

# 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

## Sulla misura di elevate velocità di rotazione

ALFREDO SACCHI passa in rassegna alcuni metodi di misura di elevate velocità di rotazione e descrive prove eseguite con un metodo avente carattere di originalità, fondato sulla analisi armonica delle vibrazioni acustiche generate dalla macchina.

### Introduzione

a) Prescindendo da tutti gli strumenti di tipo meccanico quali contagiri e tachimetri centrifughi o sfruttanti l'effetto Foucault, strumenti che in maniera più o meno sensibile influenzano il regime di velocità delle macchine, si esamina una serie di metodi, resi disponibili dalle moderne tecniche elettriche ed elettroniche, che non modificano in alcun modo il regime anzidetto.

Nel caso generale uno strumento per la misura della velocità di rotazione di un organo di una macchina può essere considerato composto di due parti: un elemento sensibile alla velocità stessa e uno strumento capace di misurare il segnale prodotto dall'elemento sensibile.

Gli elementi sensibili attualmente chiamati anche trasduttori, possono essere di diverso tipo come elencato qui sotto; la scelta del tipo più appropriato dipenderà dalle esigenze di sensibilità e dalle disposizioni costruttive della macchina.

1) I più comunemente usati nelle macchine a bassa velocità, ma pur tuttavia utilizzabili anche a velocità elevate, sono i generatori tachimetrici costituiti concettualmente come dinamo o generatori di corrente alternata.

Le dinamo producono una tensione o corrente funzione del numero di giri e pertanto vengono connesse ad un voltmetro o ad un amperometro direttamente tarato in unità di velocità. I generatori di corrente alternata, nelle due versioni a rotore ovvero a statore

costituito da un magnete permanente, producono un segnale elettrico di frequenza uguale o doppia di quella di rotazione del rotore. Questi ultimi tipi non avendo alcuna connessione fra organo in movimento e i cavi elettrici, possono venire agevolmente utilizzati per la misura di velocità di rotazione di organi immersi in un fluido ad elevata pressione (è il caso di dispositivi a mulinello per la misura di portata di fluidi ad alta pressione).

2) Un altro tipo di elemento sensibile è costituito da una lampada che proietta un fascio di luce su una cellula fotoelettrica. Se il fascio viene interrotto periodicamente dall'organo rotante, la cellula fotoelettrica produrrà un segnale elettrico alternato o ad impulsi di frequenza multipla di quella dell'organo stesso.

3) Un ulteriore tipo di elemento sensibile è costituito da una placchetta disposta in prossimità dell'organo rotante e formante l'armatura di un condensatore, l'altra armatura essendo costituita dall'organo stesso. Se tale organo non ha simmetria di rotazione, le due armature del condensatore (cariche ad una tensione continua), saranno soggette ad un moto di allontanamento ed avvicinamento. Tale moto produce uno spostamento di cariche attraverso i cavi di connessione elettrica e quindi un segnale alternato.

b) Il segnale elettrico prodotto dai trasduttori deve essere

misurato in ampiezza, nel caso di generatori tachimetrici di c.c., ovvero in frequenza negli altri casi.

Per la misura di ampiezza di una tensione elettrica possono essere utilizzati comuni voltmetri o amperometri. Alla estrema semplicità di tali strumenti si associa però una imprecisione sia intrinseca all'apparecchio di misura, sia conseguente alla potenza seppur piccola necessaria al suo funzionamento, potenza fornita dal generatore tachimetrico, che a sua volta la preleva dall'organo rotante.

Per la misura di frequenza di tensioni elettriche si può ricorrere a strumenti del tipo a risonanza ovvero a strumenti che trasformano tale segnale in una tensione ad impulsi equiversi di frequenza uguale a quella del segnale e ampiezza e durata costante. Il valore medio di tale tensione impulsiva, proporzionale alla frequenza del segnale, può essere misurato con uno strumentino per c.c.

