

Il materiale delle presse è ghisa grigia normale con resistenza di $20 \div 24 \text{ kg/mm}^2$, possiamo quindi ritenere:

$$-0,05 \leq \frac{\Delta f_3}{f_c} \leq 0,05. \quad (15a)$$

I cilindri delle calandre di macchina, debbono essere sottoposti a carichi specifici prevalentemente elevati (tab. 4), ed oltre ad avere superficie durissima, conferita loro dal getto in conchiglia, hanno composizione chimica tale che ne aumenta notevolmente la resistenza. Tenendoci entro limiti sufficientemente ampi, abbiamo:

$$0,1 \leq -\frac{\Delta f_3}{f_c} \leq 0,2. \quad (15b)$$

Conclusione

In definitiva, per macchine di medio e grande interasse, per le (9), (11b), (14a) e (15a), si ha, nel caso delle presse:

$$0,07 \leq \frac{f - f_c}{f_c} \leq 0,17;$$

distinguendo con l'indice p , la freccia relativa, conviene adottare:

$$f = f_p = 1,15 f_c, \quad (16)$$

pure tenendo presente che:

a) tanto il feltro che il rivestimento in gomma, hanno funzione correttiva nei confronti del bombé;

b) è molto raro che una continua produca un solo tipo di carta e che, variando tipo di lavorazione, il parametro q varia (tab. 1).

Per i cilindri di calandre di macchina, il terzo errore risulta parzialmente compensato dai primi due ed abbiamo, (9), (11a), (14a) e (15b):

$$-0,065 \leq \frac{f - f_c}{f_c} \leq 0,035.$$

Adotteremo:

$$f = f_c \quad (17)$$

essendo valido, anche in questo caso, quanto si è detto al precedente punto b).

Concludiamo, che pure mettendo in bilancio gli eventuali scarti dovuti alle imprecisioni di esecuzione e di lettura del metodo grafico suggerito, i risultati ottenuti possono essere applicati senz'altro alle liscie di macchina e, con il coefficiente correttivo medio, indicato nella (16), alle presse.

G. Caminiti

BIBLIOGRAFIA

FRIEDRICH MÜLLER: *Die Papierfabrikation und ihre Maschinen*. Vol. II; II edizione.
Autori diversi: *The manufacture of pulp and paper*. Vol. V; edizione 1939.
KARL KEIM: *Sieb und Filz*. Verlag der Deutschen Arbeitsfront. 1943.
Riviste: *Pulp and paper*. Nov. 1951 - No 12.

Volte sottili in laterizio armato

Viene descritto un sistema di prefabbricazione in laterizio armato grazie al quale è possibile la costruzione di superfici piane o curve con armatura incrociata. Si illustra la applicazione del sistema alla costruzione di una volta sottile autoportante, di luci mt 15x28, con appoggio su quattro colonne.

È notorio che l'uso delle volte sottili, ed in generale, delle strutture a guscio non ha avuto la diffusione che meritava un così geniale concetto costruttivo causa due fondamentali ostacoli.

Il primo, le notevoli difficoltà di calcolo ove si voglia tener conto del lavoro delle strutture a flessione ed a torsione, il secondo la difficoltà di realizzazione ed il conseguente elevato costo delle casseforme per la realizzazione di superfici geometriche a semplice ed a doppia curvatura. Non è qui mia intenzione discutere in forma esauriente i vari aspetti di questi due ostacoli ed indicare le possibili vie di soluzione: semplicemente intendo descrivere un nuovo sistema costruttivo per volte sottili cilindriche o sghembe (rigate e non rigate) che apre una strada di indubbio interesse per una tecnica di realizzazione economica di queste strutture.

Esso si basa su un criterio di prefabbricazione per fasce resistenti rettilinee o curvilinee, per molti aspetti analogo ai mille sistemi in uso per la costruzione di solette e di volte, ma con una sostanziale novità, ossia la possibilità di armatura della superficie in direzione perpendicolare alla direzione di prefabbricazione.

Generalmente quando si parla di prefabbricazione di lastre piane o curve, capaci di resistenza

bi- o tri-direzionale ci si riferisce a pannelli di forma appropriata che opportunamente « cuciti » grazie a nervature permettono la realizzazione di strutture doppiamente armate e pertanto di possibilità resistenti maggiori di quelle offerte da strutture a regime statico contenuto nel piano. È da notare a questo proposito che strutture di questo genere — peraltro di grandissimo interesse, — possono essere sospette, per usare una definizione del Lundgren, di *anisotropia* in quanto il loro comportamento come un tutto unico, resistente spazialmente non può essere sicuro come lo sarebbe ove fossero gettate in sito e presentassero — ad esempio — spessore costante o variabile con continuità. Esse si comportano piuttosto come un complesso lastre — travi secondarie — travi principali al quale la forma e la disposizione delle armature conferiscono una indubbia capacità di lavoro bi- o tri-direzionale ma che, a seconda della forma, dimensioni, costruzione, armatura dei pannelli prefabbricati, possono garantire in misura assai variabile ed incerta l'isotropia e la continuità resistente.

In una parola l'estensione dei vantaggi propri della prefabbricazione alle strutture sottili è cosa assai delicata ed è tutt'altro che facile definire quali devono essere i punti da osservare, quali le dimen-

sioni e forme optimum da adottare perchè non sia alterato il regime statico della struttura. L'esperienza costruttiva, insieme con una certa sensibilità statica consiglierebbero, almeno a mio modesto avviso e particolarmente nel caso di volte cilindriche, di orientarsi verso elementi prefabbricati di dimensioni assai ridotte e di possibilità di collegamento assolutamente garantita secondo le due direzioni di armatura, oppure addirittura verso unità prefabbricate di grandi dimensioni, atte a costituire di per sé stesse elemento autosufficiente dal punto di vista del regime statico.

Su queste considerazioni si basa il principio costruttivo che si descrive e che è stato sperimentato in forma tale da permettere il saggio delle due possibilità limite testè esposte: ossia tanto dell'unità prefabbricata di esigue dimensioni, quanto della grande unità, autosufficiente agli effetti della messa in opera.

Descriviamone in forma più esauriente le caratteristiche. Esso è stato studiato tenendo di mira i seguenti obbiettivi:

1) Riduzione al minimo del problema delle centinature e casseforme grazie alla adozione di un sistema di prefabbricazione economico ed efficace, atto per la costruzione di superfici cilindriche e sghembe.

2) Alleggerimento della costruzione grazie alla utilizzazione integrale delle capacità di resistenza offerte dal lavoro di membrana della volta. In altri termini « area resistente » ridotta al minimo compatibile con le esigenze di calcolo senza che questo significasse pericolo di instabilità elastica in quanto la riduzione dell'area resistente non implicava la diminuzione della altezza totale della membrana.

3) Neutralizzazione — almeno parziale — degli effetti, a volte assai preoccupanti nelle strutture sottili, legati ai fenomeni di ritiro e « flauge » dei calcestruzzi.

Si è pensato che tali risultati potevano essere vantaggiosamente raggiunti partendo da un laterizio forato di forma e dimensioni opportune. Tale laterizio di dimensione quadrata in pianta, di altezza adeguata, con canali per le armature disposti secondo gli schemi ormai classici nella tecnica del laterizio armato, presenta una sola novità sostanziale ossia le due facce terminali (secondo la direzione di trafilatura) inclinate di un angolo abbastanza marcato (fig. 1).

