcivescovile in aderenza alla cattedrale cagliaritana.

ri regi, al seguito del Generale d'armi ed interessarsi, in sede, principalmente dei lavori di rifa-

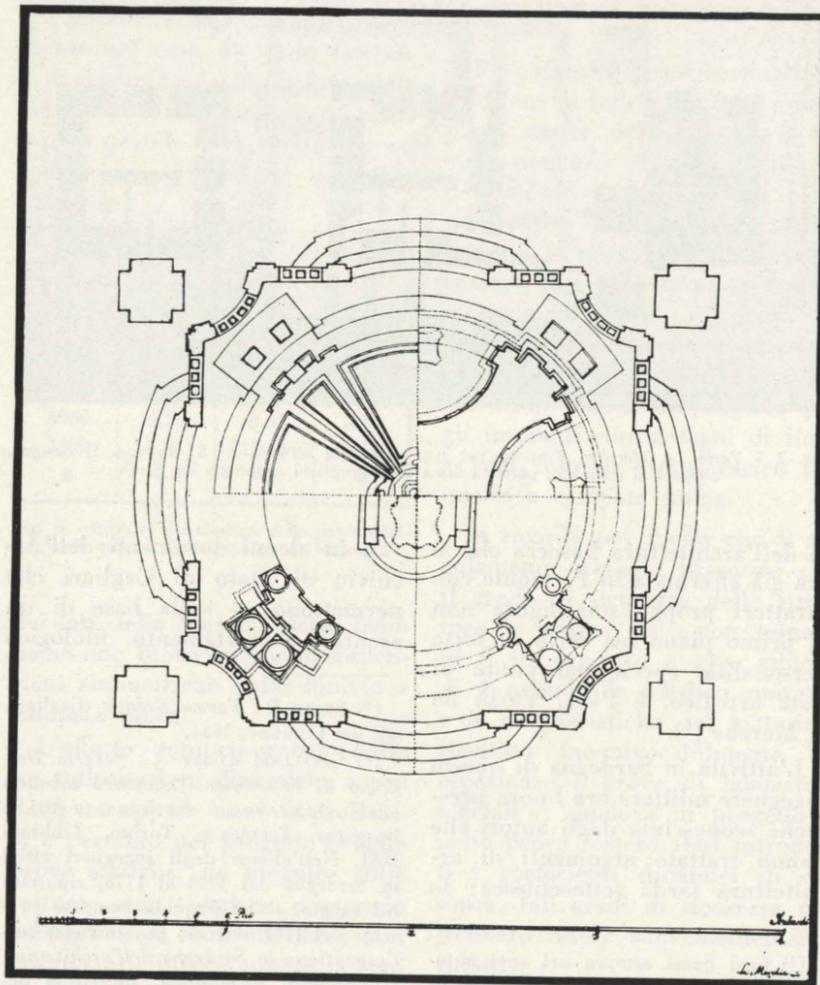


Fig. 4 - Varin La Marchia. Progetto per l'erezione di un catafalco nel duomo di Cagliari, per le onoranze funebri alla memoria del Re Carlo Emanuele III. La pianta.

cimento della facciata del palazzo reale (7).

Una conferma che anche il la Marchia contribuì attivamente a questa prima fase della costruzione, si ha indirettamente da un documento del 1772 in cui, alle reticenze del vice Re ad aderire alle pressioni della corte torinese per proporre all'arcivescovo di Cagliari il misuratore Viana (8)

(7) A. S. Cagliari, Segreteria di Stato, Intendenza Generale, vol. 867, « ricevute del Perini per legname occorrente per proseguire i lavori di riparazione e rifacimento della facciata del R. Palazzo ».

(8) Per il Viana vedi: CAVALLARI-MURAT A., *Giuseppe Viana architetto sabaudo in Sardegna*, « Atti e Rassegna Tecnica », Torino, dicembre 1960; Id., *Indagini ecc. predette in nota 3 ed Atti del Congresso Internazionale di Storia dell'Architettura*, Cagliari e Sassari, 1963; M. CABRAS, *Un altare del Viana nel Duomo di Cagliari*, « Atti e Rassegna Tecnica », Torino, luglio 1963.

— da poco arrivato in Cagliari — per la direzione dei lavori per il proseguimento dell'opera, il ministro Bogino risponde:

« ... non farò che aggiungere, che, nel proporre per la direzione della medesima il Sig. Viana, non è mai stata mia idea d'escludere la sovrintendenza e vigilanza del Sig. Cap. Ing. e dell'Ufficiale subalterno da di cui indirizzi ed ordini dovrebbe anche dipendere per l'esecuzione del disegno » (9).

Alla scadenza del triennio di servizio in Sardegna, il Perini fu richiamato, dietro sua istanza, in Piemonte (10), ed il la Marchia continuò a prestare servizio in Cagliari alle dipendenze del nuovo comandante ing. Daristo, promosso capitano in occasione della sua assegnazione in Sardegna.

Nel frattempo il nostro aveva lavorato alla compilazione della nuova carta del Regno di Sardegna, eseguendone i disegni sulle indicazioni e operazioni effettuate dal prof. La Plaza e dal cap. Perini (11) nelle loro frequenti peregrinazioni nell'Isola. Riceve insieme al Perini ed al Plaza i vivi elogi del vice Re che propone, inviando il disegno a Torino, una grossa gratifica per i tre (12).

Sia dal primo che dal secondo comandante furono affidati al la Marchia alcuni lavori, di una certa importanza, connessi con le attività militari.

Con il Perini infatti si interessò per i lavori di difesa dell'isola di S. Stefano e di quella della Maddalena, già impostati — in sede strategica — dal Belgrano (13)

(9) A. S. Cagliari, Segreteria di Stato, I Serie, vol. 39, pag. 102 e segg., dispaccio del 1.4.1772.

(10) A. S. Cagliari, Segreteria di Stato, I Serie, vol. 206, dispaccio del 29.4.1772.

(11) A. S. Cagliari, Segreteria di Stato, I Serie, vol. 39, vol. 296, vol. 525. Il La Plaza era professore di chirurgia nell'Università di Cagliari.

(12) A. S. Cagliari, Segreteria di Stato, I Serie, vol. 37 a pag. 124, dispaccio del 20.3.1771.

(13) A. S. Cagliari, Segreteria di Stato, I Serie, vol. 34, pag. 96, dispaccio del 6.9.1769.

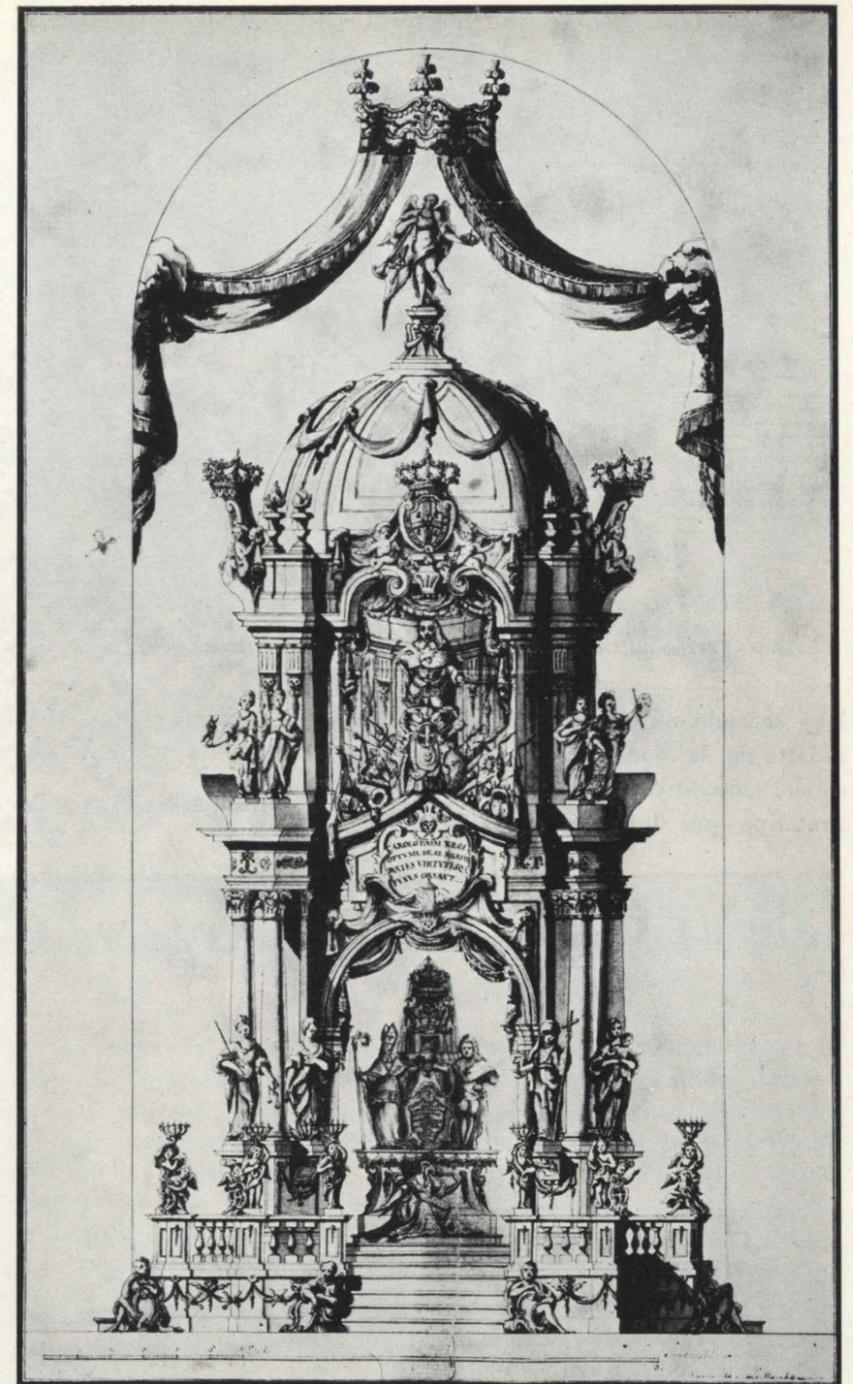


Fig. 5 - Varin La Marchia. Progetto per l'erezione di un catafalco nel duomo di Cagliari, per le onoranze funebri alla memoria del Re Carlo Emanuele III. Il prospetto.

secondo le direttive di Corte, cui interessava assicurare dagli assalti dei saraceni e dalle scorribande di contrabbandieri la parte più settentrionale della Sardegna. Una casamatta fu costruita nell'isoletta di S. Stefano, secondo le ultime regole dell'arte fortificatoria, dall'impresario Ambrogio De Santi,

in base al disegno eseguito dal la Marchia (figg. 1, 2) allegato al contratto (14).

Più tardi fu costruita una torre litoranea nell'isola della Madda-

(14) A. S. Cagliari, Segreteria di Stato, I Serie, vol. 207, vol. 209, dispaccio del 28.8.1776, ivi è allegato il disegno insieme al contratto.

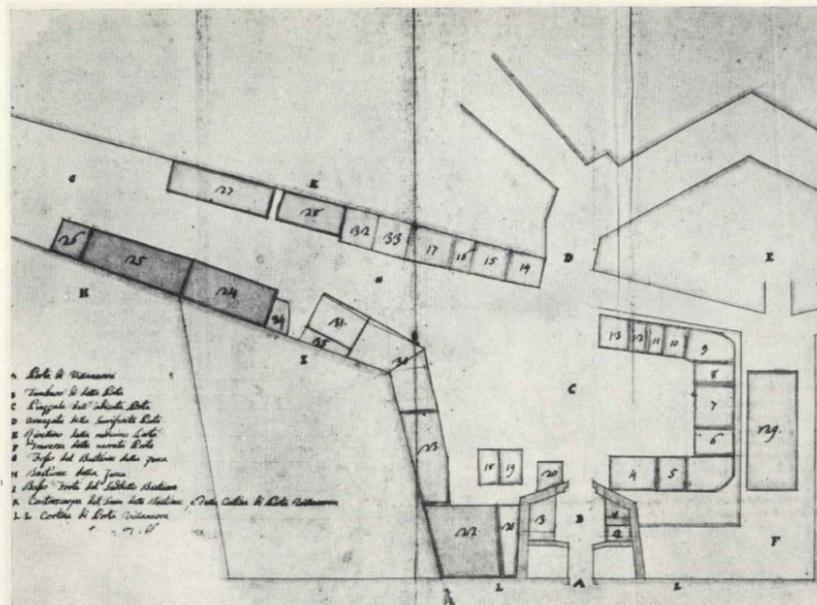


Fig. 6 - Disegno del La Marchia per una concessione enfiteutica di terreni in Cagliari.

lena secondo un disegno (fig. 3) lungo il litorale della Gallura (15). redatto dal la Marchia in Cagliari. Intorno a questa torre — co- e che successivamente servì da prototipo per le altre costruite

(15) A. S. Cagliari, Segreteria di Stato, I Serie, vol. 208.

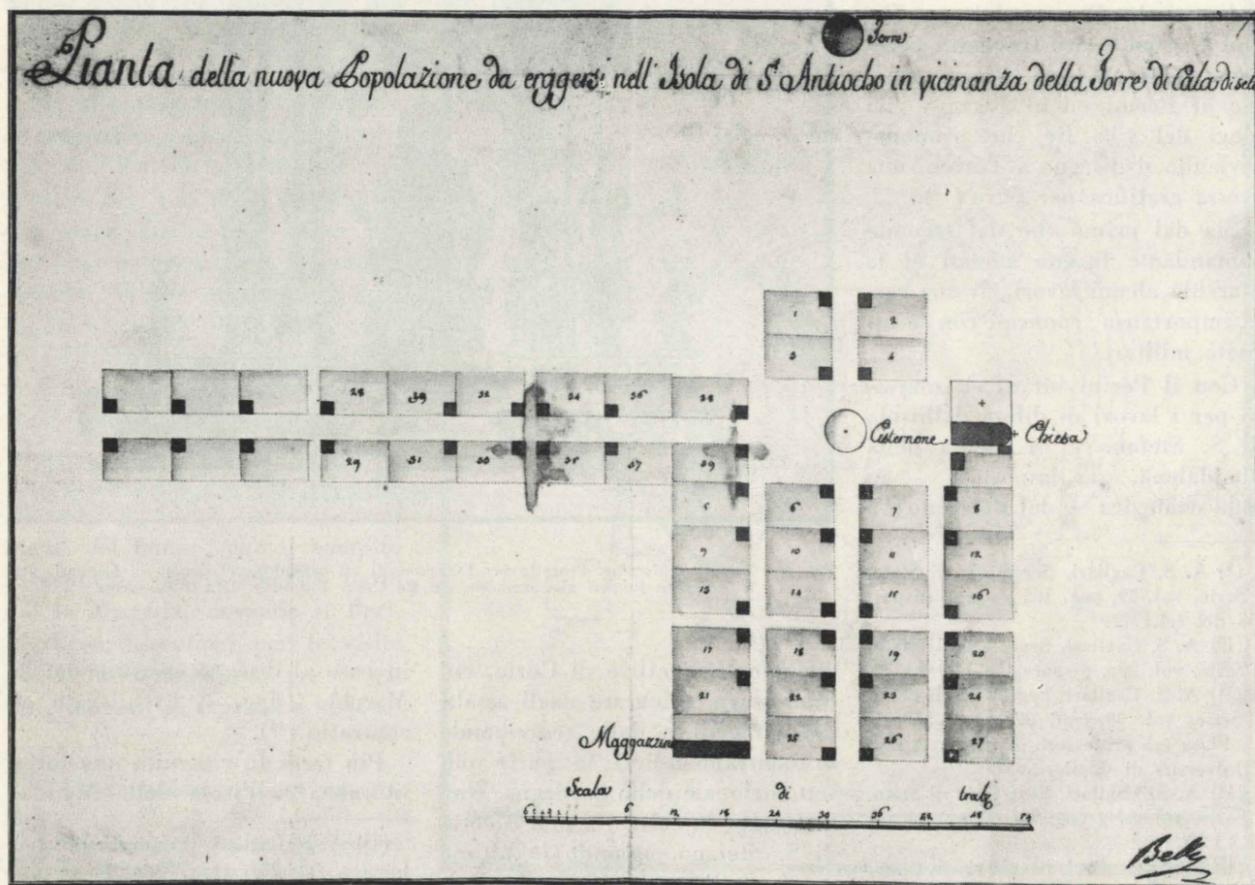


Fig. 7 - Pianta del nucleo originario di « Calasetta ». Disegno dell'ing. Belly.

struita sotto la direzione dell'ing. Cochis (16) — sorse il primo nucleo dell'abitato di « La Maddalena ».

Appartengono al periodo del servizio in Cagliari alle dipendenze del Daristo alcuni altri lavori del la Marchia in cui ho potuto riscontrare una sua azione diretta.

Dal vice Re gli fu infatti, affidata l'incombenza dell'erezione, nella primaziale cagliaritana, di un catafalco per le onoranze funebri alla memoria del Re Carlo Emanuele III. Per il disegno e la direzione dei lavori riceve vivi elogi insieme ad una gratifica (17).

Nel disegno originale del cata-

(16) A. S. Cagliari, Segreteria di Stato, I Serie, vol. 210, dispaccio del 31.12.1777.

(17) A. S. Cagliari, Segreteria di Stato, I Serie, vol. 42, pag. 69, dispaccio del 4.8.1773; al sottotenente ing. La Marchia, L. 280 di Piemonte; Intendenza Generale, vol. 422, ordine del 10.4.1773.