Per misure di maggiore precisione conviene confrontare tale segnale elettrico con un periodo campione. Si possono allora presentare due casi differenti: il segnale campione è variabile in frequenza, in maniera continua oppure a scatti.

Nel primo caso si può variare la frequenza del generatore campione fino a raggiungere il sincronismo dei segnali rilevato tramite uno strumento di zero o visualizzato su un oscilloscopio a raggi catodici in cui la partenza del pennello elettronico sull'asse dei tempi sia comandato dal segnale campione.

Nel secondo caso la misura si trasferisce in una di frequenza più bassa, e precisamente uguale alla differenza fra la campione e quella da misurare. Con la visualizzazione sull'oscilloscopio, in cui la partenza del pennello elettronico sia comandato dal segnale campione, è possibile valutare la differenza fra le frequenze anzidette rilevando sullo schermo il movimento dell'onda rappresentativa del segnale proveniente dal trasduttore, ovvero con un oscilloscopio a doppia traccia, o un registratore fotografico o a pennino è possibile eseguire una registrazione simultanea delle oscillazioni provocate dal segnale del trasduttore e dal segnale campione, costituendo questo ultimo il segnale di taratura della velocità di avanzamento del pennello elettronico o della carta diagrammata e quindi dell'asse dei tempi. Alcuni registratori sono anche provvisti di un dispositivo cronometrico che imprime sulla carta dello stesso registratore una indicazione a cadenza determinata.

c) Un altro metodo di antica concezione, ma perfezionato con l'ausilio della tecnica elettronica è il metodo stroboscopico. Una tacca colorata, segnata sull'organo rotante, viene illuminata per mezzo di una sorgente di luce intermittente di frequenza variabile. Il sincronismo fra velocità di rotazione e frequenza degli impulsi è rilevato dalla percezione di una sola e stazionaria tacca colorata.

La sorgente di luce intermittente era ottenuta con un motore di velocità facilmente misurabile sul cui albero era calettato un disco avente un numero noto di feritoie periferiche. Tale disco intercettava il raggio luminoso proveniente da una lampada. Il tipo più moderno di sorgente a luce intermittente è costituito da una lampada a gas rarefatto accesa ad intermittenza da un generatore di impulsi di frequenza regolabile a volontà dell'operatore.

#### Metodo acustico.

a) I metodi descritti, modificati a volte secondo le esigenze, fanno parte di una tecnica ormai comune. Un metodo di cui non

si è avuto sentore nella bibliografia esaminata e che tuttavia, per misure di elevate velocità di piccole turbine ad aria compressa, si è mostrato di particolare interesse per la semplicità e la versatilità, è risultato un metodo di analisi acustica del suono prodotto dalla macchina stessa durante il suo funzionamento.

Il metodo si fonda sulla considerazione che una qualsiasi macchina in movimento ha degli organi che trasmettono ai supporti o all'aria circostante sollecitazioni periodiche e quindi scomponibili, secondo Fourier, in una vibrazione sinusoidale fondamentale di frequenza uguale a quella di rotazione dell'organo principale della macchina e in una serie di armoniche.

La misura della velocità di rotazione dell'organo principale della macchina può essere quindi ricondotta alla misura di frequenza della fondamentale ovvero di una particolare armonica preminente in nota relazione di frequenza con la fondamentale; la costituzione specifica della macchina o conoscenze preventive sull'ordine di grandezza della velocità in questione, permettono spesso di localizzare tale armonica con relativa semplicità.

b) Nel caso che la fondamentale o l'armonica prescelta siano comprese nei limiti di frequenze acustiche (50 ÷ 15.000 Hz) si possono utilizzare rivelatori fonometrici con relativo analizzatore. Lo stesso orecchio umano di persone prive di particolare senso musicale è in grado di confrontare la nota di due sorgenti acustiche e apprezzarne differenze di frequenze di pochi %.