Disponendo in serie laterizi di questo tipo ed armandoli con tondini disposti nelle canalette ed ivi sigillati con malta di cemento si ottiene un travetto che presenta tra laterizio e laterizio, una « cc apertura » o, per meglio dire, una soluzione di continuità per quanto si riferisce al cotto (fig. 4). In altri termini, in un travetto di questo tipo una faccia non presenta alcuna interruzione, mentre l'altra è continua soltanto per ciò che si riferisce al ferro di armatura: come conseguenza le possibilità di resistenza a flessione del travetto sono affidate esclusivamente ai ferri di armatura il che non costituisce inconveniente se i tondini sono opportuna-

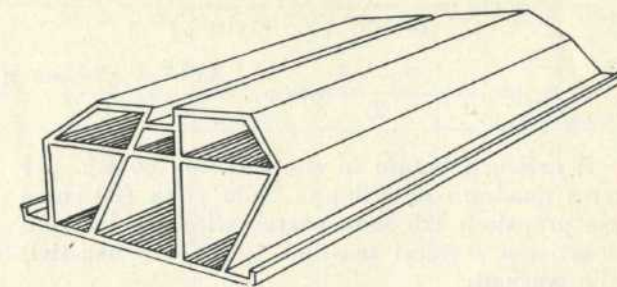


Fig. 1

mente scelti e disposti; d'altra parte però il travetto ha il grande vantaggio di permettere la sistemazione di armature trasversali grazie alle aperture esistenti tra laterizio e laterizio. Un travetto di questo tipo costituisce l'elemento base o la « minima unità di prefabbricazione » che permette di estendere alle strutture armate nelle due direzioni tutti i vantaggi caratteristici delle strutture in laterizio armato, ossia, alleggerimento, risparmio di casseforme, ecc., e che per di più, apre sostanziali possibilità di ampliamento degli orizzonti costruttivi. Infatti, disponendo in parallelo vari travetti è possibile formare una superficie che presenta tanto canali longitudinali come canali trasversali e che pertanto dà la possibilità di prevedere una armatura in direzione normale alla direzione di prefabbricazione; (fig. 2) inoltre, dato che i travetti possono essere prefabbricati sia rettilinei come curvi si può scegliere con una certa ampiezza il cammino costruttivo più comodo ed è possibile realizzare sia superfici di semplice curvatura come superfici a doppia curvatura, evidentemente alla condizione che almeno uno dei raggi di curvatura non sia troppo piccolo. Le possibilità di applicazione sono pertanto molto grandi sia nel campo delle strutture del tipo a membrana, ossia prive di resistenza alla flessione, che in quello delle strutture piane o curve resistenti a flessione.

Per poter saggiare in forma severa ed esauriente queste possibilità si pensò di costruire una volta sottile cilindrica del tipo autoportante, con tensori longitudinali e timpani di testata, con quattro punti di appoggio nei quattro angoli. Si scelse come curva direttrice la semiellisse e le caratteristiche generali della costruzione furono le seguenti:

Luce trasversale	15	metri
Luce longitudinale	28	metri
Freccia della direttrice in mezzzeria	3,75	metri
Altezza del laterizio forato	6	cm.
Spessore della membrana all'attacco col tensore di bordo	10	cm.

Il calcolo fu condotto in due tempi. Nel primo si determinò il regime delle tensioni secondo la teoria delle superfici sottili non resistenti a flessione, ricavando le tensioni S_x , S_y , T_{xy} nell'ipotesi di carico uniforme (del valore $p \text{ kg/L}^2$), con le note formule (vedi notazioni di fig. 3).

$$S_{\varphi} = -p \cos \varphi \frac{a^2 b^2}{(a^2 \sin^2 \varphi + b^2 \cos^2 \varphi)^{3/2}}$$

$$S_x = -p \frac{l^2 - x^2}{2} \cos \varphi \cdot \frac{3a^2 b^2 + a^2 b^2 \sin \varphi (1 + 2 \sin^2 \varphi) - a^4 \sin^2 \varphi (4 - \cos^2 \varphi) - b^4 \cos^4 \varphi}{a^2 b^2 (a^2 \sin^2 \varphi + b^2 \cos^2 \varphi)^{1/2}}$$

$$T_{x\varphi} = -px \sin \varphi \frac{2a^2 + (a^2 - b^2) \cos^2 \varphi}{a^2 \sin^2 \varphi + b^2 \cos^2 \varphi}$$

Il carico p tenuto in conto fu di 200 Kg. per metro quadrato di sviluppo della volta (80 come peso proprio e 120 come sovraccarico accidentale). Riportiamo i valori massimi (positivi e negativi) delle tensioni:

$S_{\varphi \max}$ (negativo) (compressione in corrispondenza del centro della volta ($x = 0 : \varphi = 0$)) = 3.000 Kg/mt.

$S_{x \max}$ (positivo) (trazione in corrispondenza delle coordinate ($x = 0 : \varphi = 60^\circ$)) = 9.242 Kg/mt.

$S_{x \max}$ (negativo) (compressione in corrispondenza del centro della volta ($x = 0 : \varphi = 0$)) = 14.400 Kg/mt.

$T_{x\varphi \max}$ (negativo) (sollecitazione allo scorrimento in corrispondenza del punto ($x = 1 : \varphi = 90^\circ$)) = 8.200 Kg/mt.

Fig. 2

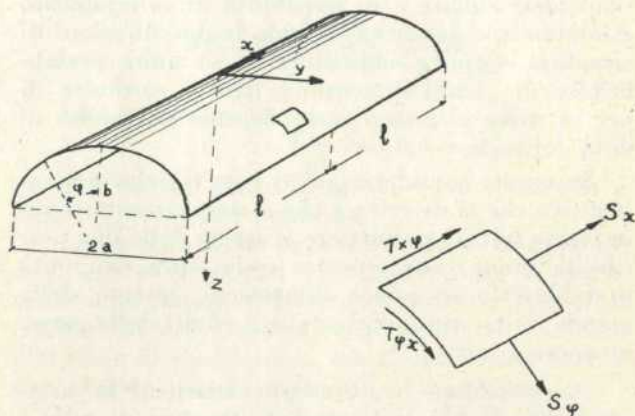
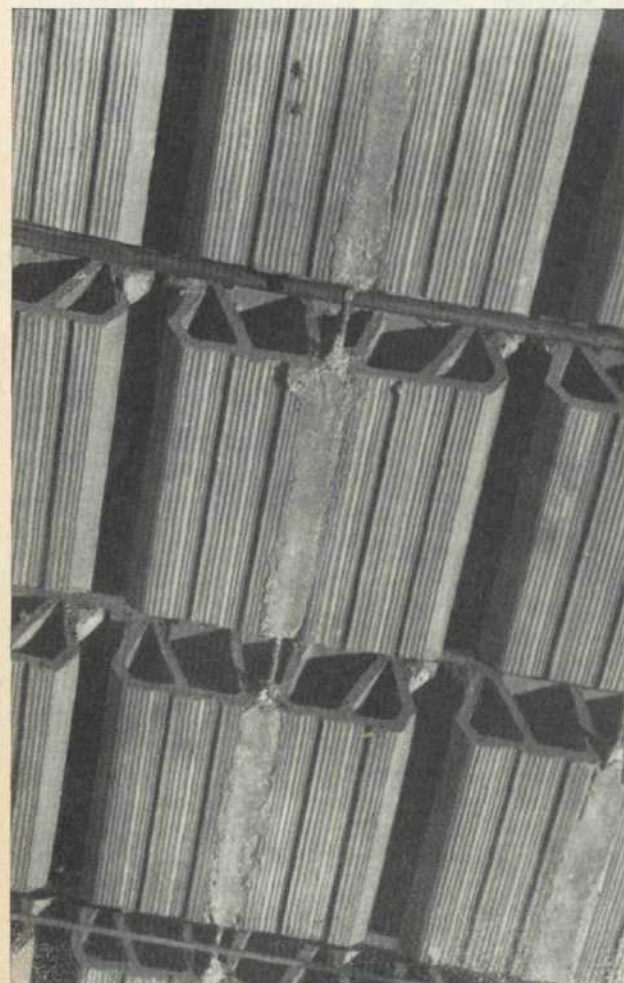