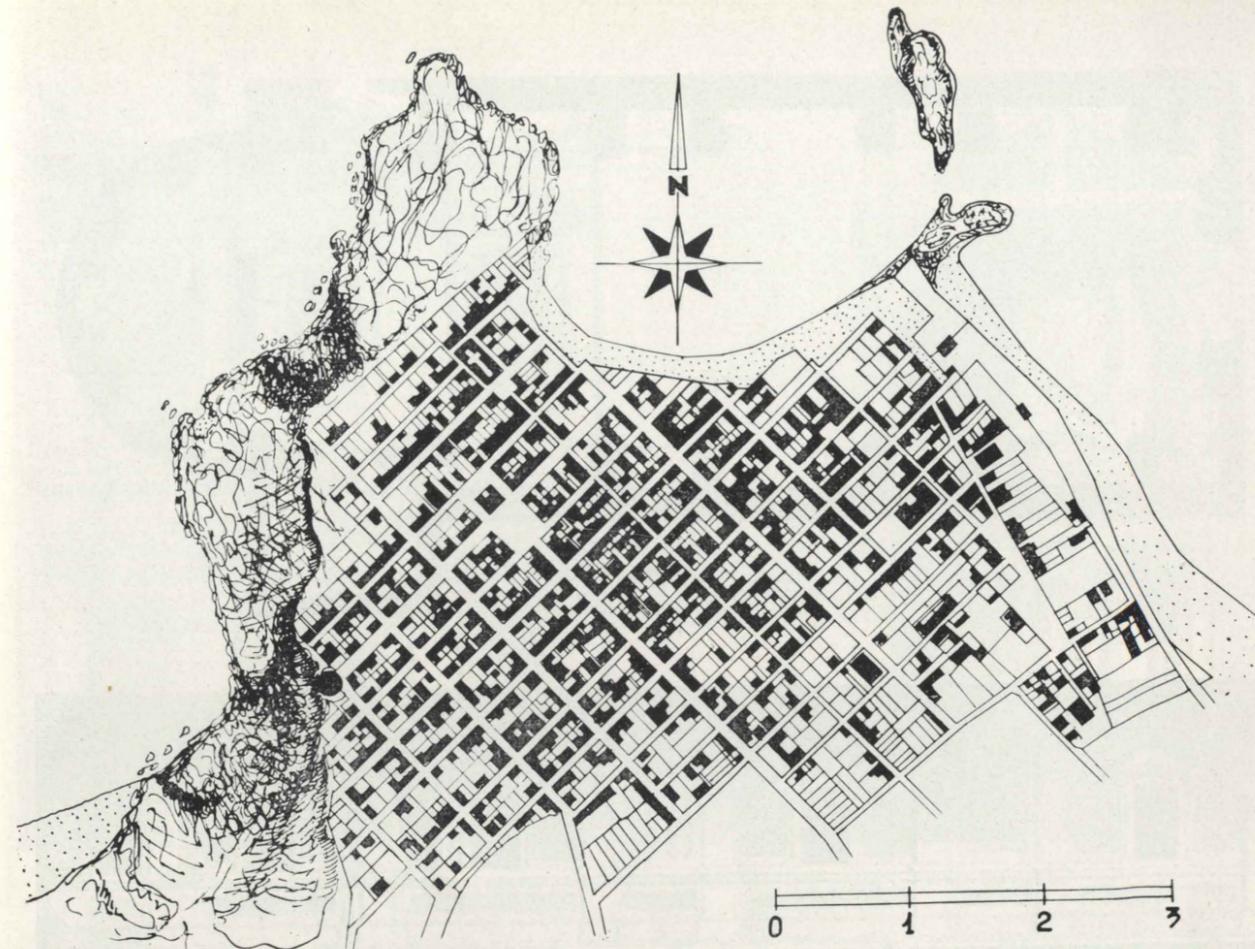


Fig. 8 - Attuale planimetria dell'abitato di Calasetta.

falco (figg. 4, 5), rintracciato nell'Archivio di Stato di Cagliari (18), eseguito con notevole capacità grafica, è manifesto il temperamento artistico del la Marchia, pur applicato ad un'opera posticcia e minore, ma dove forse fu profusa quella passione creativa che le non certo floride condizioni economiche della società sarda non permettevano di manifestare in opera stabili anche agli altri architetti operanti nell'isola.

Le immagini superstiti del progetto dimostrano un tempietto a pianta centrale, dove, insieme alla tornitura del suo coronamento e ad un numero corredo di statue simboliche, l'animazione con nicchioni del tamburo che sorregge

(18) A. S. Cagliari, Segreteria di Stato, II Serie, vol. 42; ai disegni sono allegati i computi e le disposizioni per i lavori firmati da « Varin de La Marche ».

l'aerea cupoletta, rende più evidente la delicata chiarezza rococò, di schietto gusto vittoniano, del digradare verso l'alto dell'ordine delle colonne binate dei quattro sostegni.

Un altro disegno (fig. 6) eseguito in quel lasso di tempo per concessioni enfiteutiche di lotti di terreno demaniale a commercianti cagliaritani (19), rivela un esatto

(19) A. S. Cagliari, Archivio antico demaniale, vol. 202, fascicolo IX a pag. 3 e segg. « Concessione a favore del mercante Cancedda e altri di siti vacui fuori di Porta di Villanuova » in data 13.12.1774 con parere favorevole e riferimenti al disegno del La Marchia; nel fascicolo VIII, a pag. 111 e segg.: « Concessione di sito vicino alla Regia Muraglia delle fortificazioni accanto alla Porta del convento di S. Agostino nel sobborgo della Marina in favore del Sig. mercante F. Dugone » in data 28.6.1773 con parere favorevole del La Marchia dell'11.4.1773 insieme alla planimetria del terreno concesso.

rilievo di una parte delle mura di cinta del sobborgo della Marina, in Cagliari, e dà una conferma della capacità grafica del la Marchia.

Merita d'essere ricordato anche il compito affidato al la Marchia direttamente dal vice Re, del tracciamento in loco (20) dei lotti di terreno assegnati, per la costruzione delle loro case, agli abitanti di « Calasetta », nuovo centro di ripopolamento che allora si andava istituendo nell'isola di San Antioco con famiglie piemontesi, sarde e tabarchine, in armonia ad una politica già da tempo instaurata in Sardegna dalla Corte torinese.

Il tracciamento fu eseguito dal la Marchia uniformandosi al pia-

(20) A. S. Cagliari, Segreteria di Stato, II Serie, vol. 61, vol. 525, dispaccio del 3.5.1774; Intendenza Generale, col. 423.

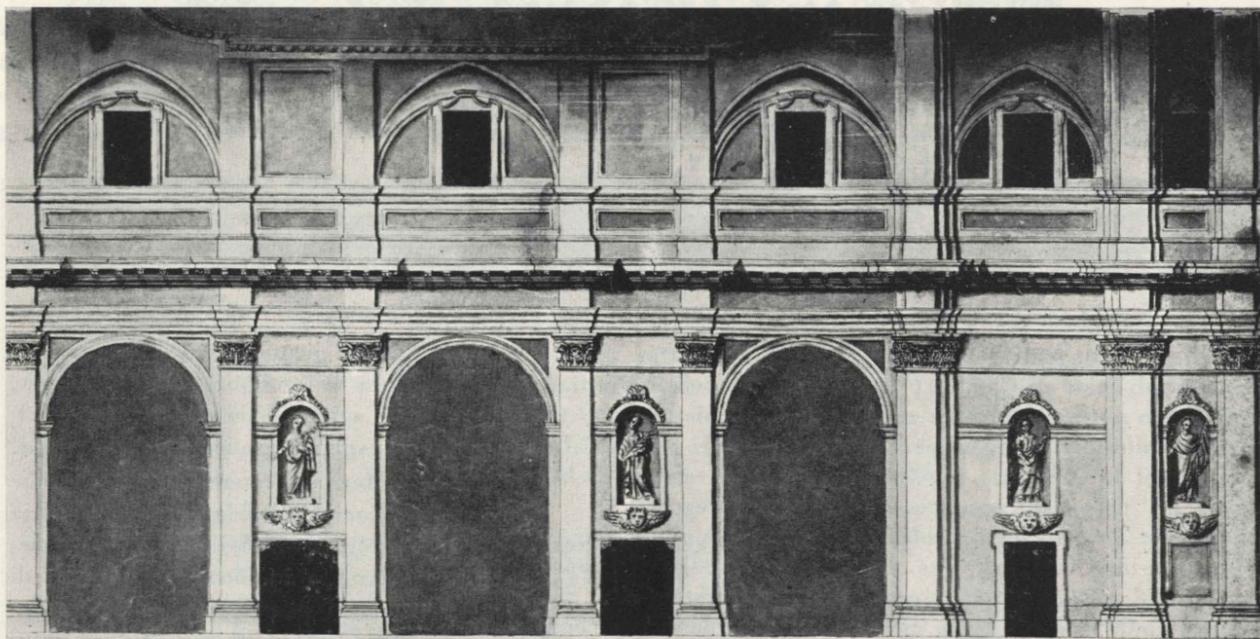
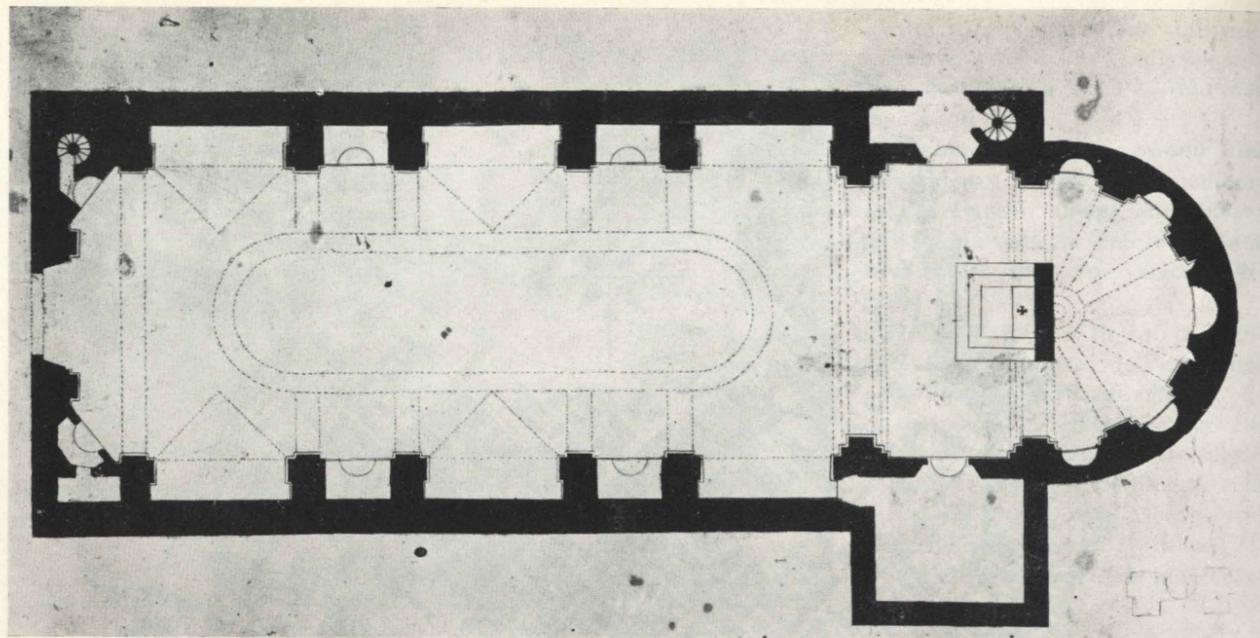


Fig. 9 - Varin La Marchia. Progetto per la chiesa di Calasetta. a) Pianta; b) Sezione longitudinale.

no originario (fig. 7) del centro abitato già in precedenza disegnato dall'ing. Belly⁽²¹⁾; ancora oggi Calasetta conserva la disposizione planimetrica dell'impianto urbanistico settecentesco (fig. 8), con il suo reticolo stradale ortogonale

⁽²¹⁾ A. S. Cagliari, Segreteria di Stato, II Serie, vol. 1291; per i lavori del La Marchia: Intendenza Generale, vol. 423, ordini del 3.5.1774.

ad isolati rettangolari, di tipica origine militaresca.

Il la Marchia⁽²²⁾ predispose

⁽²²⁾ Per i disegni vedi: A. S. Cagliari, Serie Tipi e Profili; i disegni non sono firmati ma l'attribuzione al La Marchia viene fatta (1774) in occasione di proteste dei nuovi abitanti di Calasetta per avere la chiesa progettata in sostituzione di quella provvisoria sistemata in una baracca (A. S. Cagliari, II Serie, vol. 1291).

anche un progetto per la chiesa del nuovo nucleo (fig. 9), che non ebbe immediato seguito per contestazioni circa il finanziamento sorte tra la « Sacra Religione di S. Maurizio e Lazzaro », concessionaria della nuova colonizzazione, e il vescovado di Iglesias⁽²³⁾.

⁽²³⁾ Le lunghe pratiche relative alle liti sorte, si trovano in: A. S. Cagliari, II Serie, vol. 1288, vol. 1291; quivi ri-

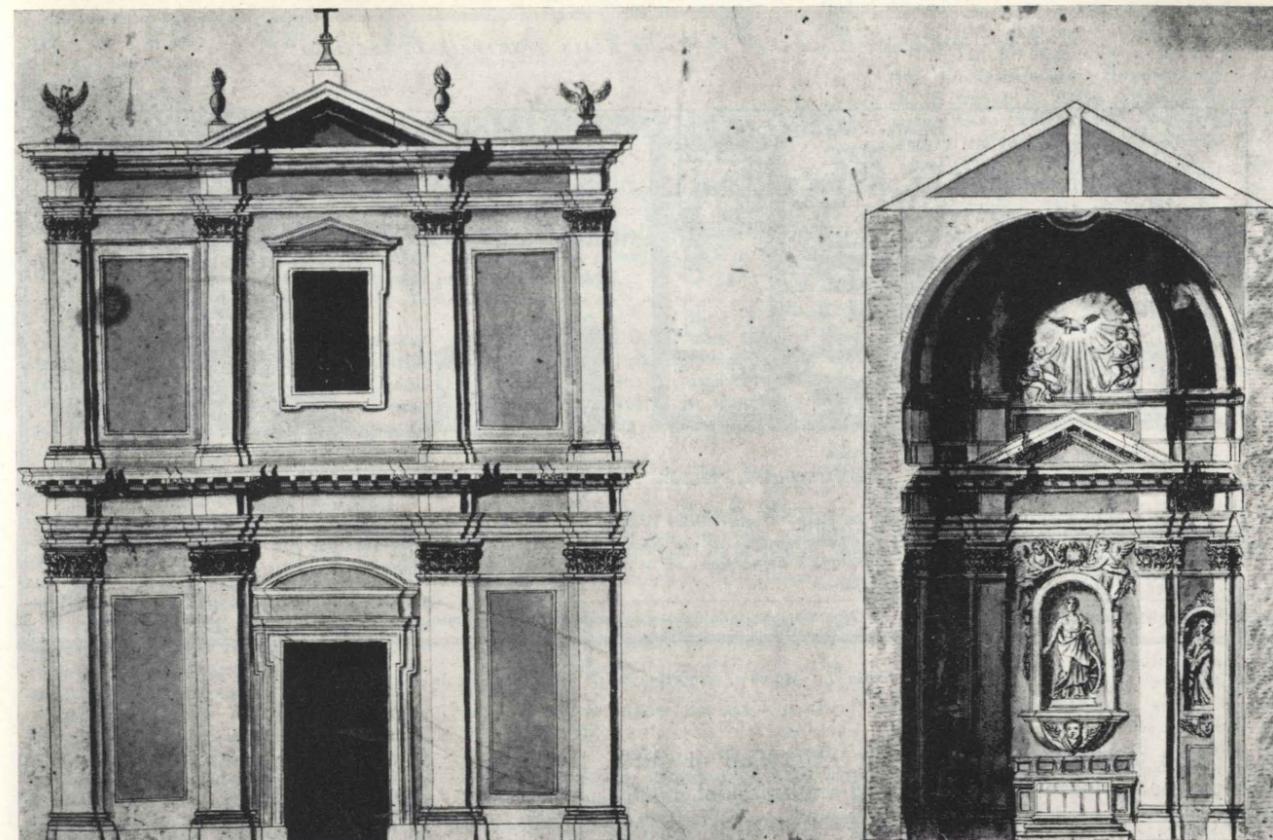


Fig. 9 - Varin La Marchia. Progetto per la chiesa di Calasetta. c) Prospetto e sezione trasversale.

Furono forse queste contestazioni a provocare, più tardi, lo spostamento della dominante religiosa più a valle, per la costruzione di una nuova chiesa, lasciando come centro civico il nucleo originario già per buona parte costruito.

Un altro lavoro di una certa importanza che reca la firma del la Marchia è la Stamperia Reale di Cagliari.

Si tratta di un adattamento nel cortile inferiore dell'ex collegio di S. Croce nel castello di Cagliari, dei locali occorrenti appunto per l'attività tipografica della nuova stamperia reale fino allora allo-

gata nei sotterranei della Università⁽²⁴⁾.

La sistemazione adottata dovette piacere assai ai contemporanei, se lo stesso Cossu ne richiese al la Marchia i disegni (fig. 10) per inserirli nel suo libro, che fu uno dei primi ad essere stampato nella nuova stamperia, mentre una copia del progetto veniva inviata alla corte torinese⁽²⁵⁾.

I chiari disegni di progetto, riportati nell'incisione cagliaritana, dimostrano una utilizzazione di gran parte del chiostro inferiore del collegio e del vecchio salone del refettorio gesuitico ri-plasmati unitariamente, senza al-

sulta che dimenticato il progetto del La Marchia, fu attuato il progetto dell'ing. Marciot (1788), dopo aver scartato un precedente progetto (1776) richiesto dal Vescovo di Iglesias direttamente al Belgrano in Piemonte. L'attuale chiesa di Calasetta è stata recentemente rimaneggiata in modo sensibile.