Due schemi di apparecchiature derivano quindi da queste considerazioni:

#### 1) Apparecchiatura fonometrica con analizzatore acustico.

Utilizza come elemento sensibile un microfono (fig. 1) che trasforma il suono prodotto dalla macchina in segnale elettrico il quale, opportunamente amplificato, viene inviato in un analizzatore, costituito da un circuito risonante. La presenza nel segnale elettrico di una armonica di frequenza uguale a quella propria

del circuito risonante, eccita oscillazioni rilevabili tramite uno strumentino di misura. La frequenza propria del circuito risonante è variabile con continuità e si ricerca quindi la condizione di accordo caratterizzata dalla massima indicazione dello strumentino anzidetto.



Fig. 1 - Apparecchiatura fonometrica con analizzatore acustico. 1, microfono; 2, fonometro; 3, analizzatore acustico; 4, strumento di misura.

Apparecchiatura concettualmente identica può essere utilizzata qualora la macchina produca una vibrazione meccanica: al microfono sarà sostituito un trasduttore di vibrazioni, mentre il resto del complesso potrà variare o rimanere inalterato secondo il valore delle frequenze da misurare.

#### 2) Apparecchiatura fonometrica soggettiva.

Utilizza come elemento sensibile l'orecchio umano (fig. 2). Il segnale elettrico prodotto da un

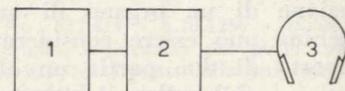


Fig. 2 - Apparecchiatura fonometrica soggettiva. 1, oscillatore; 2, amplificatore; 3, cuffia telefonica.

oscillatore viene inviato ad una cuffia telefonica. L'operatore ode il segnale della cuffia ed il suono prodotto dalla macchina; variando la frequenza dell'oscillatore procura che i due suoni abbiano la stessa nota.

L'utilizzazione di un registratore acustico a nastro magnetico permette di riprendere il suono prodotto e di misurare in un secondo tempo la velocità con uno dei metodi indicati. In caso di fenomeni rapidamente variabili è anche possibile, utilizzando una minore velocità di scorrimento del nastro magnetico, moltiplicare la variabile tempo per un fattore opportuno.

#### Utilizzazione del metodo.

I dispositivi descritti sono stati utilizzati quali strumenti di misura della velocità di rotazione in seno ad un banco di prova per motori di piccola potenza ed elevata velocità (vedi fig. 3). La par-

te meccanica ed aerodinamica è stata ideata e realizzata in collaborazione col compianto professor Ferraro Bologna, con l'intento di costituire una base per studi più approfonditi sulle espansioni di gas con lavoro esterno per l'ottenimento di basse temperature.

a) Il banco di prova comprende un freno capace di fornire le indicazioni della coppia resistente e un dispositivo per la misura della velocità di rotazione.

Il freno è costituito da una serie di mulinelli di Renard deri-

cui adottando il sistema Giorgi di unità di misura: (Potenze in W, coppie in N.m, lunghezze in m, velocità di rotazione in giri/S).

$$p' = 12,9 \times 10^{-8} n'^3 \text{ W};$$

$$C' = 2 \times 10^{-8} n'^2 \text{ N.m}$$

per mulinello in scala 1:40

$$p' = 4,2 \times 10^{-8} n'^3 \text{ W};$$

$$C' = 0,67 \times 10^{-8} n'^2 \text{ N.m}$$

per mulinello in scala 1:50

$$p' = 1,7 \times 10^{-8} n'^3 \text{ W};$$

$$C' = 0,27 \times 10^{-8} n'^2 \text{ N.m}$$

per mulinello in scala 1:60

La potenza risulta quindi fun-

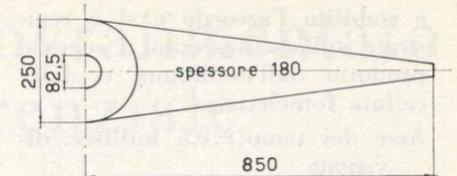


Fig. 4 - Mulinello freno originale.

di velocità. Il fluido motore è l'aria compressa proveniente da un serbatoio con l'intermediario di un riduttore di pressione. Quest'ultimo garantisce la costanza della pressione di alimentazione come si è potuto verificare tramite il manometro posto sul condotto di adduzione in prossimità della turbinetta.