Fig. 3

Dai valori delle S_{φ} , S_x , $T_{x\varphi}$, si potè senza difficoltà risalire ai valori delle tensioni principali ed al tracciato delle isostatiche (fig. 5 riferita ad 1/4 di volta). Si ottenne:

$$S_{I \max} \text{ (compressione)} = -14.400 \text{ Kg/mt.}$$

$$S_{II \max} \text{ (trazione)} = +9.242 \text{ Kg/mt.}$$

Contando su un'area media utile, per metro, di 135 cm^2 si ottenne come tasso di lavoro a compressione nel laterizio

$$\sigma_I = \frac{14.400}{3,5} = 41,2 \text{ Kg/cm}^2.$$

Si eseguì quindi una verifica delle strutture ai fenomeni di instabilità elastica. Come è noto, a questo proposito i criteri da adottarsi sono tutt'altro che esaurienti e precisi. Soprattutto per volte di direttrici ellittiche, si può disporre soltanto di formule, semiempiriche come quelle del Lundgren ⁽¹⁾

⁽¹⁾ H. LUNDGREN: *Cylindrical Shell* « The Danish Technical Press » - Copenhagen 1950.

Fig. 4

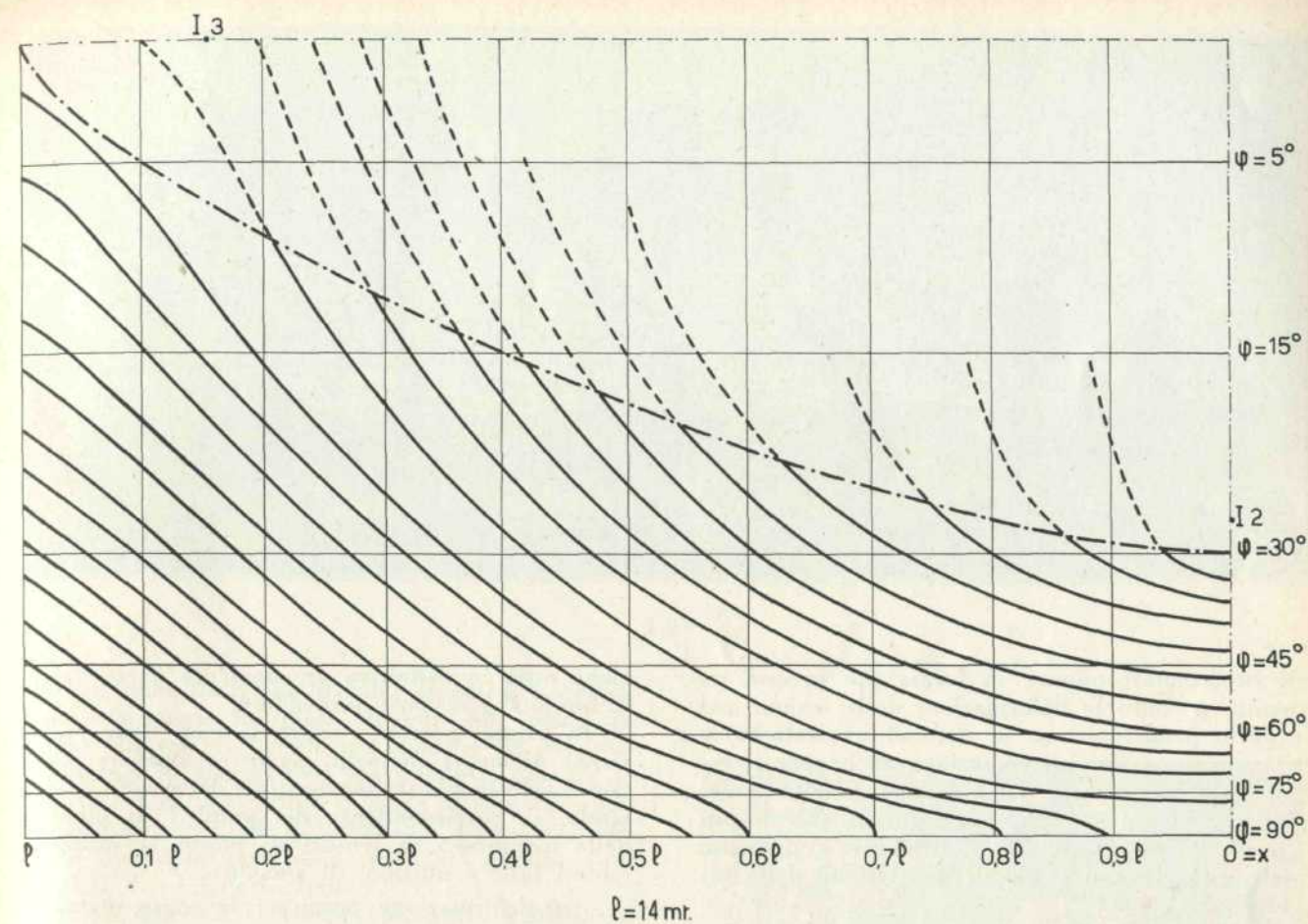
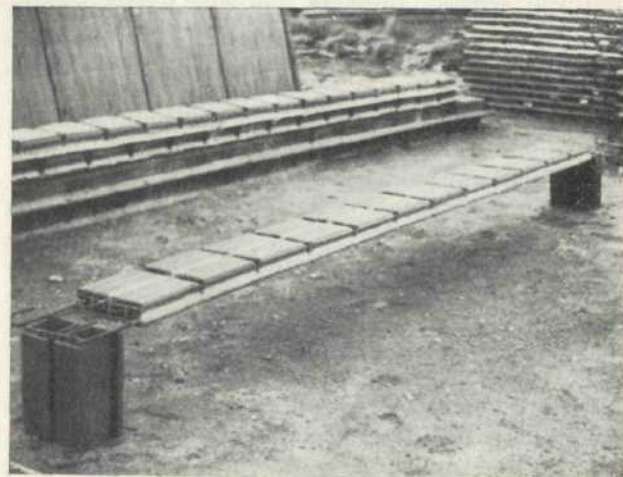


Fig. 5

che, seppure stabilite per volte di direttrici circolari possono essere utilizzate, almeno con scopi di orientamento, anche per volte di direttrice ellittica sostituendo al raggio R un raggio di curvatura medio preso limitatamente alla zona centrale dove può esistere il pericolo del carico di punta.