⁽²⁴⁾ Cossu G., « Della città di Cagliari notizie compendiose sacre e profane », Cagliari, Reale Stamperia, 1780.

⁽²⁵⁾ Biblioteca Reale di Torino, S. VIII (136); notizie sull'invio dei disegni a Torino si hanno in: A. S. Cagliari, Segreteria di Stato, I Serie, vol. 41, vol. 46.

terazioni delle strutture murarie, per gli usi dell'arte tipografica insieme ad un corpo di fabbrica aggiunto per i lavori di composizione ed impressione a stampa; una decorosa veste settecentesca amalgama il tutto mascherando le difficoltà di ordine tecnico-economico incontrate e qualche ripiego architettonico adottato, che la necessità di una spicciola attività professionale imponeva.

Contemporaneamente, dettati dalla stessa necessità, venivano eseguiti dal la Marchia, nella parte opposta dell'ex collegio, alcuni lavori di consolidamento delle strutture murarie di sostegno della vasta aula della biblioteca gesuitica ivi esistente nel piano alto e prospettante ad un altro cortile superiore. Questi lavori venivano eseguiti per rendere il salone della biblioteca atto a depositarvi le carte dei Regi Archivi, che un ordine vice regio imponeva trasferirvi d'urgenza per sgomberare i

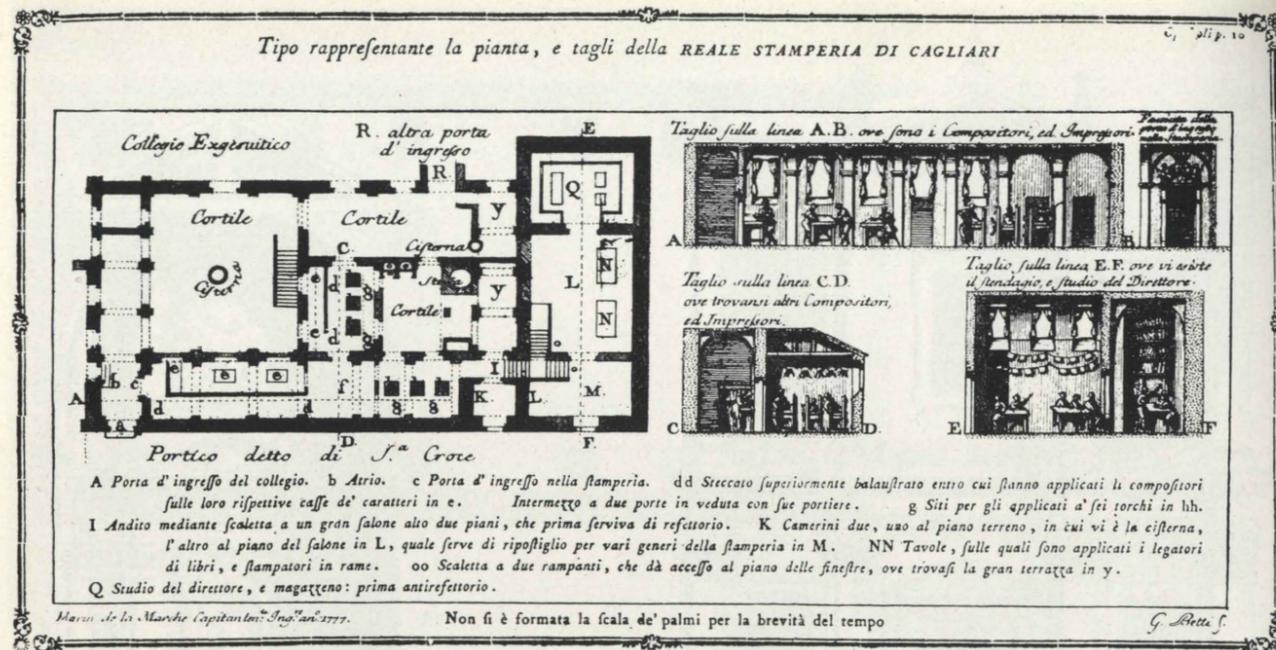


Fig. 10 - Varin La Marchia. Progetto per la Stamperia Reale di Cagliari.

locali fino allora occupati per quell'uso nel palazzo Reale di Cagliari (26).

Del volto settecentesco della stamperia Reale di Cagliari attualmente esiste solo il ricordo dei disegni di progetto; numerose sono state, anche in tempi recenti, le mutazioni di destinazione dei locali che hanno cancellato quasi del tutto quanto il la Marchia aveva realizzato.

Così, nel cortile superiore del collegio, tali furono le superfetazioni introdotte in tempi posteriori che non sono facilmente identificabili i lavori del la Marchia; ma è da rimarcare che in quei lavori per niente fu mutato il carattere e la veste del salone, e della superba volta della biblioteca gesuitica costruita almeno trentacinque anni prima (27).

(26) A. S. Cagliari, Segreteria di Stato, I Serie, vol. 45; Intendenza Generale, vol. 867.

(27) Per l'attribuzione intorno al 1745 della costruzione della volta della biblioteca gesuitica vedi: CABRAS M., «Le opere dei primi ingegneri militari piemontesi in Sardegna nel periodo 1720-1745», Atti del XIII Congresso di Storia dell'Architettura, Roma, Centro di studi per

Alla fine di questi lavori, nell'autunno del 1777 il la Marchia fu trasferito ad Alghero per sostituirvi il cap. Cochis chiamato a Cagliari al posto del Daristo (28).

Pochi sono i reperti rintracciabili sull'attività algherese del la Marchia oltre quelli sui lavori di carattere militare, del resto ridotti a semplici riparazioni delle fortificazioni della piazzaforte o di ordinaria manutenzione di fabbricati militari (29).

la Storia dell'Architettura, 1963; per il rilievo del complesso gesuitico di S. Croce: SALINAS R. e FREDDI M., «Il complesso monumentale di S. Croce a Cagliari», in «Bollettino Tecnico», Cagliari, ed. Circolo Culturale Ingegneri e Architetti, n. 4, 1958.

(28) A. S. Cagliari, Segreteria di Stato, I Serie, vol. 210 dispaccio del 9.4.1777. Il movimento fu proposto in Torino dal Luogotenente generale Conte Pinto, capo del corpo reale degli ingegneri; nello stesso volume si riscontra (dispaccio del 22.10.1777) la morte del Daristo avvenuta in Cagliari.

(29) A. S. Cagliari, Segreteria di Stato, I Serie, vol. 527, disposizione del 5.2.1778 per selciato della rampa fuori Porta terra in Alghero; del 24.6.1778 per riparazione carceri di Alghero; del 6.8.1779 per selciato avanti l'armeria regia in Alghero.

Restano solo, nell'Archivio di Stato di Cagliari, alcuni documenti che menzionano suoi lavori per un rinnovamento di alcuni locali nel monastero di S. Chiara contemporanei ad un ampliamento con un nuovo corpo di fabbrica aggiunto per sistemarvi un ospedale su richiesta dell'abbadessa del monastero (30).

L'attuale ospedale civile di Alghero sorge nello stesso sito a lato della chiesa di S. Chiara e conserva del monastero settecentesco appena due campate del chiostro, incorporate nella eclettica e discutibile ricostruzione effettuata recentemente dopo i bombardamenti della ultima guerra.

In Alghero si concluse la vita terrena di Varin de la Marchia; vi morì, forse di malaria, poco prima di rientrare in Piemonte (31).

Mauro Cabras

(30) A. S. Cagliari, Segreteria di Stato, I Serie, vol. 729, dispaccio del 13.10.1777.

(31) A. S. Cagliari, Segreteria di Stato, I Serie, vol. 730 dispaccio del 19.11.1779.

PROBLEMI

Limiti e modi dell'industrializzazione edile

GIULIO BRUNETTA, definendo i limiti quantitativi d'applicazione della organizzazione industriale della produzione edilizia, in Italia, suggerisce un modo per estendere i benefici produttivistici che dalla industrializzazione derivano ad un'area più vasta, che possa cioè investire tutta o quasi l'edilizia italiana, pubblica e privata.

Non staremo qui, su questa rivista specializzata, a dire cosa sia la industrializzazione, la prefabbricazione e così via, poiché è solo su un aspetto del problema che noi vorremmo richiamare l'attenzione di tutti coloro che pensano, come tanti oramai, che profonde innovazioni sono per intervenire, anche in Italia, nella tecnica della edilizia.

Quale sia lo stato della prefabbricazione fuori d'Italia tutti i lettori di questa rivista dovrebbero sapere, anche se è da fare una evidente distinzione tra paesi al di qua e al di là della Cortina di ferro: quale sia la situazione in Italia è forse meno noto, anche se è chiaro che molta strada ci resta da percorrere.

Non vi è dubbio tuttavia che un po' di strada si è fatta in questi ultimi anni, stimolati, ad un certo momento, giova riconoscerlo, dalle due condizioni di mercato che sono indispensabili: scarsità di mano d'opera e alto costo di questa.

Se una situazione congiunturale ha ora rallentato questo clima economico che è proprio oramai di tutti i paesi progrediti, pensiamo che sia una crisi passeggera, crisi anzi, in parte, dovuta ad uno sviluppo eccessivamente rapido e disordinato: che sia comunque questa la strada giusta che, prima o poi, ci aspetta ci sembra fuor di dubbio.

La prefabbricazione, in Italia, si è finora soprattutto concretata nella esecuzione di certe serie di pannellature interne ed esterne, sia con elementi leggeri, sia con elementi pesanti, (non sono molti difatti gli esempi, realizzati, di una prefabbricazione globale, che interessi cioè l'edificio in tutte le sue parti), e con una netta prevalenza per il tipo leggero, come è ovvio, nei riguardi di quello più pesante, se non altro per l'ausilio che questo richiede di attrezzature di officina del tutto particolari.

Se aggiungiamo poi che le strutture leggere sono rimaste di costo pressoché stazionario, contro costi invece di gran lunga aumentati per le strutture cosiddette pesanti, ci rendiamo conto di un'altra causa del rapido diffondersi in Italia, in tanti campi, appunto, delle strutture metalliche.

Tuttavia non ci pare dubbio che nonostante questo notevole svantaggio sia proprio la prefabbricazione pesante quella che dovrebbe alla fine prevalere in Italia, se non altro perché abbondiamo di ottime, ed economiche, materie prime, di efficienti industrie-basi, anche se non, ancora, di numerosi tecnici preparati.

Certo è che dove ancora molto cammino è da compiere è proprio nella particolare attrezzatura industriale che della prefabbricazione, intendiamo quella glo-

bale, è premessa essenziale; tanto è vero che quanto si è cominciato a fare in Italia in tal campo, di una certa dimensione, è, quasi tutto, in quanto a sistemi e ad organizzazione, di importazione straniera.

Ma scopo di queste note non è neanche quello di fare il punto su questa situazione, e di prospettare, quasi verrebbe da dire, gli immaneabili sviluppi; ma quello di esaminare taluni aspetti che appunto questi immaneabili sviluppi possono avere.

Difatti la prefabbricazione, specie pesante, richiede prima di tutto un notevole immobilizzo di capitali per le sole installazioni di officina, ciò che comporta la determinante necessità di altrettanto notevoli produzioni se si vuole che queste trovino nella quantità la necessaria giustificazione economica: vuol dire quindi, tirando le ultime somme, la tendenza per questa edilizia a polarizzarsi attorno ad un limitato numero di grossi e grossissimi organismi, e ad orientarsi dal punto di vista anche formale attorno ad un certo numero, ridotto, di modelli standard. Il confronto qui con la produzione di altri manufatti industriali, l'automobile per esempio, appare quindi ovvio, con la differenza però che aumentando le dimensioni del prodotto tende a ridursi di altrettanto la convenienza di variazioni, economiche, dei tipi.

Comunque è certo che anche questa, dei grandi organismi, è una strada che andrà percorsa fino in fondo: ma con questa, in un paese socialmente, economicamente e geograficamente strutturato come è l'Italia non si può certo pensare di poter giungere a risolvere in misura prevalente il problema della nuova attività edilizia italiana.

Poiché anche quando noi fossimo così ambiziosi da pensare di risolvere così, ma è già estremamente improbabile, la sola aliquota di iniziativa pubblica, potremmo dire di aver risolto solo in piccola parte un problema che interessa evidentemente tutta la collettività, posto che sarà tanto se la edilizia pubblica riuscirà, nel solo campo residenziale, a sopperire nei prossimi anni ad un quinto del fabbisogno.

E per il resto, che è tanto, che è necessariamente frammentato in migliaia di medi, piccoli e minimi operatori, per medi, piccoli e minimi interventi, dovranno continuare gli attuali procedimenti, tutt'al più ricorrendo a qualche parziale e marginale utilizzazione di particolari prefabbricati?

O non è da ricercare invece, da parte delle pubbliche autorità, oltre agli interventi diretti più o meno massicci dove le condizioni lo consentiranno, un'opera

di indiretto orientamento su tutta la produzione di mercato, in modo da pervenire quasi naturalmente a certe necessarie normalizzazioni dimensionali, così che il beneficio della industrializzazione possa investire, e più profondamente, tutto il vasto campo dell'edilizia?

Questi sono alcuni interrogativi che il problema, visto nel suo campo più generale, propone, ed è a questi che cercheremo in qualche modo di rispondere.

Ma qui, assai brevemente, ci permettiamo solo di ricordare che ogni prefabbricazione nasce « ab ovo », cioè già in sede di progettazione, e nasce attraverso un processo di normalizzazione, o unificazione, dei vari elementi, che presuppone la individuazione di certe costanti dimensionali, o, come si dice, di moduli.

Su questo concetto dei moduli, e dei relativi multipli e sottomultipli, sono stati scritti volumi, e sulle varie loro possibilità di composizione, tanto che ci pare altrettanto superfluo qui il parlarne: ci basti solo osservare, un po' melanconicamente, che i risultati sono tutt'altro che univoci, almeno a giudicare dai moduli oltre che dai sistemi assai diversi oggi adottati dalle varie « firme »: anche se è logico ammettere che in grosse organizzazioni si tenda naturalmente alla produzione di elementi delle maggiori dimensioni possibili, cioè ad una dilatazione del concetto modulare verso limiti tali da assorbire ogni, o quasi, possibilità di interna variazione: non più quindi elementi di parete ma intere pareti ecc.; non solo, ma anche: non più elementi bidimensionali ma tridimensionali: la cellula, ecc.

Tuttavia, appunto per questo inevitabile indirizzo che finirà per assumere tutta la grande industria edilizia, la cui unità di produzione non sarà più « la casa » ma « il quartiere », appare ancora più giustificata la preoccupazione e la necessità di migliorare il livello produttivo di tutta quella vasta parte dell'edilizia che, per particolari, diversi, ma spesso validi motivi esula ed esulterà dal campo d'azione delle grosse, pubbliche o private, organizzazioni industriali.

Dir male dei morti è ingeneroso, si sa, e inelegante, specie quando questi hanno svolto una attività per altri versi largamente attiva: non siamo tuttavia i primi, ma se un appunto, grave a nostro parere, è da fare all'INA-Casa è proprio questo di non avere utilizzato i larghi poteri, e mezzi, di cui disponeva, o almeno di parte di questi, per promuovere, direttamente e indirettamente, in tutta l'attività edilizia italiana uno sforzo di ricerca e di progresso tecnico che valesse ad aumentarne la produttività.

Vero è che forse i tempi non erano ancora maturi, che problema di fondo era allora proprio la lotta contro una disoccupazione endemica (non dimentichiamo che s'è trattato di un Piano per l'Incremento dell'Occupazione Operaia): ma certo qualcosa in quel senso, guardandosi attorno, (cioè in Europa), doveva essere fatto.

Dobbiamo anche dire che qualche anno fa, nel 1957 se non erriamo, al Ministero dei LL. PP., presso un Comitato per la Produttività nell'Edilizia, si distri-

buiroli incarichi e fondi, per circa due miliardi, per la progettazione, e costruzione, appunto, di cosiddetti « quartieri pilota »: quartieri che furono, riteniamo, puntualmente eseguiti, ognuno naturalmente... per conto suo, e con dei risultati « pilota » da tutti ignorati.

Il problema tuttavia permane e si ripresenta anzi con una urgenza maggiore, e reso più acuto, è il caso di ripeterlo, dalla evoluzione sociale ed economica intervenuta nel frattempo.

All'INA-Case, è per succedere ora, nei fatti, la G.E.S.C.A.L., con programmi, questa volta, dichiaratamente più innovatori, nel campo più vasto della, famosa ormai, programmazione.