La capacità del serbatoio è stata preventivamente misurata con l'ausilio di un gasometro di precisione.

#### Risultati.

Da condizioni relative alla simmetria dell'organo rotante e del mulinello si è rilevato immediatamente dover essere preminente la prima armonica di frequenza doppia di quella di rotazione dell'alberino della turbina. L'utilizzazione dei metodi acustici e del metodo fotoelettrico hanno confermato le previsioni ed hanno permesso l'esecuzione di una serie di misure comparative.

In fig. 5 è riportata la fotografia di un rilievo fotoelettrico; col metodo acustico soggettivo si

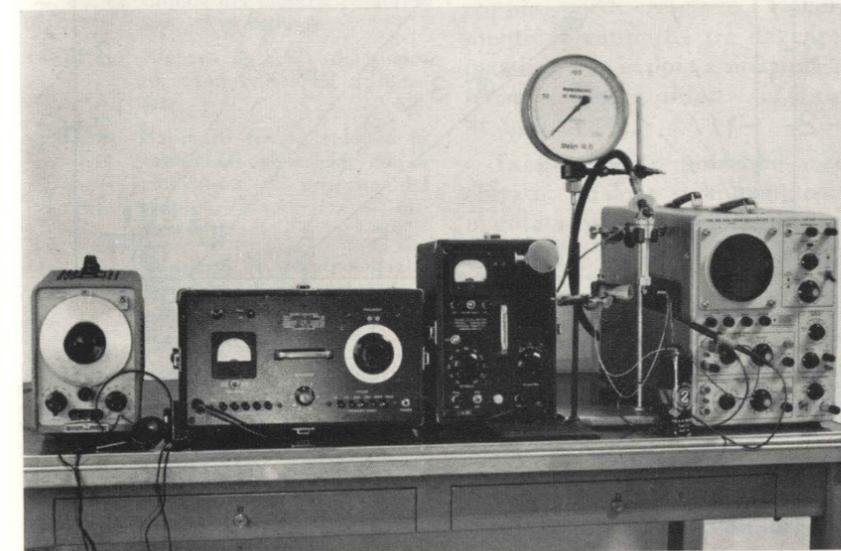


Fig. 3 - Banco di prova per motori di piccola potenza ed elevata velocità.

vati da quello originale per riduzione in una scala opportuna.

Indicando con  $l, P, C, n$  lunghezza caratteristica, potenza assorbita, coppia resistente, e velocità di rotazione del mulinello di Renard e con  $l', P', C', n'$ , le corrispondenti grandezze relative al modello, per le leggi di similitudine si ha:

$$\frac{P'}{l'^5 n'^3} = \frac{P}{l^5 n^3}$$

$$\text{da cui } P' = P \left(\frac{l'}{l}\right)^5 \left(\frac{n'}{n}\right)^3$$

$$\text{e } C' = \frac{P'}{2\pi n'} =$$

$$= P \left(\frac{l'}{l}\right)^5 \left(\frac{n'}{n}\right)^2 \cdot \frac{1}{2\pi n}$$

Il mulinello originale di Renard, utilizzato per misure di potenze sviluppate da motori d'aviazione, è indicato in fig. 4. Esso assorbe la potenza di 265 kW (340 CV) a 1600 giri/min., per

zione del cubo della velocità di rotazione, mentre la coppia resistente del quadrato della stessa velocità.

b) La misura della velocità di rotazione è stata effettuata con entrambi i metodi acustici esposti.

Il primo metodo utilizza un microfono ad elevata fedeltà di tipo piezoelettrico collegato ad un misuratore di livello sonoro utilizzato come amplificatore per l'analizzatore acustico (campo di frequenza 25 ÷ 7500 Hz, precisione in frequenza  $\pm 1,5\%$  ma non inferiore a  $\pm 1,5$  Hz).