Nel caso descritto R poteva ritenersi circa 12,5 metri. Si ebbe pertanto:

$$\sigma_{cr} = \frac{\sigma_{cubo}}{1 + \frac{5\sigma_{cubo} R}{ES}} = 120 \text{ Kg/cm}^2$$

σ_{cubo} = carico di rottura del calcestruzzo su provetta cubica normale = 280 Kg/cm^2 .

R = raggio di curvatura = 1250 cm .

S = spessore volta = 6 cm .

E = 220.000 Kg/cm^2 .

ossia un grado di sicurezza di ≈ 3 .

Si tentò anche una applicazione della formula stabilita analiticamente dal Belluzzi per volte a direttrice circolare calcolate come travi ⁽²⁾. Tale formula dà il momento flettente critico ossia il momento flettente per il quale si verifica l'instabilità elastica della sezione, in funzione del rapporto $\frac{ERS^2}{\sqrt{1-\nu^2}}$ e di un coefficiente β_{cr} variabile con l'angolo al centro della volta. Peraltro la sua applica-

⁽²⁾ Odone Belluzzi: *Sulla stabilità dell'equilibrio delle volte Zeiss Dywidag* - Ricerche di Ingegneria N. 3 - 1935.

bilità al caso presente è certamente assai più discutibile di quanto non sia quella della formula del Lundgren e questo in virtù dei differenti concetti informatori, che qui sarebbe troppo lungo discutere. Si può ricordare che adottando per R lo stesso valore prima usato, ed in armonia con esso, per l'angolo al centro φ il valore di 40° , la formula del Belluzzi porterebbe ad escludere il pericolo di cedimento di punta in campo elastico, portando ad un valore di $\sigma_{cr} \approx 180 \text{ Kg/cm}^2$.

Successivamente, come secondo tempo del calcolo, si procedette ad una valutazione dei momenti flettenti M_{φ} , e degli sforzi taglianti Q_{φ} agenti nel piano trasversale della volta.

Tale valutazione fu condotta con un metodo già preso in considerazione da vari autori come sufficientemente approssimato — almeno in determinati casi — agli effetti pratici: più precisamente con il metodo consistente nel considerare la volta come trave studiando l'equilibrio, nel piano trasversale, di una striscia di arco elementare sottoposta al carico esterno che la interessa ed al regime di tensione delle $\Delta T_{x\varphi}$ delle S_{φ} e delle Q_{φ} , risalendo quindi come immediata conseguenza alla determinazione dei valori M_{φ} .

Tale procedimento di calcolo può essere condotto, come è noto, in forma elementare considerando ferma l'ipotesi della indeformabilità della sezione e limitandosi pertanto a considerare solo gli effetti degli spostamenti rigidi (sezione in stato

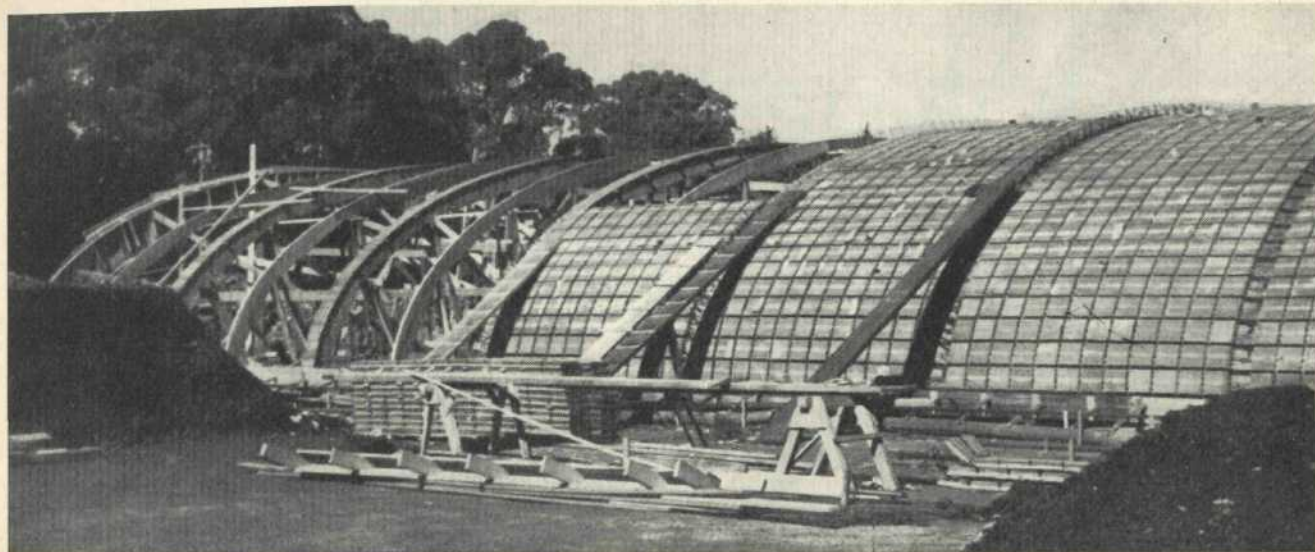


Fig. 6

di isostaticità); oppure in forma più precisa tenendo in conto le deformazioni della sezione nel proprio piano (sezione in stato di iperstaticità) e ricavandone criteri di correzione anche per il regime statico secondo la direzione longitudinale. Naturalmente ove si adotti la forma di calcolo più precisa il difficile consiste nel definire con buona approssimazione il grado di iperstaticità della se-

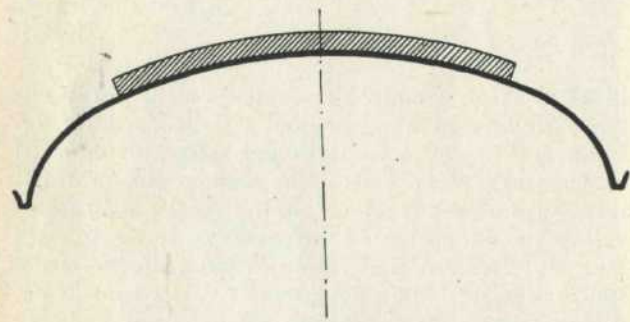


Fig. 7

Fig. 8



zione ossia in definitiva precisamente quell'effetto di bordo che si vuole individuare.

In prima ipotesi, e sopra la base delle esperienze di lavori analoghi, parve ragionevole limitare il calcolo alla sezione centrale della volta, adottando, in corrispondenza dei punti I di innesto della membrana ai tensori di bordo le seguenti ipotesi sulle condizioni di vincolo:

- a) deformazione permessa in senso orizzontale;
- b) deformazione permessa in senso verticale nella misura η , essendo η eguale alla freccia del punto I calcolata considerando la volta come una trave appoggiata in corrispondenza dei timpani;
- c) rotazione del punto I permessa data la trascurabile resistenza a torsione del tensore di bordo.

Non riportiamo, per non allungare eccessivamente il presente articolo, lo sviluppo dei calcoli che sulla base di queste ipotesi furono condotti secondo i criteri suggeriti dal Lundgren ⁽³⁾ nel capitolo « Metodo della trave generalizzata ».

Limitandoci ai risultati finali osserviamo che i momenti massimi ricavati furono dell'ordine dei 120 kgm/metro (valore assoluto): risultato che può considerarsi soddisfacente in relazione allo spessore adottato per la membrana ed alla armatura prevista per la stessa.