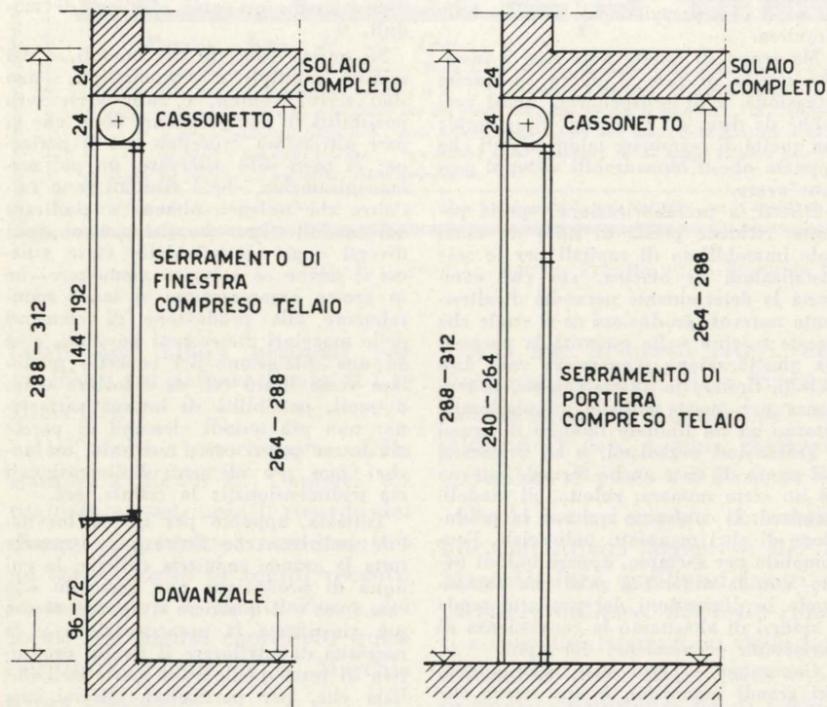


Fig. 1 - Sezioni tipo.

Il problema sarebbe qui di produrre persiane avvolgibili il cui ingombro di avvolgimento fosse contenuto nella misura, lorda, di cm. 24 anche per altezze massime di cm. 264. Con serramenti ad oscuri il problema evidentemente non si pone.

E non vi è dubbio che se le intenzioni, o gli ancora vaghi enunciati, saranno mantenuti, il nuovo Ente si orienterà verso un più razionale impiego dei mezzi a disposizione, sia nel campo della progettazione sia in quello, strettamente connesso, della tecnica esecutiva: si orienterà cioè con preferenza verso la prefabbricazione globale.

Ma quante sono, oggi, in Italia le imprese attrezzate in tal senso, quale è la loro potenzialità produttiva totale e quale il loro raggio d'azione? Tutti sanno che si possono contare forse sulle dita di due mani, che la loro potenzialità complessiva, se non andiamo errati, si aggira su un ordine di grandezza di 40-50.000 vani all'anno, e che sono concentrate in tre o quattro grandi città.

Certo tutto questo potrà essere, e sarà, ulteriormente potenziato, ma da questo ad arrivare ad una produzione annua di 400-500.000 vani, come è per esempio

in Francia, (altro discorso è, si sa, per i paesi oltre Cortina), troppo ci corre perchè ci si possa fare, a nostro avviso, un eccessivo affidamento: tenendo presente, è bene non dimenticarlo, che si sono costruiti in Italia, nel 1963, oltre 2.000.000 di vani!

Non appare dubbio quindi che da tutto questo processo di sviluppo che è pur vivo in Italia, minaccia di restare estranea tutta una vastissima area edilizia, sia privata ma anche pubblica, che per motivi quantitativi, ubicazionali o d'altro genere non sarà raggiungibile per questa via.

Ecco allora, a nostro avviso, la necessità di seguire anche un'altra strada.

tenuto, senza rinunciare ai benefici che se ne attendono, entro un numero, noi pensiamo, dell'ordine di pochi decimetri. (Ciò evidentemente non impedirà, quando è il caso, di procedere anche secondo multipli dello stesso modulo).

Sappiamo che osservazioni e proposte di questo genere non sono nuove, ma, a quanto ci risulta, più orientate verso un obbligo di utilizzare elementi prefabbricati, che verso quella indicazione modulare cui abbiamo accennato, e che giudichiamo ben più efficace e sostanziale. Anche perchè in Italia esistono, quando esistono, in fatto di normalizzazione, tante soluzioni indipendenti, così che sarebbe giusto parlare, quasi, per quanto s'è fatto fin'ora, di una normalizzazione... anarchica.

(Caratteristico è il caso dei mattoni tipo UNI, e doppio UNI, che sono prodotti in realtà, in Italia, su 2 o 3 misure... tipiche diverse).

Pare lecito il pensare che questo solo fatto della unità modulare per tutta l'edilizia pubblica, con il sicuro peso di consumo che comporta, provocherà spontaneamente, anche se gradualmente, in vasti strati della normale produzione, sia dei materiali che dei manufatti edilizi, non solo orientamenti dimensionali che a quel modulo si riferiranno, ma la conseguente possibilità, che è fondamentale, di procedere nella produzione non solo con criteri di serie, ma con una procedura continua, cioè per deposito, e non più variabile a richiesta sia nel tempo che nei modi.

Quanti sono stati in tal senso, in Italia, nei decenni scorsi, i tentativi di grosse industrie, risultati inefficienti, almeno nei riguardi di una vera produzione di massa, per mancanza di un « supporto » adeguato? Chi non ricorda le scale di marmo della Montecatini, le finestre della SAFFA, ecc.?

Gli orientamenti produttivi che una operazione di tal genere può suscitare finiranno per interessare tutti gli aspetti della attività edilizia: basta pensare alle scale, struttura e rivestimento; alle pareti e ai solai, confezionati già ad elementi modulari; ai serramenti, vincolati a certe cadenze dimensionali; ai materiali di parvimentazione o di rivestimento, tali da evitare gli inutili sprechi se non anche già incorporati nei solai o con le pareti; e, in senso più complesso, ai gruppi dei servizi, per i quali è da prevedere una casistica distributiva e dimensionale sufficientemente ristretta da consentire veramente una prefabbricazione non più riservata a certi prodotti particolari, ma aperta a tutta la normale produzione.

Solo pensando che un orientamento di tal fatta possa finire per interessare inizialmente un 20% della produzione totale, già è sufficiente per ritenere che sarà possibile, da parte degli Enti iniziatori, istituire per numerosi prodotti accordi economici su scala nazionale, con riduzione di costi unitari dell'ordine, per dire, del 20%: che è proprio la misura minima, oltre a tutto, che riteniamo necessaria per superare gli istinti individualistici dei bravi italiani!

È infatti di tutta evidenza che una normalizzazione, nel senso lato che qui

si intende, non può liberamente attecchire, specie all'inizio, finchè le differenze di costo tra il prodotto « normalizzato » e il prodotto « libero » si aggirano, come è assai spesso oggi, sul 3-5%, quando addirittura non esistono!

È doveroso però anche osservare che la più vera giustificazione della industrializzazione edile non è solo o tanto una riduzione dei costi nei riguardi dei procedimenti tradizionali, ma il fatto che, ad un certo momento dello sviluppo economico e sociale, essa tende a diventare l'unica soluzione possibile per mantenere una produzione elevata nonostante il rarefarsi della mano d'opera.

Riconosciamo che è un impegno grosso questo che vorremmo richiedere da parte degli Enti statali e parastatali: decisione pertanto da assumere a ragion ben veduta, poichè è certo che essa incontrerà, specie all'inizio, difficoltà obiettive e, anche, resistenze soggettive.

Tra le prime pensiamo che avrà peso determinante il problema della scelta del modulo che è evidentemente fondamentale per la buona riuscita di tutta l'operazione.

Ma anche, dato per risolto questo primo e principale problema, è necessario riconoscere che questo vincolo, come tutti i vincoli, comporterà una inevitabile maggiore rigidità compositiva, non solo agli effetti formali, ma anche dimensionali, nei riguardi di certi « optimum » teorici: ma è un prezzo questo che è necessario pagare, e che ogni procedimento industriale ha pagato. In compenso si avrà motivo per pretendere, con procedimenti industriali rigorosi, maggiore esattezza e finitura esecutive che non sia possibile con le attuali procedure tradizionali, i cui risultati, in tale campo, sono esclusivamente affidati alla capacità operativa, per non dire alla buona volontà, dei singoli operai.

Queste, oltre alla difficoltà, anche politica, di una decisione di tal peso, ci sembrano le maggiori difficoltà obiettive: quanto alle soggettive è evidente che alcune potranno provenire dai progettisti che si sentiranno menomati nella loro assoluta libertà compositiva e distributiva insieme altre sorgeranno dai diversi modi, soggettivi, di inquadrare lo stesso problema e dalle difficoltà di conciliarli o di superarli. Per quanto soggettive non è detto che simili resistenze manchino di valore e significato, anzi, se è vero che proprio in queste noi vediamo l'ostacolo maggiore per l'effettuarsi di un simile intervento.

Qui, evidentemente, il discorso, per poter proseguire deve affrontare in qualche modo il problema delle dimensioni del modulo, poichè è evidente che se questo fosse dell'ordine, per dire, di 5 o di 10 cm., i vincoli di progettazione sarebbero irrilevanti, e quindi le resistenze inesistenti: ma il fatto è anche che un modulo così ridotto mancherebbe, a nostro parere, al suo scopo, che è, appunto, checchè si dica, quello di vincolare, cioè di costringere, cioè infine di ridurre di numero gli elementi compositivi, sia pure consentendo un campo sufficientemente vasto di combinazioni.

Noi non siamo degli specialisti, cioè dei teorici, di prefabbricazione, normalizzazione, coordinamento modulare, eccetera, anche se la nostra posizione professionale ci porta a seguire con interesse così vivi argomenti: il nostro intervento, fra tanti e qualificati, vuole avere perciò più l'aspetto di quello generico di un tecnico che opera a fondo nel settore dell'edilizia, che quello specializzato del teorico. Esistono difatti in Ita-

chitettura tecnica), che è di cm. 12,5, fino a quello pubblicato nel 1949, a titolo sperimentale, dalla apposita « Sottocommissione tecnica per lo studio del modulo », (costituita dall'UNI nel 1945), che è di cm. 10! e che è sin'ora, a quanto pare, l'unico, ufficio, in Italia.

E questi sono solo i principali, per restare s'intende nel campo dei valori minimi.

Questo dimostra quanto sia effettiva-

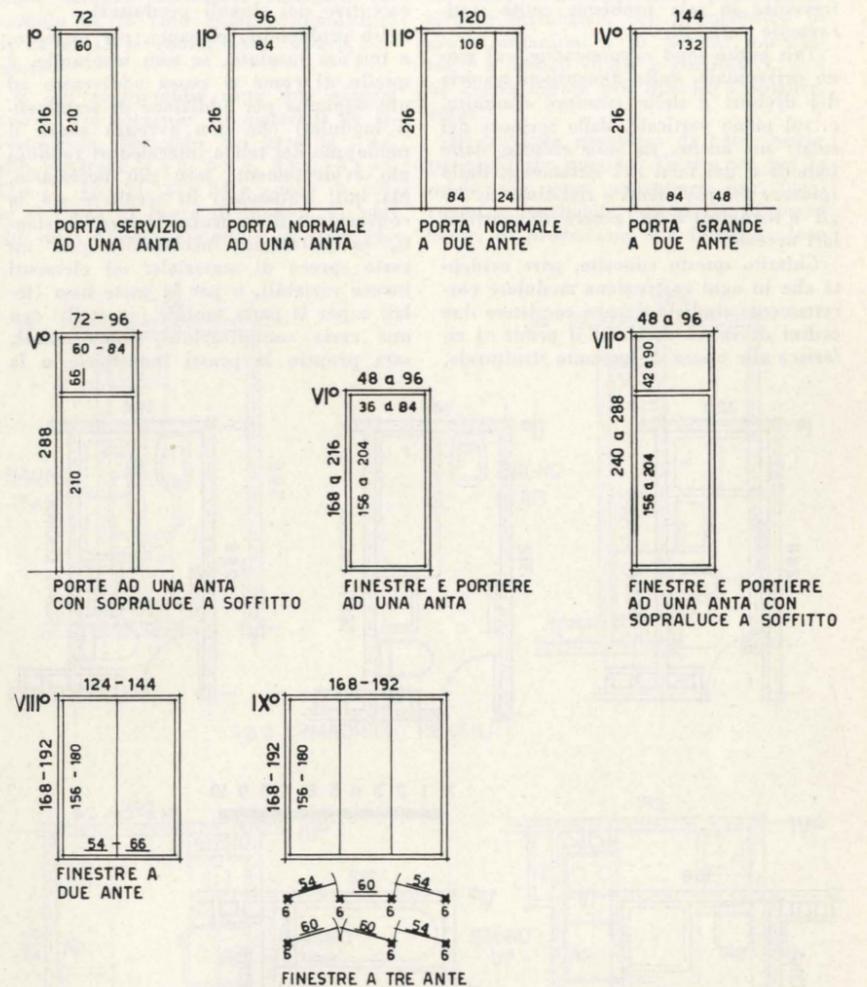


Fig. 2 - Serramenti tipici.

N.B. Le misure 66 non sono modulari: pare a noi evidente che sia preferibile disporre di serramenti modulari negli elementi fissi (contenenti) anche se questo comporta misure non modulari (ma costanti A=6 CM) per le parti interne (contenute).

lia, dove operano da anni con risultati certo notevoli anche se limitati a valori elementari, e per riflesso e in collegamento con altri Enti stranieri, anche benemeriti Istituti appositi, a cominciare dall'UNI, dall'UNI-C.N.R., e, come emanazione di questi, dall'ICITE, ecc.: ci sarebbe semmai da dire che è oramai tempo di tirare delle somme, per giungere a conclusioni operative di ampio respiro.

Tornando al modulo, ci piace ricordare qui, a titolo storico, quello famoso dello Stratemar, che è di 36 cm., quello non meno illustre del Neufert, (cui dobbiamo il più razionale manuale di ar-

mente difficile e complesso il problema, e quanto quindi possa sembrare azzardato, per non dire di peggio, il pretendere di inserire fra tante ed illustri una nostra modesta opinione, che non può quindi avere nessuna particolare pretesa, ma semmai la speranza di concorrere a smuovere un grosso problema per avviarlo ad una soluzione probabilmente imperfetta, ma almeno concreta!

Un'osservazione da fare, non nuova per chi è a conoscenza delle premesse teoriche del problema, è che nel tracciato del reticolo modulare, sia esso semplicemente planimetrico o anche spaziale, quegli stessi valori numerici assoluti, o assiali, o di riferimento, che lo

determinano producono anche dei valori derivati, o netti, in virtù della consistenza dimensionale propria delle strutture stesse, e che in moltissimi casi non sono i valori « assiali », ma anzi quelli « netti » che determinano le dimensioni « utili » di numerosi manufatti: di qui la ricerca, almeno, di rendere costanti tali differenze, in modo che, stabiliti dei valori primari costanti, ne risultino valori secondari pure costanti. Che non è compito evidentemente facile, potendo intervenire in tale problema entità staticamente variabili.

Tali entità sono rappresentate, sul piano orizzontale, dalle dimensioni proprie dei divisori e delle strutture d'ambito, e, sul piano verticale, dallo spessore dei solai; ma anche, su scala ridotta, dalle imbotti o dai telai dei serramenti, dallo spessore dei pavimenti o rivestimenti, dagli « ingombri » in genere di particolari accessori.

Chiarito questo concetto, pare evidente che in ogni costruzione modulare correttamente studiata devono coesistere due ordini di valori costanti: il primo si riferisce alle opere di impianto strutturale,

necessari per i materiali o gli elementi di connessione; e che quindi con la scelta di un modulo non è che siano risolti, quasi automaticamente, tutti i problemi inerenti alla sua traduzione nella realtà degli elementi costruttivi modulari: cioè i dettagli dell'accoppiamento, dell'incastro, della apposizione, ecc., problemi tutti che richiedono particolari affinamenti concettuali ed esecutivi; ma riteniamo che siano problemi che possano benissimo rientrare nelle particolarità esecutive dei singoli produttori.

Un problemino elegante, per esempio, e tutt'ora insoluto, se non insolubile, è quello di come si possa addivenire ad una aggiunta per addizione di serramenti modulari che non avvenga senza il raddoppio del telaio intermedio: raddoppio evidentemente non più necessario. Ma qui, trattandosi di scegliere tra la convenienza di costruire elementi costanti, semplicemente accostabili, con un certo spreco di materiale, od elementi invece variabili, o per la parte fissa (telai) o per la parte mobile (sportelli) con una certa complicazione dimensionale, sarà proprio la prassi industriale o la

no proprio i valori « al netto »: la luce di una porta, la larghezza utile di una rampa di scale, la profondità effettiva di un locale di servizio, la superficie illuminante di una finestra, ecc., quelli che effettivamente determinano la validità del modulo stesso.

Non bisogna dimenticare, è bene ripeterlo, che il nostro discorso non è indirizzato a coloro che sono in grado di praticare la prefabbricazione globale, e sono quindi liberi di precostituirsi un loro modulo particolare, ma anzi proprio a tutti quelli, e sono i più, che devono invece ricorrere alla normale produzione di materiali e di manufatti.

Il procedimento di ricerca del modulo che abbiamo seguito, quasi solo diremmo per completare il nostro discorso, è stato per tentativi, dopo aver individuati quelli che sono i più importanti e costanti valori funzionali da « servire »: la porta di servizio e normale ad un'anta, la porta o il portoncino a due ante, la larghezza delle scale, le « pedane » di ingombro funzionale di determinati servizi, certe dimensioni ottimali di spazi abitativi, ecc.

(Qui dobbiamo chiedere scusa se saltiamo a piè pari tutte quelle ricerche teoriche riguardanti la selezione dei multipli, le varie serie numeriche, ecc., che in tutto il mondo hanno accompagnato gli studi di coordinazione modulare: è che, pur riconoscendone la fondamentale utilità teorica, l'alto livello scientifico e il rigore applicativo, nel nostro caso, che è quello di ricercare semplicemente uno stimolo per un ulteriore perfezionamento della tecnica edilizia in generale, ci è parso che il farne più esplicito riferimento ci avrebbe portati quasi fuori tema).

Possiamo ora senz'altro esporre la proposta che ci è sembrata, dopo una certa ricerca limitata in un arco dai 20 ai 36 cm., offrire la migliore corrispondenza applicativa: un modulo di 24 cm. e una costante d'ingombro di cm. 12: da questi due numeri derivano i valori netti operativi.