Il secondo metodo utilizza come generatore e amplificatore di segnali sinusoidali un oscillatore (campo di frequenza 5 Hz ÷ 600 KHz — precisione  $\pm 2\%$  — distorsioni inferiori allo 0,5%) connesso ad una cuffia microfonica.

c) Il motore provato è una turbinetta ad azione con un salto

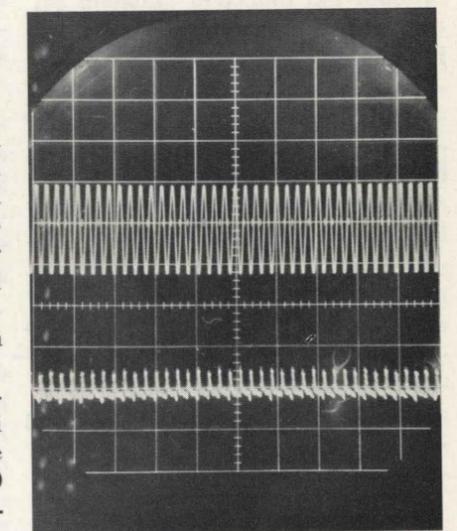


Fig. 5 - Rilievo sull'oscilloscopio del segnale campione (traccia superiore) e del segnale derivato dalla cellula fotoelettrica (traccia inferiore). Asse orizzontale dei tempi 0,5 milli-sec/div.

è stabilito l'accordo e si è registrato sull'oscilloscopio il segnale prodotto dall'oscillatore e dalla cellula fotoelettrica:

Asse dei tempi = 0,5 millisecc./divisione

$n_0$  frequenza oscillatore 2090 Hz  
 $n_f$  frequenza segnale fotoelettrico 2100 Hz

errore  $\frac{n_0 - n_f}{n_f} = -0,5\%$

frequenza rotazione macchina =  $\frac{2100}{2} 1050 \text{ giri/s} = 63.000 \text{ giri/min.}$

Nel diagramma di fig. 6 sono riportati risultati comparativi dei tre metodi adottati per altri valori di velocità.

Gli errori delle misure sono tutti compresi nella fascia  $\pm 3\%$ , che è d'altronde il campo di errore degli strumenti utilizzati. Entrambi i metodi acustici sono risultati altrettanto semplici che il metodo fotoelettrico. Tuttavia migliori doti di versatilità e prontezza hanno caratterizzato il metodo di misura soggettivo per la capacità dell'orecchio umano di stabilire relazioni di maggioranza e minoranza fra le frequenze acustiche udite.

Una simile sensibilità agevola la ricerca dell'accordo permettendo di seguire più rapide variazioni di velocità.

Le caratteristiche potenza-velocità di rotazione e coppie-velocità di rotazione derivate dai rilievi sperimentali e dalle caratteristiche dei mulinelli di Renard sono state riportate nella fig. 7.

Nota quindi la massa di aria consumata nell'unità di tempo  $M$  ed il salto di entalpia adiabatico