Quanto al criterio costruttivo adottato esso obbedì al desiderio di saggiare la seconda delle possibilità limiti di prefabbricazione precedentemente esposte: si pensò quindi di costruire a terra la volta, nella sua totalità o autosufficienza statica — ossia membrana, timpani e tensori di bordo — sollevandola quindi alla quota definitiva con martinetti agenti ai quattro angoli, ossia nei punti ove sarebbero in un secondo tempo state piazzate le colonne di sostegno. In tal modo, oltre ad ottenere una in-

⁽³⁾ H. LUNDGREN: *op. cit.*, pagg. 93-110.

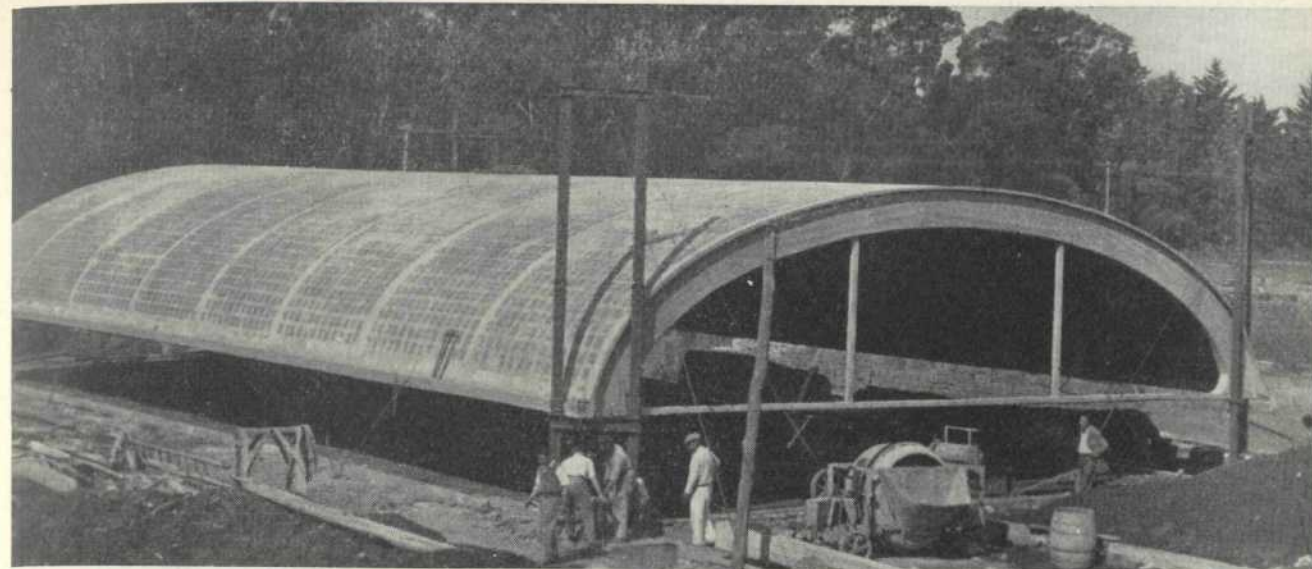


Fig. 9

dubbia semplificazione in molti problemi esecutivi, particolarmente in quelli inerenti alla messa in opera dei travetti, getto, ecc. nonché un sensibile risparmio di centinature, era possibile provare la sensibilità della struttura e la sua capacità di adattamento a regimi di sollecitazione diversi dai normali traendone conclusioni sulle già discusse possibilità di prefabbricazione.

Così definito il criterio costruttivo generale si presentava il problema della scelta della direzione di prefabbricazione dei travetti costituenti la membrana, dato che tale direzione poteva seguire le generatrici oppure le direttrici ed in conseguenza differenti potevano risultare le forme dei travetti e quelle delle centinature provvisorie di appoggio. Si optò per la prima soluzione ed i travetti risultarono pertanto rettilinei e di lunghezza tale da permettere una certa facilità di manovra e di messa in opera (circa mt. 3,30). Quanto alle sezioni di armatura relative esse furono imposte sia dal regime delle tensioni principali di trazione che dalle necessità di conferire ai travetti una ragionevole resistenza alla flessione in tutte le fasi di trasporto, messa in opera, getto delle nervature, ecc. I travetti così costruiti furono appoggiati a centine in legno il cui estradosso coincideva con la curva direttrice della volta: tali centine furono costruite in elementi di lunghezza opportuna, uniti con bulloni, in modo da renderli adattabili ad una certa gamma di luci trasversali.

Grazie a tali centine non fu difficile la messa in opera di tutti i travetti e la conseguente realizzazione della superficie geometrica richiesta (fig. 6).

Rimaneva, come successiva fase costruttiva, la messa in opera dell'armatura trasversale, ossia dei tondini secondo le direttrici. La relativa operazione si compì senza difficoltà ed i ferri previsti dal calcolo (diametro massimo 14 mm.) trovarono eccellente sistemazione nei canali trasversali, tra il ferro longitudinale inferiore ed il superiore oppure al disopra di quest'ultimo là dove il regime dei mo-

Fig. 10

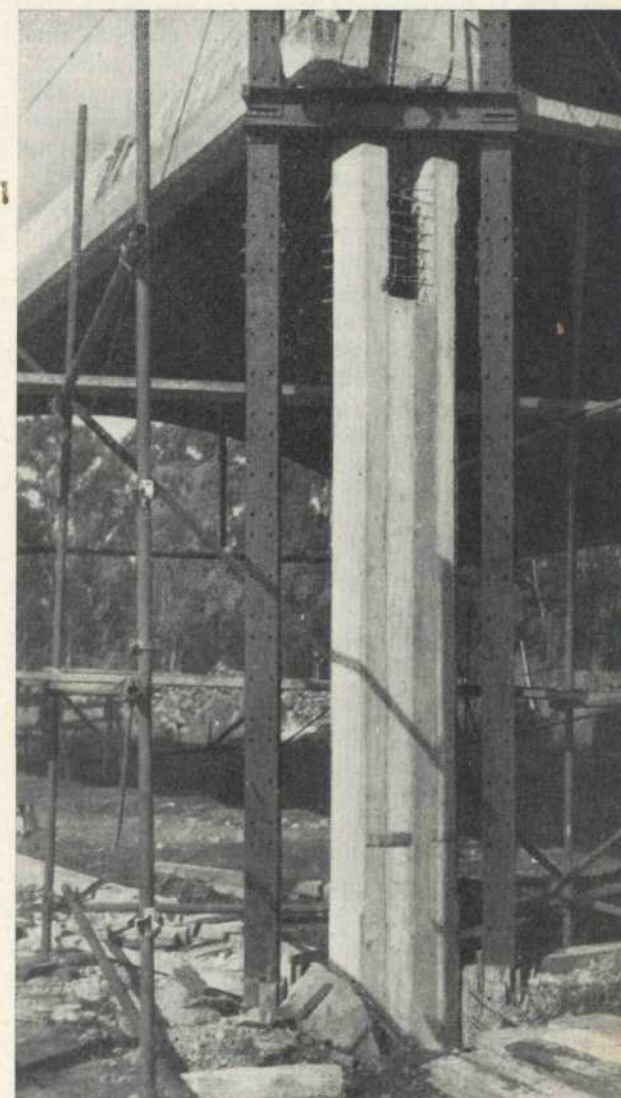




Fig. 11

menti $M \phi$ lo richiedeva. Come si osserva in fig. 5 la volta presenta una ampia zona nella quale le due famiglie di isostatiche corrispondono a tensioni principali di compressione e logicamente in tali zone le armature furono ridotte al minimo indispensabile: nelle zone di isostatiche di trazione la continuità delle armature longitudinali in corrispondenza delle centine di appoggio fu assicurata con saldatura elettrica.