La costante d'ingombro di cm. 12 oltre ad essere la metà del modulo, può corrispondere allo spessore, finito, di un divisorio, all'ingombro delle due imbotti di una porta, o dei due telai di una finestra, ecc.

Abbiamo detto, onestamente, « può corrispondere » ché riconosciamo che oggi le possibilità di scelta a disposizione del « normale » costruttore, e del progettista, sono naturalmente diverse sia per i divisori che per le parti fisse dei serramenti; ma con questo? non sarebbe già un gran passo che noi potessimo unificare anche questi valori d'ingombro, con un unico valore? È un valore che corrisponde d'altra parte esattamente: per i pannelli, allo spessore, finito di intonaci o di rivestimenti, di una struttura laterzia prefabbricata di ca. 8 cm., (la struttura laterzia è insostituibile in Italia, tanto più che nelle sue applicazioni siamo all'avanguardia nel mondo); e per i serramenti, dalle dimensioni di una « cassa » metallica in lamiera profilata d'acciaio zincato, che è senza dubbio la forma più moderna e ra-

zionale per tale funzione, o di un telaio fisso di finestra.

Le applicazioni numeriche, assiali e derivate del modulo 24, con riduttore 12, sono riportate nella tabella seguente:

| | |
|----------------|----------------|
| 2 x 24 = 48; | 48 - 12 = 36 |
| 3 x 24 = 72; | 72 - 12 = 60 |
| 4 x 24 = 96; | 96 - 12 = 84 |
| 5 x 24 = 120; | 120 - 12 = 108 |
| 6 x 24 = 144; | 144 - 12 = 132 |
| 7 x 24 = 168; | 168 - 12 = 156 |
| 8 x 24 = 192; | 192 - 12 = 180 |
| 9 x 24 = 216; | 216 - 12 = 204 |
| 10 x 24 = 240; | 240 - 12 = 228 |
| 11 x 24 = 264; | 264 - 12 = 252 |
| 12 x 24 = 288; | 288 - 12 = 276 |
| 13 x 24 = 312; | 312 - 12 = 300 |

Qui verrebbero da fare due osservazioni, positive: la prima è che lo stesso modulo 24 è valido anche in senso verticale, per una altezza dei piani di metri 3,12 (che è ottima), la seconda è che esso « può » corrispondere in modo altrettanto esatto allo spessore « finito » di un solaio-tipo: intonaco + struttura + pavimento. (E magari fosse anche in Italia consentita, con opportune cautele nei riguardi di altri fattori di carattere igienico: orientamento, finestratura ecc. una altezza di m. 2,88 lordi e 2,64 netti!).

Tuttavia dobbiamo aggiungere obiettivamente che la efficacia operativa di tale coincidenza deve essere attentamente vagliata, poiché qualcuno potrebbe invece pensare che se ci deve essere una variabilità nell'altezza dei piani, questa dovrebbe essere semmai in funzione della misura della alzata dei gradini-tipo. Considerazione questa che metterebbe in crisi, per dir così, quella scala delle altezze di piano proposta, sempre in via sperimentale, da quella stessa Sottocommissione tecnica cui si è già accennato: scala che era, di preferenza, di 290,310 e 330 cm.

Dobbiamo però anche dire che non riteniamo essenziale la coincidenza spaziale dello stesso modulo, ma sufficiente la definizione di una o al massimo due costanti altimetriche.

Comunque, continuando nella nostra esposizione, e approfittando, fino a peso contrario, di questa favorevole coincidenza, due sezioni-tipo potrebbero già essere modulate come si è indicato nella fig. 1.

Infine nelle figg. 2, 3 e 4 abbiamo raccolto una serie, puramente indicativa, di esempi di varie soluzioni dimensionali tipiche derivate dal modulo 24, con riduttore 12, con il che potremmo ritenere conclusa la nostra modesta fatica.

Prima però vorremmo aggiungere alcune considerazioni di ordine secondario, ma non trascurabili per questo.

La prima è che l'intervento della costante d'ingombro, applicabile evidentemente a diversi multipli del modulo, e quindi comportante valori netti non più riducibili alla stessa unità modulare, (ed è questo un problema che riguarda specialmente l'unità modulare dei materiali di rivestimento o di pavimentazione),

non può essere correttamente risolto, per i pavimenti, che supponendo la continuità di essi indipendentemente dalla posizione degli ingombri (e questo sarebbe semmai un incentivo per perfezionare il loro inserimento nella struttura stessa dei solai): mentre è valido altrimenti, per certi materiali, il discorso che segue.

Diverso, infatti, è il caso dei materiali di rivestimento, per i quali una continuità non ha senso, e per risolvere il quale sarebbe necessario ripiegare sul modulo di 12 cm., come sottomultiplo di 24 o, se si vuole, come valore primario.

E qui risulterebbe tutta una gamma nuova, ma coerente, di materiali da rivestimento, partendo dai mosaici 2 x 2 alle piastrelle 4 x 4, 6 x 4, 6 x 6, 6 x 12, 12 x 12, 12 x 24, 24 x 24 e anche di più, se si tratta di lastre di marmo, o, perché no?, di altri materiali: costanti che

È forse più importante concludere dicendo che, pur riconoscendo le difficoltà che esistono per una iniziativa di carattere generale quale è quella che abbiamo illustrata, (in maniera necessariamente generica e indicativa, e incompleta), la soluzione per questa via, una soluzione, centimetri più o centimetri meno, è certamente possibile, solo che si voglia affrontare il problema con la ferma volontà di portarlo su di un piano concreto, e di risolverlo; prima, vorremmo aggiungere, che il costituirsi di grossi organismi e di pesanti attrezzature, a moduli chiusi e particolari, non ne renda ancora più difficile l'instaurazione.

Di un fatto riteniamo di poter essere persuasi: che questa è l'unica via per la quale, pur senza contrastare, anzi favorendo la inevitabile formazione di grossi centri di produzione, ma fornendo loro

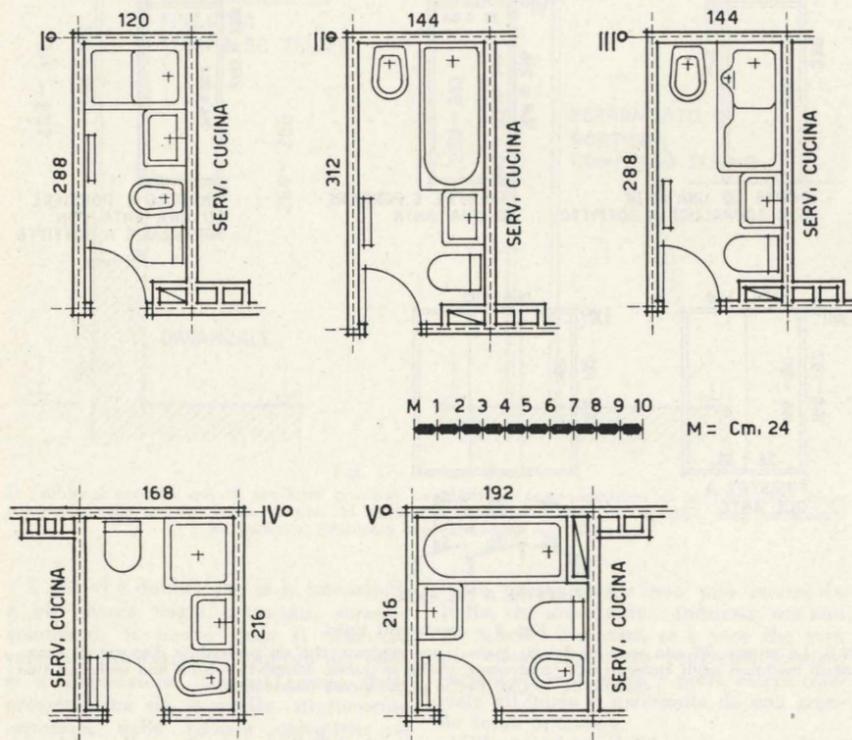


Fig. 3 - Servizi igienici tipici.

N.B. La disposizione degli apparecchi nel vano dipendendo oltre che dalle dimensioni dello stesso, dalle posizioni della porta di accesso, della finestra e delle tubazioni, la casistica è molto più complessa di quanto possa sembrare da queste indicazioni.

e corrispondente esattamente allo schema modulare, il secondo interessa invece opere complementari, (non meno importanti agli effetti economici dei primi), e corrisponde allo schema modulare a meno di un fattore reso costante.

Qui dovremmo dire, per la verità, che in simili operazioni entrano in gioco anche le cosiddette tolleranze di fabbricazione, e i margini di posa per gli spazi

convenienza economica a dire l'ultima parola, e non sarà un gran danno questo per la pura teoria.

Tutta questa lunga premessa s'è fatta per giungere a dire che mentre è vero il principio che a giustificare il valore di un modulo in edifici residenziali sta tutta una serie di elementi funzionali che devono risultare dimensionalmente soddisfatti da quel modulo, in realtà so-

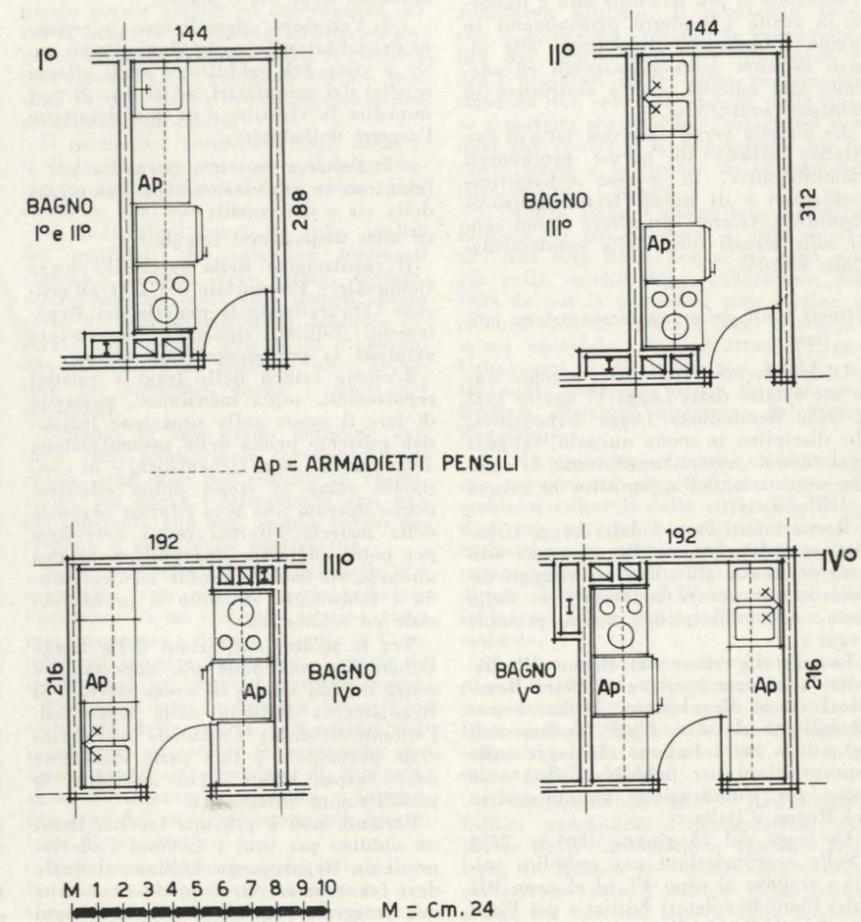


Fig. 4 - Servizi di cucina tipici.

oltre a eliminare ogni necessità di sfrido possono, nel campo dei servizi, essere esattamente coordinate alla esecuzione, prefabbricata, degli impianti, o viceversa.

Ma è inutile qui voler continuare ad illustrare i vantaggi economici di una produzione modulare strettamente coordinata in tutti i suoi elementi: vantaggi che oramai appaiono ovvii per tutti.

Giulio Brunetta

La regolamentazione edilizia

GIUSEPPE BOFFA tratta la regolamentazione edilizia nel suo triplice aspetto di norme procedurali amministrative, di norme urbanistico-ambientali, di norme tecnico-igienico-strutturali, prevedendo che nella futura legislazione il Regolamento Edilizio resterà sempre elemento fondamentale per l'attuazione della pianificazione urbanistica.

Questo argomento è di natura quanto mai vasta e complessa e suscettibile di approfondito svolgimento sotto molteplici aspetti.

Le considerazioni, le critiche, i suggerimenti, contenuti nella presente trattazione, scaturiscono dall'esperienza acquisita, nello svolgimento di compiti intesi a dare quotidiana applicazione alle norme contenute in un vigente Regolamento Edilizio e dall'appassionato intento di contribuire, sia pure in limiti particolarmente modesti, al miglioramento ed affinamento di questo fondamentale strumento della regolamentazione edilizia, rendendolo il più possibile atto a tradurre in realtà i moderni orientamenti in campo urbanistico, rispondente alle attuali esigenze economico-sociali ed aderente alla odierna tecnica costruttiva in continua evoluzione.

La materia verrà suddivisa sotto il suo triplice aspetto di norme procedurali amministrative, di norme urbanistico-ambientali e di norme tecnico-igienico-strutturali, facendo precedere alcuni cenni sulle attuali fonti della regolamentazione edilizia.

Attuali fonti della regolamentazione edilizia.

La legislazione urbanistica vigente trae le sue origini dalla Legge 17 agosto 1942 n. 1150 denominata Legge Urbanistica, che disciplina in modo unitario, seppure oggi ritenuto ormai insufficiente, la complessa materia dell'urbanistica in genere e dell'edilizia.

Recita infatti l'art. 1 della Legge Urbanistica: «L'assetto e l'incremento edilizio dei centri abitati, e lo sviluppo urbanistico in genere nel territorio dello Stato, sono disciplinati dalla presente Legge».

Con l'unificazione del Regno d'Italia, tutta la materia inerente ai Piani Regolatori ed ai Regolamenti Edilizi venne disciplinata da due leggi fondamentali del nuovo Stato Italiano: la legge sulle espropriazioni per pubblica utilità e la legge per l'unificazione amministrativa del Regno d'Italia.

La legge del 25 giugno 1865 n. 2359 «Sulle espropriazioni per pubblica utilità» trattava al capo VI ed al capo VII «dei Piani Regolatori Edilizi e dei Piani Regolatori di Ampliamento», prevedendo, dall'art. 86 all'art. 92, la «possibilità», per i Comuni con popolazione superiore ai 10.000 abitanti, della formazione, approvazione e pubblicazione dei Piani Regolatori Edilizi.

La legge del 20 marzo 1865 n. 2248 per l'unificazione amministrativa del Regno d'Italia dava facoltà, all'art. 87 - comma a), ai Comuni di deliberare intorno «ai regolamenti di igiene, edilizi e di polizia urbana, attribuiti dalla legge ai Comuni».

Il regolamento per l'osservanza di det-

ta legge, approvato con R.D. 2321 del 18 giugno 1865, stabiliva, al Capo VIII «dei regolamenti municipali», le materie dei regolamenti edilizi e precisamente:

1) la formazione delle Commissioni edilizie Comunali con voto puramente consultivo;

2) la determinazione del perimetro dell'abitato in cui si debbono intendere circoscritte le prescrizioni dei regolamenti;

3) i piani regolatori dell'ingrandimento e di livellazione o di nuovi allineamenti delle vie e piazze;

4) l'erezione, demolizione o restauro dei fabbricati o costruzioni murali poste a vista del pubblico e degli alloggi relativi dei proprietari, ed al fine di non impedire la viabilità e di non deturpare l'aspetto dell'abitato;

5) l'altezza massima permessa per i fabbricati in correlazione con l'ampiezza della via e dei cortili;

ed altre disposizioni integrative.

Il regolamento della successiva legge Comunale e Provinciale del 1911 all'articolo 111, trattando la materia dei Regolamenti Edilizi, riportava leggermente ampliata la precedente enunciazione.

L'esame critico delle leggi e relativi regolamenti, sopra menzionati, permette di fare il punto sulla situazione legislativa esistente prima della promulgazione della nuova Legge Urbanistica, e di constatare come la stessa abbia effettivamente operato una vera riforma organica della materia, riforma resasi necessaria per poter effettuare una politica urbana unitaria, sia sotto il profilo tecnico, strada e fabbricato, sia sotto il profilo sociale ed economico.

Tra le molte innovazioni della Legge Urbanistica una delle più importanti è senza dubbio quella di avere staccato il Regolamento Edilizio dalla legge sull'Amministrazione Comunale e Provinciale portandolo a fare parte integrante del «corpus legum» che disciplina la pianificazione urbanistica.

Pertanto non è più una facoltà, bensì un obbligo per tutti i Comuni l'adozione di un Regolamento Edilizio, il quale deve contenere tutto quanto concerne una integrale regolamentazione di ogni settore direttamente connesso con l'attività fabbricativa nell'ambito dell'intero territorio del Comune. Ma oltre a questa estensione della materia da regolamentare, la Legge Urbanistica contiene un'altra prescrizione in base alla quale il Regolamento Edilizio viene ad assumere un carattere eminentemente urbanistico. Infatti il Regolamento Edilizio deve contenere le norme per disciplinare l'attività edilizia programmata dal Piano Regolatore; qualora il Comune ne sia sprovvisto, il Regolamento Edilizio deve essere integrato da un Programma di

Fabbricazione, il quale per le sue caratteristiche è in ultima analisi un vero e proprio piano urbanistico.