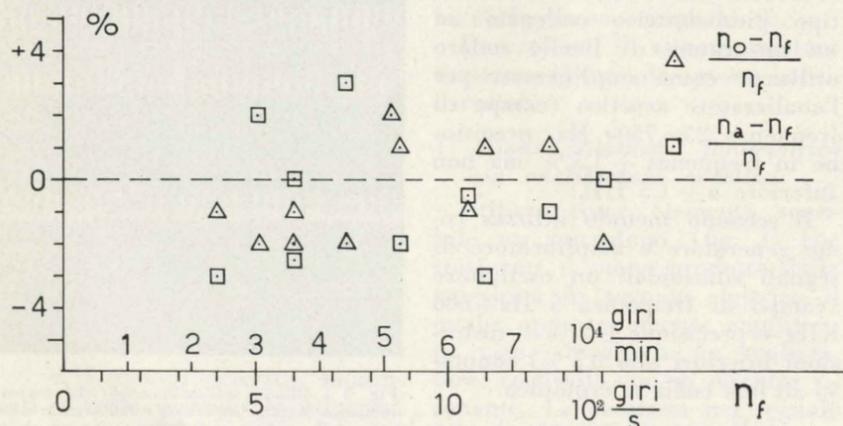


Fig. 6 - Diagramma comparativo fra le misure della velocità di rotazione con cellula fotoelettrica ( $n_f$ ), col metodo acustico descritto dalla fig. 1 ( $n_0$ ) e dalla fig. 2 ( $n_d$ ).

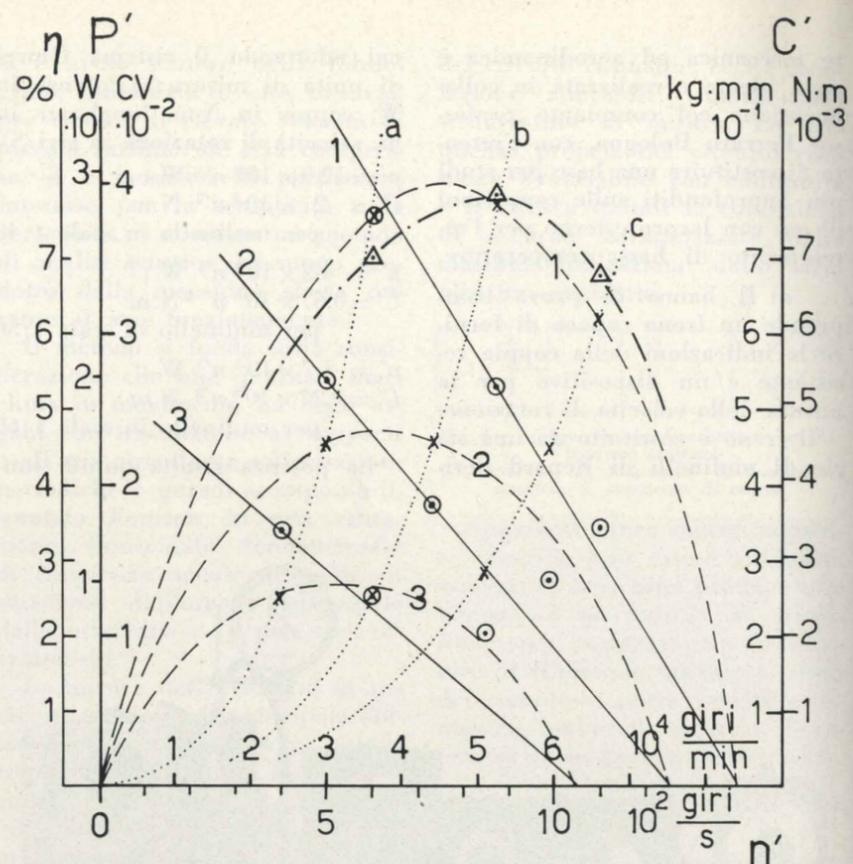


Fig. 7 - Caratteristiche coppia-velocità di rotazione (linea continua) e potenza-velocità di rotazione (linea a tratti) per turbinetta con diverse pressioni di alimentazione: 5,8 kg/cm² (curva 1) 5 kg/cm² (curva 2) 4 kg/cm² (curva 3). Rendimento in funzione della velocità di rotazione (linea a tratto punto) per pressione di alimentazione = 5,8 kg/cm². Caratteristica potenza-velocità di rotazione (linea a punti) per i vari mulinelli (curva a mulinello originale con dimensioni ridotte a 1/40; curva b, ridotte a 1/50; curva c, ridotte a 1/60).

$\Delta i_{ad}$ , è stata calcolata la potenza disponibile come:

$$P_d = M \cdot \Delta i_{ad}$$

Il rendimento della macchina risulta quindi:

$$\eta = \frac{P'}{P_d}$$

Nella stessa fig. 7 è riportato l'andamento dei rendimenti della turbina in funzione della velocità e nella condizione di pressione di alimentazione = 5,8 kg/cm².