Per quanto riguarda gli elementi di bordo, furono realizzati come segue: i timpani di testata in archi ellittici a spinta eliminata con tirante, semplicemente appoggiati sulle colonne (vedremo più avanti come fu realizzato l'appoggio); i tensori di bordo con tondini di acciaio semiduro naturalmente con rivestimento di calcestruzzo (misure cm. 12 x 28): al lato del tensore si ricavò un sottile canale di gronda. Si procedette quindi al getto usando le seguenti proporzioni:

- A) calcestruzzo per colonne ed elementi di bordo
 - 350 Kg. di cemento
 - 0,400 m³ di sabbia grossa
 - 0,400 m³ pietrisco granitico 2 a 10 mm.
 - 0,400 m³ pietrisco granitico fino a 30 mm.
- B) Nervature della membrana
 - 400 Kg. di cemento
 - 0,350 m³ sabbia media
 - 0,350 m³ sabbia grossa
 - 0,350 m³ pietrisco granitico fino a 5 mm.

Il calcestruzzo A) fu vibrato con vibrator a siluro che si utilizzarono sia per immersione nel getto che per applicazione alle casseforme in quelle zone nelle quali la disposizione dei ferri di armatura rendeva difficile l'immersione. Quanto al getto B) delle nervature lo stesso non venne vibrato non prestandosi a tale operazione sia perchè presentava una messa di getto ridotta su un fronte molto esteso che per essere stato tenuto abbastanza fluido onde

assicurare un buon riempimento delle nervature (il che spiega anche la ragione della forte proporzione di cemento).

Quanto alle quattro colonne, esse furono gettate in posizione orizzontale al lato delle basi, contemporaneamente al resto della struttura.

* * *

A quattordici giorni dal getto si prepararono le incastellature di sollevamento mettendo in opera con opportuna controventatura le incastellature metalliche destinate a permettere l'azione dei martinetti. Tali incastellature constavano essenzialmente di colonne (sezione = due ferri ad U saldati) di altezza opportuna, disposte in ragione di due per angolo e studiate in modo da permettere l'appoggio di traverse metalliche a varie quote (ogni 20 cm. come minimo). Tali traverse in ragione di due per ogni paio di colonne erano destinate a sopportare rispettivamente il peso della volta (traversa superiore) e la reazione di appoggio del martinetto (traversa inferiore) ed inoltre, potendo scorrere lungo le colonne oppure essere fissate alle stesse, permettevano l'azione del martinetto e la sua ripresa (fig. 8).

Prima di procedere alla operazione di sollevamento vera e propria fu effettuata una prova di carico. A tale scopo si sollevò la volta di circa 30 cm. dal primitivo piano di appoggio disponendo i martinetti nei vuoti opportunamente previsti nei plinti di fondazione e destinati a sedi delle colonne di sostegno della volta. In tal modo la struttura fu messa nelle precise condizioni di vincolo previste dal calcolo, ossia semplice appoggio su 4 punti. Si caricò quindi con mattoni fino a raggiungere il valore tenuto in conto come sovraccarico accidentale (120 Kg. per metro quadrato) limitando però l'operazione ad una ampia zona centrale (fig. 7) poichè logicamente non era possibile, o per lo meno non

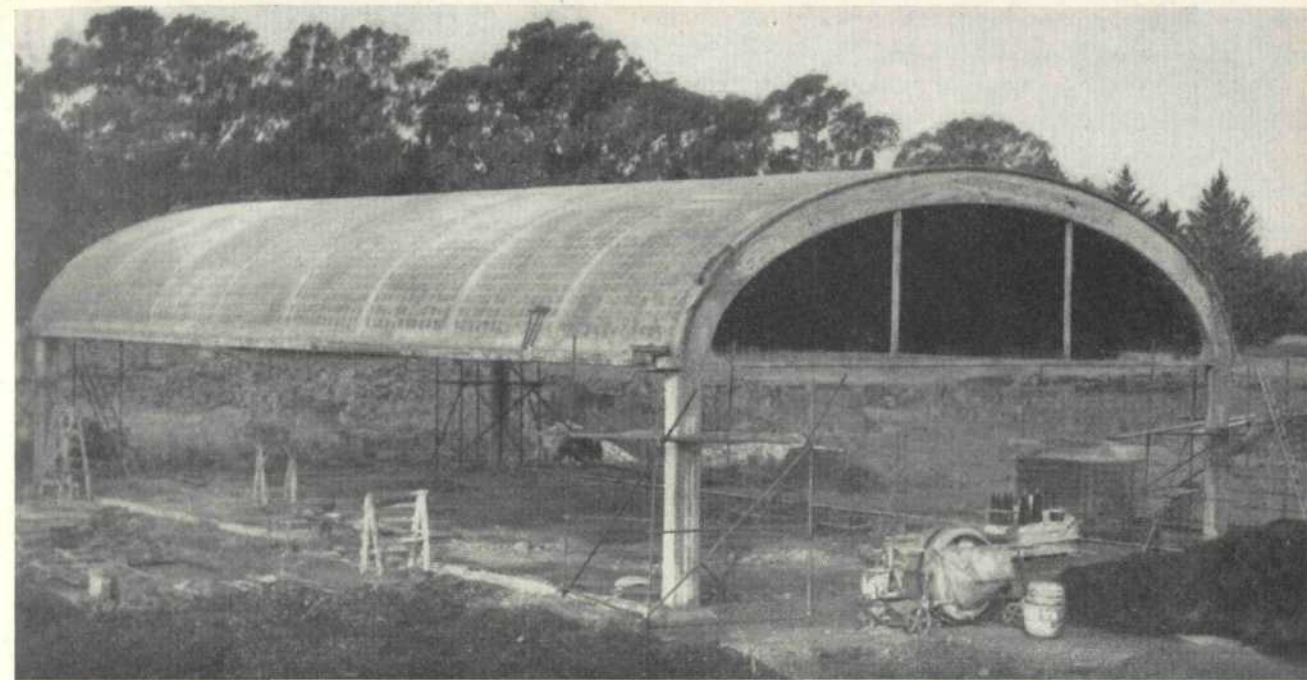


Fig. 12

era molto facile, applicare il carico su tutta la superficie: d'altra parte va osservato che la disuniformità di carico costituiva una condizione più gravosa, specialmente per una volta di direttrice ellittica.