L'art. 33 della Legge Urbanistica specifica le materie che devono essere disciplinate da ogni Regolamento Edilizio, dandone una elencazione meramente esemplificativa e precisamente:

1) la formazione, le attribuzioni ed il funzionamento della Commissione edilizia comunale;

2) la presentazione delle domande di licenza di costruzione o trasformazione di fabbricati e la richiesta obbligatoria dei punti fissi di linea e livello per le nuove costruzioni;

3) la compilazione dei progetti di opere edilizie e la direzione dei lavori di costruzione in armonia con le leggi in vigore;

4) l'altezza minima e quella massima dei fabbricati secondo le zone;

5) gli eventuali distacchi dai fabbricati vicini e dal filo stradale;

6) l'ampiezza e la formazione dei cortili e degli spazi interni;

7) le sporgenze sulle vie e piazze pubbliche;

8) l'aspetto dei fabbricati e il decoro dei servizi ed impianti che interessano l'estetica dell'edilizia urbana (tabelle stradali, mostre e affissi pubblicitari, impianti igienici di uso pubblico, ecc.);

9) le norme igieniche di particolare interesse edilizio;

10) le particolari prescrizioni costruttive da osservare in determinati quartieri cittadini o lungo determinate vie o piazze;

11) la recinzione o la manutenzione di aree scoperte, di parchi e giardini e di zone private interposte tra fabbricati e strade e piazze pubbliche e da queste visibili;

12) l'apposizione e la conservazione dei numeri civici;

13) le cautele da osservare a garanzia della pubblica incolumità per l'esecuzione delle opere edilizie, per l'occupazione del suolo pubblico, per i lavori nel pubblico sottosuolo, per le ribalte che si aprono nei luoghi di pubblico passaggio, ecc.;

14) la vigilanza sull'esecuzione dei lavori per assicurare la osservanza delle disposizioni delle leggi e dei regolamenti.

Nei Comuni provvisti del Piano Regolatore il Regolamento Edilizio deve altresì disciplinare:

— la lottizzazione delle aree fabbricabili e le caratteristiche dei vari tipi di costruzione previsti dal piano regolatore;

— l'osservanza di determinati caratteri architettonici e la formazione di complessi edilizi di carattere unitario, nei casi in cui ciò sia necessario per dare conveniente attuazione al piano regolatore;

— la costruzione e la manutenzione di strade private non previste nel piano regolatore.

Tale elencazione, come si noterà, è forse troppo concisa ed in molti casi anche non eccessivamente chiara; il regolamento di cui la legge è tuttora priva, avrebbe certamente portato quelle delu-

cidazioni ed integrazioni che sono indispensabili per la formazione di un Regolamento Edilizio.

Occorre tener presente che la sua applicazione è estesa indistintamente a tutti i Comuni d'Italia; ma non tutti sono dotati di un Ufficio Tecnico e Legale, non tutti possono o intendono valersi di consulenti qualificati per la stesura del Regolamento Edilizio.

Sono comparsi in questi ultimi anni vari volumetti, alcuni con approvazione ministeriale, costituiti da una bozza di Regolamento Edilizio, in cui ogni Comune non aveva che da riempire alcuni spazi vuoti. Tali volumetti non si limitano ad un indice, ad una traccia schematica, ma scendono ad una stesura abbastanza dettagliata, senza tuttavia poter tener conto dei fattori ambientali, storici e sociali propri di ogni Comune; compito questo, d'altronde, di esclusiva competenza degli organi responsabili dei Comuni interessati. Ne consegue che una Città di mare ad esempio può avere un regolamento con caratteristiche del tutto simili a quelle di un Comune di montagna.

Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, in un fascio edito alcuni anni fa, intitolato «Orientamenti per l'attuazione della disciplina urbanistica», trattando del Regolamento Edilizio ha dato uno schema del medesimo idoneo, come dice l'avvertenza, per Comuni di importanza media. Tale schema è molto preciso e dovrebbe servire come base per la stesura di tutti i Regolamenti Edilizi; purtroppo esso è poco noto e di difficile reperimento.

In ogni caso però la stesura di un regolamento deve essere preceduta da una indagine storico-sociale-economica del Comune in cui si vuole regolamentare l'edificazione onde questa si armonizzi con l'ambiente esistente.

Norme procedurali amministrative.

Sono la premessa indispensabile e fondamentale per una concreta ed efficace applicazione di ogni regolamento. Alcune di queste norme rivestono carattere particolarmente tecnico ed è appunto verso queste che si richiama l'attenzione di chi dovrà compilare un Regolamento Edilizio.

Per rendere più sollecito l'esame dei progetti da parte degli organi Comunali a ciò preposti, è opportuno sia precisato nel dettaglio come debbono essere presentati i vari elaborati, così che diventi rapida l'individuazione del lotto su cui sorgerà l'opera, inequivocabile il suo inserimento nel reticolo del Piano Regolatore cittadino, e comprensibile in ogni suo particolare la costruzione che il richiedente intende realizzare.

Il progetto, completo di tutte le piante, alzati e sezioni deve essere redatto in scala non inferiore a 1:100. I disegni devono essere contenuti in una unica tavola, piegata nel formato di cm. 21x29,7.

A questo proposito è da osservarsi che la tecnica moderna del costruire, nonché purtroppo il notevole lasso di tempo intercorrente tra domanda e licenza, inducono gli interessati a presentare all'approvazione delle Amministrazioni Comunali progetti di larga massima, che verranno poi, in sede esecutiva, rimaneg-

giati e variati, e specialmente per quanto si riferisce ai prospetti. Sono evidenti le conseguenze di tale deprecabile sistema, per cui si ritiene opportuno che il Regolamento Edilizio dia a questo proposito, norme precise d'obbligo.

Sarebbe pura utopia pretendere che l'esecutivo corrisponda in ogni minimo dettaglio al progetto cui la licenza si riferisce, ma il progetto presentato all'approvazione sia l'elemento base che l'esecutivo completerà e migliorerà.

Sorge a questo punto il problema delle varianti. Una indagine statistica presso gli Uffici Tecnici Comunali rivelerebbe facilmente quale sia l'odierna prassi di costruttori e professionisti. Per una sola opera vengono presentate una, due, a volte anche più varianti; non solo, ma l'ultima è sicuramente quella che si presenta ad opera ormai compiuta, esautorando così gli organi preposti a dare preventivi giudizi in linea estetica.

A tutto ciò deve porre fine un moderno Regolamento Edilizio, predisponendo norme precise ed inderogabili per cui il progetto presentato all'approvazione corrisponda alla realizzazione effettiva dell'opera. Per le eventuali sempre possibili varianti dovrà essere assicurata una procedura più celere.

Il particolare costruttivo degli elementi di facciata occorrente per il completamento degli elaborati deve essere precisato in ogni suo dettaglio.

Le indicazioni generiche sulla qualità dei materiali che verranno impiegati (mosaico vetroso, grés lucido, clinker, pietra naturale ecc.) sono troppo spesso prive di ogni attendibilità; debbono esservi delle norme precise al riguardo, che obblighino ad indicare, oltre la natura dei materiali, anche i colori dei medesimi.

Soltanto in tale modo potranno evitarsi certi sconcertanti accostamenti di colore, non solo nell'edificio in costruzione, ma anche relativamente agli edifici latitanti, che oggi troppo spesso deturpano il volto delle nostre città.

Se è vero che «l'idea del bello» è soggettiva non si può però escludere l'esistenza di un concetto estetico generale e comune, e questo appunto la Commissione Igienico Edilizia è chiamata ad interpretare sui progetti di nuove opere.

Per poter ben giudicare a priori l'inserimento della nuova costruzione nell'ambiente circostante è necessario che ogni istanza sia corredata di una adeguata documentazione grafica e fotografica e se del caso per opere più importanti di un plastico.

Nella stesura dei progetti deve essere indicato l'andamento altimetrico del terreno interessato dalla nuova opera, sia come quote rosse che come quote nere, prima della esecuzione e sistemazione definitiva della stessa. Questa necessità riveste peculiare importanza nelle zone collinari e là dove il Piano Regolatore impone limiti di cubatura.

Se è indispensabile che i progetti delle opere di un certo rilievo siano dettagliati in ogni particolare, è però opportuno, per non aggravare inutilmente il compito del Professionista, che i Regolamenti Edilizi prevedano anche, per opere di minore importanza (bassi fabbricati all'interno dei cortili, riparazio-

ne edifici, ecc.) l'adozione di una procedura più semplificata.

La validità delle licenze deve essere fissata in modo inequivocabile, sia per quanto attiene l'inizio dei lavori sia per quanto concerne la durata degli stessi.

Molti degli attuali Regolamenti Edilizi difettano della imposizione di tali limiti; le conseguenze negative di tale omissione, oggi non rilevabili, potrebbero però apparire in prosieguo di tempo, quando venissero a cessare le disposizioni vigenti in materia di esenzione fiscale per le nuove costruzioni.

Qualora poi si tratti di progetti che prevedono più edifici, si ritiene opportuno il rilascio della licenza per ogni singola costruzione.

La difficoltà di procedere a verifiche sulla corrispondenza tra l'opera in corso ed il progetto approvato, derivante dalla natura intrinseca dell'opera, dalla carenza del personale addetto e dalla lentezza della procedura repressiva, non è facilmente eviabile con norme di Regolamento Edilizio. È necessario però che il medesimo richiami le responsabilità dei committenti, dei progettisti e degli assuntori delle opere per quanto riguarda non solo l'esecuzione delle stesse a perfetta regola d'arte, ma altresì per quel che concerne la rispondenza tra le opere stesse e la licenza di costruzione rilasciata dal Comune.

L'Istituto della Commissione Igienico Edilizia, la cui necessità è stata avvertita non solo nella Legge del 1865 ma già nella vecchia legge piemontese del 1859 da cui la medesima trae origine e riconfermata in tutte le leggi e regolamenti successivi sino all'attuale Legge Urbanistica, è di importanza fondamentale nella attuazione di un Regolamento Edilizio, elemento integrante del Piano Regolatore.

La Commissione Igienico Edilizia, i cui componenti rappresentano tutti gli ambienti culturali della città, dà al Sindaco un parere che non deve essere esclusivamente tecnico ed estetico, ma comprensivo di tutti i fattori atti a giudicare l'idoneità dell'inserimento del fabbricato in progetto nell'ambiente circostante.

Si ritiene opportuno che, per un complesso di ragioni, tale parere abbia sempre carattere consultivo ma non vincolante per il Sindaco, lasciando quindi solo ad esso la responsabilità dell'emanazione della licenza.

È indispensabile che i Regolamenti Edilizi sanciscano l'obbligatorietà del parere della Commissione Igienico Edilizia, in quanto le vigenti disposizioni prescrivono solo l'obbligo della istituzione, ma non del parere della medesima, attualmente previsto soltanto da una circolare Ministeriale. Ciò verrebbe del resto a confermare l'indirizzo dell'attuale giurisprudenza in base a cui il diniego di una licenza da parte del Sindaco può essere revocato, qualora lo stesso non abbia preventivamente sentito il parere della Commissione Igienico Edilizia. Non risulta invece, a meno che non entrino in gioco interessi di parte, che mai alcun cittadino abbia chiesto in giudizio la revoca di una licenza perchè la costruzione realizzata offendeva il comune senso estetico, infirmandone la va-

lità per mancanza del parere consultivo della Commissione.

La composizione della Commissione Igienico Edilizia non può essere fissata con un rigido schema; il criterio della scelta dei componenti deve essere quello della capacità nel campo urbanistico, artistico, architettonico, tecnico, igienico e sociale, nell'interesse ed in rappresentanza di tutta la città, non già esclusivamente quello della professione esercitata che potrebbe indurre a difendere interessi di categoria.

I campi che l'esame di un progetto di nuova opera viene ad interessare sono molteplici ed altrettante le competenze specifiche chiamate ad esprimere un motivato giudizio.

Queste considerazioni e l'esigenza di esaminare il più rapidamente possibile le varie istanze, ci porta a contemplare la opportunità di una articolazione della Commissione Igienico Edilizia in sotto-commissioni deliberanti, di Urbanistica, di Tecnica costruttiva e degli Affari minori.

Norme urbanistico-ambientali.

I Regolamenti Edilizi sono elementi integrativi dei Piani Regolatori e costituiscono con questi gli elementi fondamentali per l'attuazione di una disciplina edilizia in un Comune.

Il Piano Regolatore suddivide l'intero territorio comunale in zone, indicando di ognuna le particolari caratteristiche ed i vincoli.

Il Regolamento Edilizio disciplina la fabbricazione nell'ambito di ciascuna di queste zone; scaturisce da ciò la necessità che esso abbia norme procedurali e generali per l'intero territorio comunale e norme edilizie specifiche per ogni zona.

Tale discorso vale per una grande città dotata di Piano Regolatore Generale; comunque anche i Comuni minori debbono avere un Programma di fabbricazione che, pur nella sua maggiore semplicità, costituisca sempre un piano urbanistico.

Due sono i parametri di essenziale importanza per disciplinare l'attività edilizia: l'altezza del fabbricato ed il rapporto tra area fabbricabile e superficie totale del lotto.

Pur ravvisando l'importanza di tali fattori, si considera superato il criterio di fissare norme secondo formule puramente matematiche oltre che per i centri storici, per i rioni di nuovo impianto; si ritengono invece più consoni ad un sano concetto urbanistico norme stabilite in funzione di ogni tipologia edilizia, che naturalmente rispettino determinati limiti, quali quelli in appresso indicati:

a) ogni fabbricato deve avere un'altezza, sia verso via che verso cortile, non superiore alla larghezza dello spazio libero antistante; pertanto il rapporto limite tra strada o cortile ed altezza deve essere eguale a 1/1;

b) l'area edificabile di ogni lotto deve essere inferiore alla metà della superficie totale dello stesso, sempreché sia garantita, in funzione della cubatura e destinazione del costruendo edificio, una aliquota di area verde e per parcheggio, da calcolarsi in base ai coefficienti propri di ogni zona.

Col punto b) si tende al raggiungimento di due fini essenziali: soluzione del problema del parcheggio e creazione di aree destinate a verde consistenti anche solo in spazi con alberi in piena terra.

Solo in tal modo potrà essere restituita alla strada la sua specifica funzione e cioè quella della circolazione e della sosta limitata degli automezzi.

Parcheggio e verde sono, in ultima analisi, punti complementari in quanto nulla vieta di farli coesistere, almeno parzialmente, sulla stessa area.

Non inseguiamo l'utopia di volere che ogni lotto edificato abbia il suo giardino od il suo prato verde; però si deve e si può ottenere che, in tutte le zone, una aliquota dell'area sia riservata al piantamento di alberi di alto fusto.

Ciò diventerà di facile realizzazione se si arriverà alla eliminazione della edilizia chiusa e si tenderà alla formazione di edilizie più sane e più confortevoli.

Non si ritiene che si debba giungere ad una indiscriminata eliminazione di fabbricati bassi ed accessori; il piccolo laboratorio dell'artigiano tende già di per se stesso a scomparire per la rarefazione della categoria.

È necessaria una adeguata disciplina che determini limiti di superficie non superabili, suggeriti dalle circostanze variabili da luogo a luogo ed identificanti nelle caratteristiche della zona e nelle sue peculiari necessità.

La disciplina dell'altezza dei fabbricati al di sopra del piano stradale va integrata da norme ben precise circa il numero e l'altezza dei piani da tollerarsi al di sotto del medesimo. Problema quanto mai attuale; si è assistito in questi ultimi anni e si assiste tutt'oggi ad un vero e proprio «sprofondamento» delle costruzioni, specialmente nelle zone centrali; e molte volte i sotterranei così ricavati sono stati adibiti a luoghi di lavoro, nei quali, malgrado gli opportuni impianti di aria condizionata, le condizioni igieniche lasciano a desiderare.

I Regolamenti Edilizi diano indicazioni precise sul modo pratico da seguire per la determinazione dell'altezza dei fabbricati, tanto verso via che verso cortile, nonché per la determinazione della larghezza degli spazi liberi antistanti.

Per facilitare l'esatta interpretazione delle norme sopra citate è opportuno che esse siano corredate da schizzi, schemi e disegni vari.

Occorre tener presente che l'attività edilizia privata ben raramente si scosterà dai valori estremi dei limiti stabiliti dai Regolamenti Edilizi, indulgendo ad altre considerazioni che non siano quelle di ordine puramente economico e che fatalmente diverrà limite costante e comune quello configurato come estremo per cui a volte sarà proprio questo determinante nell'aspetto di una città.

Facciamo due esempi: negativo il primo, quello di Torino, dove essendosi consentita, con modifiche apportate nel 1956 al Regolamento Edilizio, l'erezione di due piani arretrati, si è raggiunto un risultato estetico quanto mai dubbio; positivo quello di Roma, dove la «palazzina», opportunamente configurata nelle varianti al Regolamento Edilizio del 1920, ha contribuito, almeno in certi

quartieri, al raggiungimento di un buon effetto urbanistico.

Diamo ora per le varie zone e tipologie edilizie, che possono essere indicate dal Piano Regolatore, le norme per regolare la edificazione, in armonia coi principi sopra esposti.

Zona Residenziale - Edilizia chiusa e semichiusa.

È auspicabile, come già detto, la scomparsa della prima di queste tipologie edilizie, salvo quando motivi ambientali ne consigliano la continuazione.

Verso strada e verso cortile il rapporto tra altezza del fabbricato e spazio libero antistante deve essere al massimo eguale ad uno; però l'altezza verso cortile va subordinata a quella verso strada, anche quando lo spazio antistante ne permetterebbe una maggiore.

Le maniche interne a ventilazione unilaterale, qualunque sia la loro destinazione, debbono essere vietate.

L'area edificabile di ogni lotto, sia per gli edifici principali che per i bassi fabbricati, può raggiungere il limite massimo già considerato in precedenza; ciò perché l'utilità dei bassi fabbricati è maggiore qui che non altrove.