Le deformazioni furono controllate con estensimetri e con flessimetri nel centro della volta e con flessimetri in corrispondenza della mezzeria dei tensori di bordo. La membrana si deformò sensibilmente in corrispondenza del centro, ma in forma perfettamente elastica: accusò una freccia massima di 44 mm. Tale valore venne confrontato con la freccia ricavabile per via analitica della formula:

$$f_c = \frac{pl^2}{ES} \left[-1 + \frac{3}{K^2} - \frac{C}{2} \left(\frac{4K^2}{a^2} - \frac{6}{b^2} - \frac{3\varepsilon^2}{b^2} \right) + \frac{a^2}{K^2 l^2} \right]$$

(con a e b rispettivamente semiasse minore e maggiore $K = \frac{b}{a}$, $\varepsilon^2 = 1 - K^2$, $C = \frac{5l^2}{12}$) e risultò sensibi-

lmente più forte: peraltro, poichè la formula riportata è stabilita nell'ipotesi di perfetto regime di membrana e di carico uniforme, non può essere presa come base assoluta di confronto: in effetti la posizione del carico evidentemente favoriva il cosiddetto effetto Brazier, di appiattimento del centro della volta.

Quanto alla freccia in corrispondenza della mezzeria dei tensori di bordo essa fu di 19 mm. all'atto del disarmo e praticamente non subì variazioni per effetto del sovraccarico il che confortò le ipotesi tenute in conto per il calcolo degli effetti di perturbazione dei bordi.

Realizzata la prova di carico si procedette al sollevamento della volta alla quota di imposta prevista (4 metri): la operazione si svolse senza inconvenienti (fig. 9) anche se un po' lentamente, data la scarsa efficienza dei martinetti usati.

Portata in quota la volta, rimaneva l'ultima operazione: la messa in opera delle colonne in calcestruzzo ed appoggio della volta sulle stesse. Questo fu realizzato applicando alla sommità delle colonne metalliche un paranco grazie al quale non fu difficile sollevare la colonna — che giaceva prefabbricata al lato del plinto di base — facendola quindi entrare nella sede predisposta (fig. 10).

Messe a piombo le colonne nella loro posizione definitiva si ottenne l'appoggio della volta su di esse piazzando i martinetti nelle cavità previste in sommità delle colonne stesse e manovrandoli in senso discendente.

La volta così terminata presenta un aspetto interessante ed esteticamente soddisfacente sia internamente che esternamente (figg. 11 e 12). Le forti luci libere tra le colonne (15 x 28 mt.) il grande volume disponibile all'interno grazie alla completa assenza di tiranti al piano di imposta, la rendono atta a molteplici usi. Però, ancor più di queste caratteristiche, proprie del tipo di struttura, conviene mettere in evidenza quelle che sono proprie del sistema costruttivo che si è rivelato perfettamente pari alle aspettative, ossia pratico, rapido ed economico: non solo ma, ed è questa a parer mio la conclusione più interessante — tale da ampliare le possibilità di realizzazione in tema di strutture membranali e laminari.

Si può dire, in altri termini, che si tratta di qualcosa di più di un semplice espediente per costruire le volte sottili anche in laterizio armato: si tratta di un sistema che può permettere la realizzazione di temi architettonici e strutturali fino ad oggi di problematica convenienza per il cemento armato ordinario.

Giulio Pizzetti

MOMENTO ELLENICO

di ROBERTO FASOLA

L'A. dei disegni e dei testi affiancati è un pittore che ha esposto recentemente alla Galleria della Bussola. Ha meditato sul linguaggio dell'architettura greca con una sensibilità vicina a quella dell'architetto d'oggi, ma non identica. Ci sembra utile conoscere come la pittura, specie quella astratta attuale, legge nelle forme della tettonica.