L'area destinata a verde, necessariamente di modesta superficie deve essere ragguagliata almeno a mq. 4 ogni mc. 100.

L'area a parcheggio, invece è strettamente legata alla cubatura ed alla destinazione dell'edificio:

— per edifici destinati ad abitazione mq. 4 ogni mc. 100;

— per edifici destinati ad ufficio mq. 16 ogni mc. 100.

In queste tipologie, al fine di evitare il frantumarsi della composizione architettonica e la formazione di pareti nude, quando l'edificazione avviene a tempi notevolmente differenziati, pur potendosi ovviare a tali inconvenienti con piani particolareggiati, è opportuno che i Regolamenti Edilizi disciplinino la edificazione dei singoli lotti, stabilendo l'obbligatorietà della conclusione della stessa.

Pertanto devono essere dettate norme che regolamentino i distacchi degli edifici dai confini oppure impongano l'obbligo di costruire, anche trattandosi di proprietari diversi, edifici aventi caratteristiche architettoniche unitarie e concluse.

Zona Residenziale - Edilizia aperta ed isolata.

In questa tipologia l'altezza massima dei vari edifici non deve essere superiore agli spazi liberi antistanti le fronti dei medesimi, tenendo presente che nella edilizia aperta vanno considerate soltanto le due fronti principali e nell'edilizia isolata tutte le fronti. L'area edificabile, comprensiva cioè di fabbricati principali e accessori, deve essere contenuta in un terzo dell'area totale.

I bassi fabbricati, per ambedue le tipologie, debbono essere contenuti su superficie molto modesta e, soprattutto, riuniti in unità organiche, armonicamente disposte con i fabbricati principali.

Se l'area destinata a parcheggio è determinabile con criteri analoghi a quelli delle tipologie prima considerate, l'area

destinata a verde deve essere invece aumentata almeno nella misura seguente: mq. 8 ogni mc. 100.

Zona Residenziale - Palazzine, villini o costruzioni con caratteristiche similari.

È opportuno, in questo caso, fissare un'altezza dei fabbricati in senso assoluto, prescindendo da ogni rapporto con gli spazi liberi antistanti.

Deve però essere tassativamente imposto che le distanze dall'edificio ai confini non siano in alcun caso inferiori all'altezza prima stabilita.

Il fabbricato deve essere arretrato dal ciglio stradale di almeno tre metri.

L'area edificabile può, come limite massimo, raggiungere il quarto dell'area netta totale; tale limite può variare in funzione delle caratteristiche della zona, mentre deve essere vietata la costruzione di bassi fabbricati e di edifici accessori.

Le autorimesse devono trovare posto nel sottoragno dell'edificio.

Almeno una metà dell'area totale deve essere destinata a vero e proprio giardino.

Le norme sopra stabilite possono sembrare, a prima vista, eccessivamente restrittive, ma un semplice esempio potrà correggere la prima negativa impressione.

Supposto che nella zona il Piano Regolatore imponga un indice di fabbricabilità di mc. 2 per mq. e supposta altresì l'esistenza di una strada larga mt. 15,00 su un lotto con un fronte di mt. 40,00 e profondità di mt. 30,00, pari ad una superficie netta di mq. 1200 e lorda di mq. 1500, potrà erigersi un fabbricato di mc. 3000 corrispondente ad una superficie di mq. 240 (16,00 x 15,00) e ad un'altezza di mt. 12,00.

Zone collinari e panoramiche.

Circa l'altezza degli edifici, l'area fabbricabile, ed i bassi fabbricati, possono valere le norme già considerate per la zona a villini, accentuando le restrizioni, in funzione della situazione ambientale.

Soprattutto si richiama l'attenzione sui seguenti punti:

— obbligo di misurare l'altezza del fabbricato con riferimento esclusivamente allo stato naturale del terreno prima dell'erezione dell'opera;

— indicazione dei tratti di strade panoramiche, e precisazione delle quote che l'elemento più alto dell'edificio a valle (tetto, camino, ecc.) non deve superare.

Zone industriali.

Non è più pensabile oggi l'insediamento industriale su aree che abbiano il solo requisito dell'accesso; pertanto queste debbono essere dotate delle infrastrutture tecniche necessarie.

I fabbricati devono essere arretrati almeno di mt. 5,00 dal ciglio stradale ed essere distanziati dai confini di uno spazio almeno pari alla loro altezza ed, in ogni caso, non inferiore ai mt. 6,00.

L'area edificata deve essere compresa tra la metà ed i due terzi dell'area totale, il cui 10% va destinato al piantamento di alberi di alto fusto.

L'area da adibirsi a parcheggio deve

essere commisurata in ragione di un autoveicolo ogni due addetti all'industria.

Gli accessi per gli addetti al lavoro e per i materiali, vanno studiati con particolare cura e non vanno aperti direttamente su strade di grande traffico.

Centri storici.

I nuovi fabbricati devono inserirsi, senza portare turbamento, nell'ambiente preesistente, formato da una serie di edifici che, pur non avendo un particolare valore storico monumentale e perciò soggetto per legge a speciali vincoli, hanno tuttavia nel loro insieme peculiari caratteristiche, testimonianze di una determinata epoca con le sue tradizionali note rappresentative.

Le nostre vecchie città non sono come quelle di oggi tutte eguali e facilmente confondibili tra loro, talché la periferia di Roma può identificarsi con quella di Milano e di Torino.

Ognuna di esse ha un suo volto particolare, una sua peculiare bellezza nel vecchio centro urbano, che si articola in tanti quadri di valore compiuto. Tutti questi valori vanno salvaguardati e i Regolamenti Edilizi devono contribuire a tale salvaguardia.

Per far ciò occorrono norme specifiche e dettagliate non per tutto il centro storico ma quartiere per quartiere, isolato per isolato, ed anche, in determinati casi via per via, precisando quali fabbricati sono intoccabili, quali allineamenti debbono o no essere modificati, quali visuali debbono essere conservate, tenendo presente che tali visuali possono venire turbate con l'erezione di costruzioni in località anche relativamente lontane.

Più che mai è da scartarsi il concetto dell'applicazione di una formula matematica per la determinazione dell'altezza di nuovi edifici, anzi è necessario per particolari vie o piazze, il profilo altimetrico dei fabbricati, determinante non solo l'altezza massima ma anche quella minima dei medesimi.

Una cura particolare deve essere dedicata all'interno degli isolati, ove abbondano costruzioni vecchie, fatiscenti e di nessun valore storico-culturale; la loro eliminazione, auspicabile per ragioni igienico-sociali purtroppo non è raggiungibile con il semplice inserimento nel Regolamento Edilizio di clausole che vietino, in caso di ricostruzione, i bassi fabbricati e le maniche interne.

Salvo casi particolari oppure calamità non certo augurabili, simili edifici verranno ben raramente demoliti, bensì continuamente rimaneggiati e rappazzati con un susseguirsi incessante di locatari.

L'opera di risanamento e di pulizia può farsi solo con dei Piani Particolareggiati; però le norme del Regolamento Edilizio possono essere la premessa per l'attuazione di essi, in quanto forniscono le direttive per l'eventuale edificazione isolata, che potrebbe anche trovare un stimolo in appropriate norme.

Nella costruzione dei nuovi edifici, più che altrove, deve essere considerato il problema dei parcheggi con i parametri già indicati; qualora l'area non consenta soluzioni in senso orizzontale, possono studiarsi soluzioni in senso verticale, tanto sopra, quanto sotto il piano stradale.

Per quanto concerne le aree destinate a verde, non ritenendosi possibile, nella generalità dei casi, stabilire delle norme che obblighino alla formazione di nuove aree verdi in un centro, già di per se stesso carente di superficie, è auspicabile che il Piano Regolatore abbia provveduto a vincolare gli eventuali giardini privati esistenti.

Qualora trattasi di ricostruzioni di particolari edifici, costituenti un determinato complesso architettonico, può ritenersi opportuno il ripetere quelle stesse linee architettoniche; ma negli altri casi non deve un Regolamento Edilizio stabilire l'impostazione architettonica di un fabbricato che verrà realizzato in un futuro più o meno prossimo.

Non si possono porre dei limiti alla libera espressione artistica di un progettista che, non abbiamo dubbi in proposito, deve risolvere in piena libertà il problema dell'inserimento del nuovo edificio in altri di epoche precedenti e che di queste sono testimonianza, così come lo sarà il suo per la sua epoca.

I Regolamenti Edilizi, per i centri speciali, direzionali e commerciali, devono dettare norme particolari.

Considerazioni relative alla lottizzazione delle aree fabbricabili ed alle vie private.

La Legge Urbanistica prescrive che i Regolamenti Edilizi debbono contenere norme in merito, anche se trattasi di disposizioni di natura squisitamente urbanistica.

La complessità della materia e la inesistenza di una casistica, fanno sì che dettare norme precise a questo proposito non sia cosa facile né agevole; d'altronde il delicato argomento è ancora oggetto di particolari studi e di controverse opinioni.

Alla mancanza di una regolamentazione da parte dei Comuni, si è ovviato, più o meno bene, con lottizzazioni volontarie, cioè con convenzioni tra Amministrazione e privati.

La Legge prevede che, qualora il privato non proceda alla lottizzazione, deve intervenire d'ufficio il Comune con tutte le conseguenze di carattere amministrativo e specialmente finanziario, che vengono a complicare il problema. Ciò spiega la reticenza, cui si è accennato, da parte delle Amministrazioni alla formazione di norme in questo campo.

Comunque si ritiene fondamentale che qualsiasi norma di lottizzazione di aree fabbricabili debba precisare gli obblighi e gli oneri dei proprietari, per quanto concerne le infrastrutture tecniche e sociali.

Se oggi è superato il concetto che per edificare è sufficiente l'accesso e se ormai si ritiene indispensabile, per rendere possibile l'edificazione, l'allacciamento alle reti dei pubblici servizi, per quanto riguarda le infrastrutture sociali può ancora riscontrarsi alquanto resistenza ed incomprendenza da parte di chi è meno sensibile alle esigenze sociali, divenute ormai problema non più accantonabile.

Se facile è dissertare teoricamente su tali infrastrutture sociali, molto arduo diventa il compito quando si deve scendere sul terreno pratico e stabilirne natura e quantità; tuttavia ci pare essen-

ziale l'obbligo di concorrere almeno alla formazione della scuola, del mercato e di un minimo di verde pubblico.

La disciplina delle strade private può variare da località a località, però esse debbono avere larghezza tale da consentire un traffico agevole per la zona che debbono servire, evitando di massima la formazione di vie a fondo cieco; ove ciò sia reso indispensabile dalle circostanze devono essere dotate di ampie piazzole per l'inversione di marcia.

L'innesto delle vie private su strade statali e provinciali deve essere regolato con divieti di edificazione entro triangoli di visibilità aventi lati, misurabili sugli assi delle strade, di almeno mt. 50.

Per le vie private e per le lottizzazioni devono essere stabilite adeguate garanzie da darsi ai Comuni per l'esecuzione delle opere, sia come limiti di tempo, sia come idoneità tecnica.

Una soluzione, forse drastica, ma certamente equa e legale, è quella di subordinare la concessione delle licenze edilizie alla effettiva preventiva esecuzione delle opere.

Norme tecnico-igienico-strutturali.

Nella nostra epoca, caratterizzata da un sempre maggiore livellamento sociale e da un crescente intervento dello Stato per soddisfare a carico delle collettività i bisogni dell'individuo economicamente più debole, la casa, elemento fondamentale nella vita dell'uomo, ha assunto una importanza sempre più accentuata.

Il problema attuale è non solo di dare a tutti una casa, il che più o meno bene è sempre stato fatto, ma che questa sia il più possibile confortevole ed igienica.

I Regolamenti Edilizi oltre alle norme di natura urbanistica, già considerate, legate precipuamente all'ambiente locale, devono dettare altre relative alle caratteristiche intrinseche del fabbricato nel suo insieme e delle singole unità abitative che lo compongono; norme che, seppure entro certi limiti, sono meno legate ai fattori locali e perciò possono interessare nella sua totalità il territorio nazionale.

Anche nell'edilizia economica e popolare vanno salvaguardati certi principi di igiene, di confort e di decoro, additati dalla tecnica moderna del costruire, e che, se sempre rispettati ed anche esaltati nell'edilizia di lusso, tendono ad essere meno considerati nelle abitazioni più economiche.

Necessitano quindi norme precise relative allo studio delle piante, alla formazione delle unità abitative ed all'aspetto esterno degli edifici, che in appresso vengono indicate:

— divieto di formazione di alloggi con ventilazione unilaterale;

— obbligo della separazione tra ambienti per la vita diurna e per la vita notturna, anche per alloggi minimi, con disimpegno completo dei vari locali. A chi invoca il principio della maggior economia realizzabile con l'unificazione degli scarichi e delle colonne montanti dell'impianto idraulico è facilmente dimostrabile che il maggior costo è contenibile in limiti quanto mai modesti;

— obbligo di dotare ogni unità abitativa di balcone o loggia, con relativa canna per le spazzature;

— obbligo di ventilazione diretta e naturale per tutti i locali destinati all'abitazione comprese cucine e servizi igienici. Si potrà derogare a tale norma nel caso di edifici a destinazione speciale, come alberghi, uffici, ecc., in questi casi potrà essere ammessa per i servizi la ventilazione artificiale, semprechè i relativi impianti siano effettuati a perfetta regola d'arte e facilmente ispezionabili;

— divieto di orientamento nel quadrante Nord delle aperture dei locali destinati alla vita diurna;

— divieto di formazione di servizi igienici in locali confinanti con l'ambiente notte di altre unità abitative, anche in senso verticale;

— divieto di formazione di cavetti, chiostrine, pozzi di luce ecc., anche per una eventuale ventilazione diretta di cucine e servizi igienici;

— divieto di formazione di sopralci anche in negozi e in locali destinati a portineria;

— indicazione della superficie minima per ogni tipo di locale di unità abitativa, fissando il lato minimo per i vani destinati a cucine o cucinini, a disimpegni, ed a servizi igienici;

— indicazione dell'altezza netta minima dei piani. Pur riconoscendo la opportunità della indicazione di un valore minimo assoluto per tutto il territorio nazionale, che attualmente è stabilito da norme Ministeriali risalenti al 1896, si ritiene che i Regolamenti Edilizi possano meglio di una disposizione dell'Autorità Centrale, fissare limiti di altezza, più rispondenti alle diverse climatologie locali. Potrebbe essere opportuna una differenziazione fra le altezze dei vari piani di uno stesso edificio, prescrivendo eventualmente l'obbligo, per quelli superiori nei quali sia consentita un'altezza inferiore, di una maggior superficie illuminante;

— indicazione di un rapporto tra superficie illuminante e superficie dei locali non inferiore a 0,15 e di un valore minimo assoluto di mq. 0,70 per i servizi igienici e per i cucinini;

— obbligo per le cucine ed i servizi igienici di pavimentazione e di rivestimento delle pareti con materie impermeabili e facilmente lavabili. L'altezza dei rivestimenti deve essere di almeno mt. 1,50;

— divieto di destinare ad abitazione locali situati al piano terreno di edifici privi di scantinato;

— divieto di destinazione ad abitazione anche saltuaria od a negozi o magazzini di vendita di locali interrati e semi-interrati;

— divieto di destinazione ad abitazione anche saltuaria di soffitte. A tale norma potrà derogarsi per particolari tipi di costruzioni quali villini, palazzine, ecc., imponendo un minimo di altezza e fissando determinate caratteristiche coibenti delle coperture;

— obbligo di illuminazione diretta e laterale del vano scala e, in funzione del numero dei piani serviti, indicazione della larghezza delle rampe, che non deve essere inferiore a mt. 1. Per edifici elevatissimi oltre i dieci piani, obbligo di una scala di sicurezza, a prova di fumo e di fuoco;

— obbligo di dotare di un ascensore

o fabbricati superiori ai cinque piani, oltre i dieci piani gli ascensori devono essere almeno due. I vani degli stessi, quando confinano con locali di abitazione, devono essere delimitati da muratura di mattoni dello spessore minimo di cm. 25 o da calcestruzzo dello spessore minimo di cm. 15;

— divieto di collocare le canne fumarie dell'impianto centrale di riscaldamento a diretto contatto con locali di abitazione. Le canne devono essere circondate da una intercapedine ventilata e dotata di depuratore dei fumi. Nelle cucine la tradizionale e poco efficiente cappa è opportuno sia sostituita da elettroaspiratore che meglio garantirebbe l'eliminazione dei cattivi odori;

— obblighi particolari per quanto concerne l'isolamento acustico tra le varie unità abitative, tanto nel senso verticale come in quello orizzontale. In quest'ultimo un sufficiente isolamento può ottenersi con una parete costituita da due muricci dello spessore minimo di cm. 6 formanti una intercapedine di almeno cm. 5; uno dei muricci deve essere intonacato anche sul lato dell'intercapedine. Analogo elemento separatore deve essere posto in opera tra locali di abitazione e vano scala. In senso verticale i muricci non devono posare direttamente sul solaio, bensì con l'interposizione di un elemento separatore (è sufficiente la carta catramata). Tra il pavimento ed il solaio deve essere pure previsto un idoneo isolamento. La tecnica costruttiva è in continua evoluzione, perciò non è opportuno indicare caratteristiche particolari di determinati materiali. L'essenziale è stabilire il principio della obbligatorietà dell'isolamento, lasciando al progettista ed al costruttore la scelta del materiale adatto.