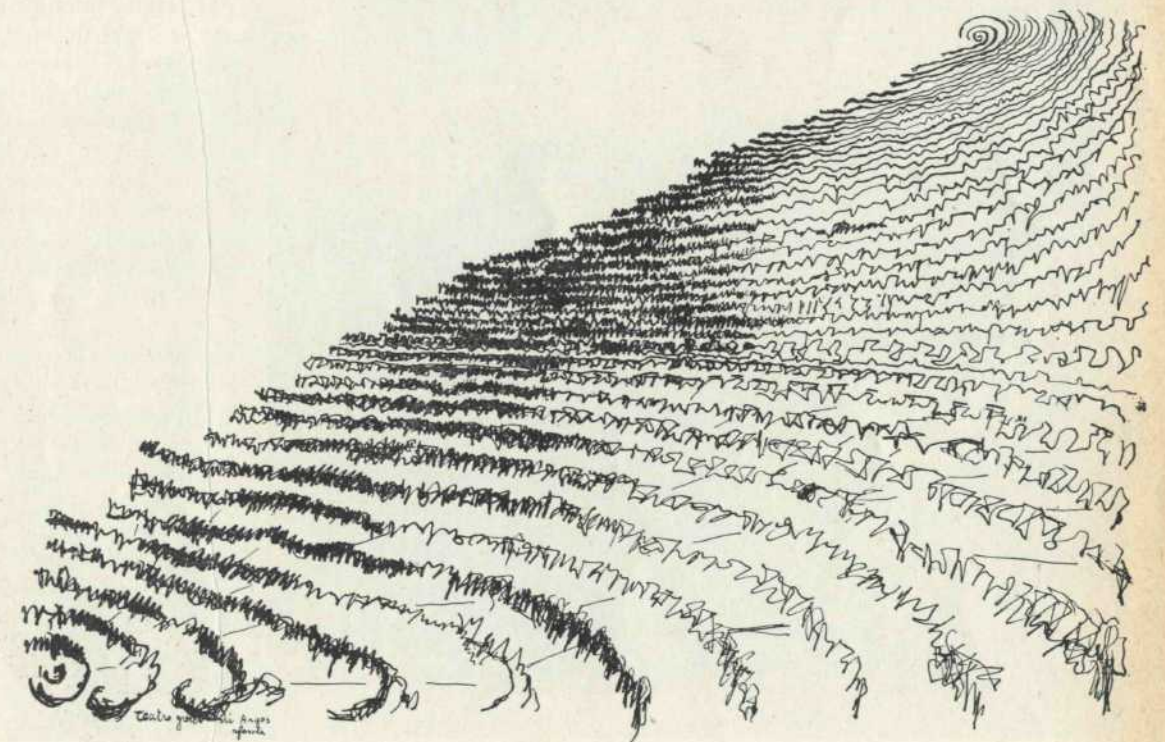
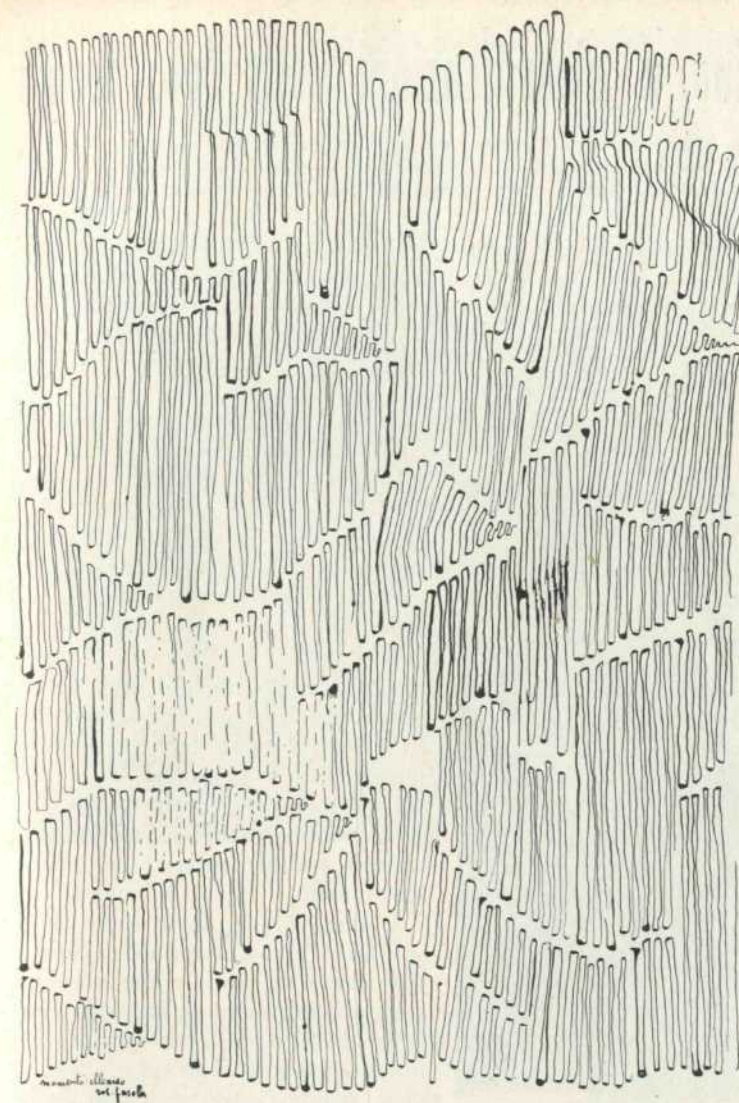
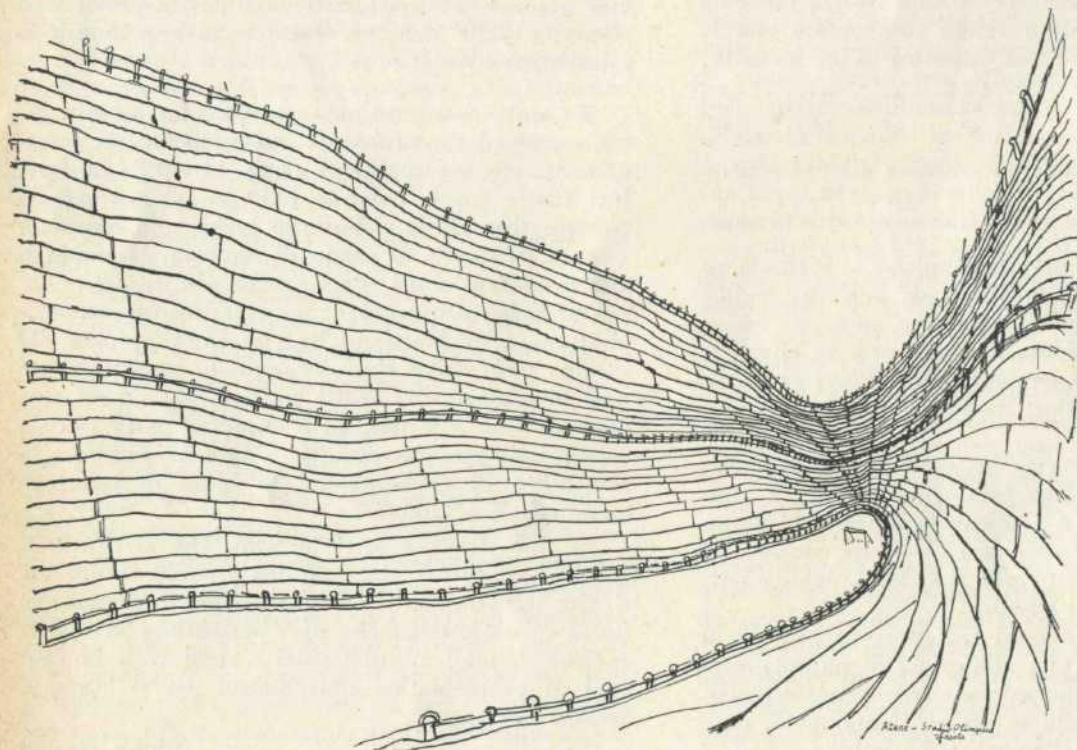
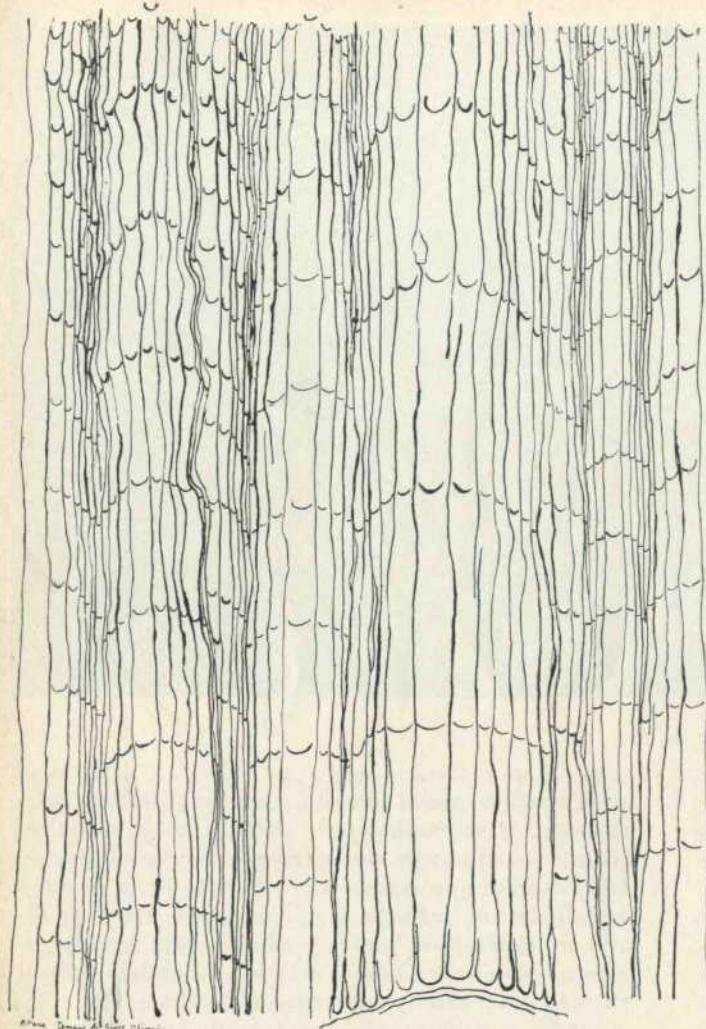
Adriano ebbe per Atene una ininterrotta predilezione.

Le colonne del Tempio di Giove da lui riedificato sono una specie di Montecassino ricostruito coi fondi ERP, e al cospetto del Partenone sono ardite e stonate come un grattacielo europeo.

Ateneo. Stadio olimpico.

Per Pindaro il bell'atleta era una specie di dio.

E stadio fu chiamato quel luogo dove sta dio.



Nell'arte greca è visibile il gusto della nostra civiltà occidentale allo stato nascente.

Il platino allo stato nascente è il catalizzatore che tutti sanno.

Non c'è dubbio che l'arte astratta è un linguaggio di recente attivazione, un mezzo di comunicazione umana allo stato nascente.

Greca, paludamento del V secolo, rigore di un verso di Saffo.

La logica greca è deduttiva?

Anche certa architettura. Invece di apporre e addurre pietra a pietra, deduce e ricava.

Nella fattispecie, la cavea del teatro di Argos presso Atene. Un porto naturale d'approdo alla voce.