A tale proposito, date le imposizioni per l'altezza totale dei fabbricati, nonché quelle nette minime dei piani, l'imprenditore è portato a ridurre il più possibile lo spessore degli orizzontamenti per sfruttare anche pochi centimetri. È sufficiente imporre uno spessore minimo, ad esempio: cm. 30, degli orizzontamenti per obbligare il costruttore a porre in opera dei riempimenti idonei a garantire un minimo di afonicità. Al fine sempre di ridurre al minimo la propagazione dei rumori, le tubazioni degli impianti di riscaldamento e degli impianti idraulici, devono essere incassate nella muratura, gli impianti idraulici devono avere tubazioni di sezione proporzionata all'erogazione dell'acqua;

— obblighi particolari per quanto concerne l'isolamento termico, al fine di garantire il rispetto di determinati coefficienti, sia nelle coperture che nelle pareti perimetrali degli edifici. Qualora, invece dei materiali tradizionali, venissero impiegati nuovi elementi della moderna tecnica costruttiva, dovrà richiedersi l'adozione di adeguati provvedimenti per la salvaguardia del rispetto già citato;

— divieto di formazione di cortili secondari e ribassati;

— obbligo, qualora sia ammessa per particolari destinazioni la copertura totale del cortile, di garantire ai locali in tal modo ricavati una conveniente ventilazione;

— obbligo di sistemazione e pavimentazione di tutte le aree libere;

— obbligo che gli eventuali avancorpi di uno stesso edificio siano tra loro ad una distanza minima di mt. 6, onde evitare la formazione di intercapedini;

— obbligo di realizzare tutte le strutture entro terra in calcestruzzo, con interposizione di materiale isolante tra il piano interrato ed il piano fuori terra. Si presume che il Regolamento Edilizio non debba trattare delle cautele costruttive da osservarsi per l'edificazione in luoghi malsani e simili, in quanto tali siti dovrebbero già essere stati preclusi alla fabbricazione dal Piano Regolatore;

— obbligo di estensione a tutto il fronte dell'unità fabbricativa, costituente un definito e concluso complesso architettonico, dell'eventuale volontario arretramento dal filo stradale, al fine di evitare la formazione di antiestetici frontespizi, non sistemati a regolare facciata;

— obbligo di arretramento del piano arretrato su tutto il perimetro dell'edificio, nel caso di una sua non auspicabile, ma eventualmente tollerata formazione;

— divieto di ogni tipo di oggetto verso gli spazi pubblici che, in quanto tali, non debbono essere occupati, ad alcuna quota, per interesse privato; gli oggetti possono essere ammessi verso cortile ma, in tal caso, vanno computati come area coperta. Fanno eccezione i balconi dei quali va stabilito l'oggetto massimo consentito.

Il cemento, il ferro e la moderna tecnica costruttiva consentono oggi di realizzare strutture del tutto nuove, che possono conferire, anche all'esterno dei sin-

goli edifici, aspetti ben diversi da quelli tradizionali.

In tale materia non è possibile alcuna regolamentazione che possa contenere l'eccessiva estrosità di talune fantasie volte al nuovo per il nuovo; ed è proprio qui che soccorre l'opera moderatrice della Commissione Igiene Edilizia.

Per quanto concerne l'esecuzione delle opere ed i tipi di strutture da adottare, il Regolamento Edilizio deve fare esplicito richiamo alla legge del 25 novembre 1962 n. 1684 «Provvedimenti per l'Edilizia, con particolare prescrizione per le zone sismiche» ed alle istruzioni relative emanate con la Circolare Ministeriale della Direzione Generale Servizi Speciali del 6 febbraio 1963 n. 705.

In merito alla prevenzione incendi mancano purtroppo norme così precise, se ne auspica la emanazione con validità per l'intero territorio nazionale.

La rapidità del processo di industrializzazione del nostro Paese ed i fenomeni sociali ad esso connessi hanno dato e danno luogo ad una vera e propria « esplosione » edilizia, rendendo urgente ed improrogabile, soprattutto nei centri urbani maggiormente interessati, l'adozione di nuovi Piani Regolatori integrati da nuovi Regolamenti Edilizi.

Ma l'evidente accentuarsi, con questi strumenti di pianificazione urbanistica, di limitazioni all'integrale sfruttamento economico delle aree fabbricabili produce un fenomeno che interessa tutti i Comuni vicini, per un raggio direttamente proporzionale alla forza di attrazione del centro principale. Si assiste cioè ad una fuga delle costruzioni verso questi Comuni minori, nei quali molto

spesso gli strumenti urbanistici sono inadeguati e consentono una maggiore libertà.

In ultima analisi quel disordine edilizio che si vuole scongiurare nelle città « pilota » viene a riprodursi nei territori contigui; soltanto con la tempestiva adozione di piani intercomunali e territoriali e con il coordinamento dei Regolamenti Edilizi di tutti i Comuni interessati può evitarsi tali fenomeni.

L'attività edilizia deve essere ovunque incanalata entro limiti precisi, al di sopra dell'interesse del singolo, per il bene della comunità, con una più larga veduta sociale.

Nel campo dell'edilizia non possono essere date direttive teoriche valide per tutti i tempi e per tutti i luoghi; gli agglomerati urbani seguono un indirizzo strettamente legato alle condizioni di vita ed alle aspirazioni individualistiche, continuamente evolventesi.

È perciò indispensabile prevedere, proiettandoli nel futuro, quali siano per essere gli sviluppi della vita umana, onde poter giungere ad una regolamentazione tale da prevenire con indirizzi precisi qualsiasi deviazione o disordine.

Soltanto quando si riuscirà ad avere un Regolamento Edilizio efficace, senza contraddizioni, applicabile all'edilizia sia pubblica che privata, e suscettibile di miglioramenti, di sviluppi e di amplificazione delle norme con una elasticità tale che gli permetta di adattarsi progressivamente alle variazioni non facilmente prevedibili, soltanto allora potremo immaginare la « città ideale ».

Giuseppe Boffa

Mezzi pratici per la difesa contro i rumori

ALDO PILUTTI, al 3° Congresso internazionale per la lotta contro i rumori in Parigi, ha ribadito la inderogabile necessità di difenderci dai rumori d'ogni genere, indicando i mezzi più idonei allo scopo: *Educazione per mezzo della scuola, della stampa e della radiotelevisione; piani urbanistici adeguati alla crescente meccanizzazione; aeroporti opportunamente ubicati; progettazione degli edifici tenendo conto delle sorgenti di rumore; capitolati precisi e severi sull'isolamento acustico; obbligatorietà dell'isolamento acustico con relativa verifica del grado di isolamento prima del nulla-osta alla abitabilità; regolamenti di condominio tali da non consentire di alterare lo stato della casa silenziosa; assoluto divieto delle segnalazioni acustiche negli abitati.*

È con grande amarezza che mi accingo a riferire sul tema che per oltre dieci anni, per noi pionieri, è stato oggetto di opera indefessa, appassionata, allo scopo di portare un contributo di rimedio al flagello dei rumori, che ormai opprime tutto il mondo civile.

E l'amarezza proviene dal fatto che, mentre in altri Paesi sono stati raggiunti risultati positivi confortanti, in Italia purtroppo le cose sono venute invece peggiorando, soprattutto da quando la lega per la lotta contro i rumori ha cessato praticamente di funzionare.

È doloroso constatare come da noi i vari Ministeri, e soprattutto quello della Sanità, siano rimasti del tutto assenti nei Congressi Internazionali, e come mai o quasi mai si sia affrontato decisamente il problema alla Camera e al Senato, sia per difendere la salute pubblica, sia per non pregiudicare una delle più forti ri-

sorse per la nostra economia: il turismo straniero.

A questo proposito si abbia il coraggio di dirlo apertamente, senza sottintesi e senza riserve, che non sono soltanto i prezzi alti ed altri fattori, ma soprattutto i rumori che allontanano dalle spiagge e dalle montagne i turisti amanti della quiete; i rumori stradali e quelli interni negli alberghi, costruiti in grande maggioranza senza isolamento acustico ed eserciti con poco riguardo alla tranquillità dei clienti.

Organizzato dall'A.I.C.B. (Association International contre le Bruit) il Congresso di Parigi ha assunto un'importanza eccezionale, perchè il gravissimo problema ormai assilla tutto il mondo civile.

Quasi tutti i paesi occidentali erano presenti e fra quelli orientali la Polonia, la Cecoslovacchia, la Romania, la Jugoslavia, l'Ungheria.

D'oltreoceano l'Argentina, l'Australia. La delegazione ufficiale italiana di soli 5 membri, era quella nominata dal Consiglio Nazionale delle Ricerche:

Prof. I. Barducci, Istituto di Ultracustica, C.N.R., Piazzale delle Scienze 7, Roma;

Dott. A. Morresi, Politecnico di Milano, Piazza Leonardo da Vinci 32, Milano;

Prof. C. Parolini, Istituto di Fisica Tecnica, Via Eudossiana 18, Roma;

Ing. Arch. A. Pilutti, in rappresentanza anche dei Consigli Nazionali degli Architetti e degli Ingegneri d'Italia, Via Fanti 3, Torino;

Prof. G. Sacerdote, Istituto Elettrotecnico « G. Ferraris », Corso Massimo d'Azeglio 42, Torino.

I congressisti hanno lavorato per tre giorni consecutivi per circa 8-9 ore al giorno discutendo ampiamente sui temi riguardanti:

1) *Rumori nelle zone residenziali:* abitazioni, ville, parchi.

2) *Rumori industriali:* rumori delle macchine e all'interno e all'esterno delle officine.

3) *Rumori della circolazione:* terrestre e aerea.

4) *Reazioni umane generali:* fisiologiche e psichiche.

5) *Mezzi generali d'informazione e di educazione.*

Sul 1° tema si è discusso ampiamente sulla necessità di obbligare l'isolamento

acustico nelle case di abitazione, comprese quelle popolari dove la trasmissione dei rumori sta diventando preoccupante per le donne di casa e per lavoratori bisognosi di dormire in pace.

Severe dovrebbero essere le prescrizioni nei capitolati d'appalto e le verifiche prima di concedere la licenza di abitazione.

Interessante è stata la relazione di un collega tedesco urbanista, che ha presentato la maison « Ecran » nella quale sono progettati verso strada tutti i servizi e le scale e verso cortile o giardino le camere da letto.

Per noi non è riuscita una novità, perchè da circa vent'anni adottiamo tale accorgimento, apprezzatissimo nelle case prospicienti vie di traffico anche notturno.

Da parte nostra abbiamo riferito sulla difesa acustica della casa, realizzata silenziosa in origine e resa rumorosa poi, in seguito a trasformazioni.

Essa ha destato molto interesse soprattutto presso le Signore che ne hanno reclamato la traduzione anche in inglese e tedesco.

Essendo già stata pubblicata una mia relazione su tale argomento nella Rivista « Ingegnere Libero Professionista » n. 4 dell'aprile 1961 e nella Rivista « l'Architetto » n. 11 del novembre 1961 non mi dilungo sull'argomento.

Ho ripetuto nuovamente che essendo quasi impossibile ridurre efficacemente i rumori provenienti dagli impianti idraulici, termici e dagli ascensori, non bisogna mai progettare il bagno, il cesso, la cucina di un appartamento, adiacente alla camera da letto di un altro appartamento e l'ascensore adiacente ai vani da letto o di riposo, anche se è quello della domestica, che ha diritto di dormire come gli altri.

Si collochi gli ascensori dove non disturbano e si preveda all'esterno la canna fumaria e tutti quei congegni rumorosi che possono essere allontanati dall'interno.

Nei contatti ufficiali coi colleghi stranieri, parlando dell'isolamento acustico nelle case, negli alberghi, nelle scuole, negli ospedali, abbiamo dovuto fare ancora l'amara constatazione che essi si preoccupano di attenuare soltanto i rumori inevitabili, non quelli dovuti all'ineducazione degli occupanti condomini, inquilini, clienti, allievi, malati, per cui la spesa è ridotta a meno della metà della nostra.

Ed ora veniamo al nemico peggiore per le zone residenziali: il clacson.

Per tre ragioni noi siamo decisamente contrari all'uso delle segnalazioni acustiche.

La prima perchè i medici affermano che il clacson come le sirene, i fischi delle locomotive ecc. è il rumore più dannoso alla salute.

La seconda perchè mentre riusciamo a difenderci efficacemente da tutti gli altri rumori della strada, con opportuni accorgimenti, in tutte le costruzioni ci-

vili, non riusciamo ad attutire abbastanza il colpo di clacson.

La terza ragione è perchè in Italia non riusciamo a creare oasi di silenzio nelle città, nè zone residenziali silenziose al mare, in collina, in montagna, a causa del clacson.

Gli stranieri non ci perdonano che usiamo le segnalazioni acustiche là dove sono proibite, per cui noi senza esitazioni, ci siamo associati a coloro che hanno proposto che i codici stradali vengano modificati in funzione della difesa del silenzio.

Intanto si diano disposizioni anche in Italia che laddove le segnalazioni acustiche sono proibite, in caso di pericolo ci si fermi e non si usi il clacson.

Se avevamo qualche dubbio, sulla severità draconiana di una tale formula, sino a qualche tempo fa, dopo il Congresso di Parigi non esitiamo più.

In quella città l'uso del clacson è assolutamente proibito e tutti rispettano il divieto scrupolosamente.

A questo proposito noi proponiamo che i Sindaci, coi vigili e colle forze armate, facciano rispettare i divieti segnalati agli ingressi dei centri urbani e siano severi con tutti: amici, autorità e stranieri; soprattutto con questi ultimi è controproducente usare la cortesia; essi vanno a raccontare nei loro paesi che da noi è lecito tutto e così per favorire 10 fracassoni, perdiamo 90 turisti in cerca della quiete.

Se non è possibile contravvenirli per difficoltà di intendersi a causa della lingua, si prenda il numero della vettura e si denunci il fatto ai Consolati; faremo così ottima propaganda a favore del turismo straniero.

Sul 3° tema la parte che ha occupato maggior tempo è stata quella che riguarda i rumori negli aeroporti e nelle vicinanze degli stessi.

Molta impressione ha suscitato la relazione di due direttrici scolastiche sugli effetti prodotti sui bambini, dai rumori degli aeroplani, nella scuola in prossimità dell'aeroporto di Orly.

Non riescono a concentrarsi, sono continuamente agitati e la sofferenza è tale che la scuola dovrà essere chiusa o tralocata più lontano.

La Francia si sta già seriamente preoccupando per quando saranno ammessi a viaggiare gli aeroplani del tipo supersonico, il cui rumore raggiungerà i 140 decibel ossia la punta definita della pazia.

Voi vedete a quale caro prezzo l'umanità paga e dovrà pagare il progresso meccanico, a scapito della salute fisica e spirituale.

Interessanti sono stati gli studi fatti a Bucarest, a Tolosa, a Lione e in altre città, dove Commissioni di esperti, con personale addestrato e qualificato, hanno compiuto rilevamenti con dati finali molto utili alle Amministrazioni Comunali.

Sul 4° tema hanno diffusamente parlato medici e igienisti denunciando i malanni dei rumori ai nervi e a tutti gli organi

del nostro corpo preposti alle funzioni più vitali, chiudendo colla raccomandazione di difenderci dai rumori, perchè coloro che ritengono di non soffrirli, saranno quelli che in avvenire ne sopporteranno le più gravi conseguenze.

Sul 5° tema sono state ripetute le raccomandazioni e le proposte degli altri Congressi internazionali, sottolineando:

a) la necessità di istruire gli allievi in tutte le scuole di ogni tipo e di ogni grado, a non produrre rumore per rispettare la quiete altrui;

b) l'opportunità che la radio, la stampa, continui senza interruzione la campagna contro i rumori;

c) la necessità che da parte di tutte le forze di vigilanza si intervenga decisamente e severamente contro chi tenta comunque alla quiete altrui;

d) la necessità che col massimo rigore venga proibita la fabbricazione e la vendita di apparecchi rumorosi.

Per l'Italia definita all'estero fracassona, nell'interesse della salute fisica e della economia nazionale degli italiani, facciamo le seguenti proposte:

a) Organizzare su basi solide la lega italiana contro i rumori, alla quale tutti i cittadini amanti della quiete dovrebbero iscriversi, con una modestissima quota come in altri paesi; nei quali le singole leghe, riconosciute dallo Stato, costituiscono un ente di consultazione di grande efficacia.

b) Una commissione ristrettissima nominata dal Ministero della Sanità, abbia la facoltà di suggerire provvedimenti di immediata applicazione.

c) Deputati, Senatori, Consiglieri Comunali, Provinciali ecc. s'interessino a fondo del problema, portando il loro contributo, affinché le eventuali nuove disposizioni che si dimostrano necessarie vengano emanate con la massima urgenza.

d) In ogni centro abitato i vigili urbani, i carabinieri, gli agenti di polizia vengano mobilitati e forniti di un libretto in cui prendano nota (possibilmente, anche quando sono in borghese e fuori servizio, poichè la loro denuncia ha maggior valore pratico contingente di quello di un semplice cittadino), dei veicoli rumorosi, degli esercenti con altoparlanti esterni, delle case da cui escono gli alti suoni delle radio, delle TV ecc. di tutte insomma le fonti dei rumori nessuna eccettuata e ne facciano rapporto ai rispettivi Comandi, che terranno aggiornato un apposito registro per poter colpire inesorabilmente i recidivi.

A Torino la Società degli Ingegneri e Architetti da oltre 4 anni, ha costituito nel suo seno il Gruppo Culturale per la lotta contro i rumori e gli inquinanti atmosferici, e noi vorremmo che in tutte le città d'Italia le Società, i Collegi ecc. di Architetti e Ingegneri costituissero un analogo gruppo allo scopo di suggerire provvedimenti alle Autorità Comunali.

Aldo Pilutti