Ringrazio il Prof. C. CODEGONE per i consigli e l'assistenza prestata.

Alfredo Sacchi

#### BIBLIOGRAFIA

COCKRELL W.D., *Industrial Electronics Handbook*, McGraw Hill Co., 1958.  
 CODEGONE C., *Fisica Tecnica*, vol. V, V. Giorgio 1960.  
 DAVIS A.H., *L'acoustique moderne technique et industrielle*, Dunod 1936.  
 DEVILLERS R., *Le moteur a explosions*, Dunod 1920.  
 FUNER V. e TAUCHMANN R., *Moderne Messverfahren fur die Untersuchung von Kompressionskaltemaschinen*, Kaltetchnik, Sept. 1963.  
 HARRIS F.K., *Electrical Measurements*, J. Wiles e sons, Inc. 1959.  
 KREZMANN R., *Industrial Electronics Handbook*, «Industrial Electronics Circuits», Philips Tech. Library 1959.  
 LION K.S., *Instrumentation in scientific research*, «Electrical input transducers», McGraw Hill Co., 1959.  
 MOLES A., *Physique et technique du bruit*, Dunod 1952.  
 OLSON H.F., *Musical Engineering*, McGraw Hill Co., 1952.  
 RICHARDSON E.G., *Technical aspects of Sound*, Elsevier p. Co., 1953.  
 STRUTT RAYLEIGH J.W., *The theory of sound*, Dover Pub. 1945.  
 TERMAN F.E., *Electronic and radio engineering*, McGraw Hill Co., 1955.

## Il motore ad iniezione sovralimentato con comando differenziale

MAURIZIO PANDOLFI esamina le condizioni di funzionamento di motori ad iniezione sovralimentati con comando differenziale, ricercando quali curve di coppia si possano prevedere in funzione della legge di mandata del combustibile, ed individuando l'andamento dei principali parametri caratteristici del gruppo motore-compressore.

#### ELENCO DEI SIMBOLI

$V$	Cilindrata del motore.
$G_m, G_c$	Portata in peso di aria del motore e del compressore.
$C_m, C_c, C_u$	Coppie del motore, compressore ed utilizzatore.
$n_m, n_c, n_u$	Numero di giri/l' del motore, compressore ed utilizzatore.
$v_m, v_c, v_u$	Rapporto fra le velocità in condizioni generiche ed in condizioni di progetto del motore, compressore ed utilizzatore.
$\beta$	Rapporto di sovralimentazione.
$\eta_{\pi r}$	Rendimento pneumatico del refrigeratore.
$\varrho$	Rapporto di compressione del motore.
$m'', m', m$	Esponenti delle politropiche di espansione e compressione nel motore e di compressione dei gas residui nello spazio morto.
$R', R$	Costante di elasticità dei gas combustibili e dell'aria.
$\lambda_{vo}$	Efficienza volumetrica del motore semplicemente aspirato.
$p_0, T_0, v_0$	Pressione, temperatura e volume specifico dell'aria ambiente.
$\alpha$	Rapporto ponderale aria/combustibile.
$c$	Mandata di combustibile per ciclo.
$q$	Consumo specifico di combustibile.

Le grandezze contrassegnate da una « o » in alto a destra si riferiscono alle condizioni di progetto.

È ben nota l'importanza della caratteristica di coppia presentata da un motore ai fini dell'autotrazione.

La soluzione ideale è rappresentata da una curva di coppia, per la quale, al variare della velocità del veicolo, il motore eroghi la sua potenza massima.

Il motore ad iniezione aspirato non si presta ad essere direttamente accoppiato alle ruote motrici dal momento che esso presenta, al diminuire della sua velocità una coppia poco crescente. Generalmente il rapporto tra la coppia massima e la coppia a massima potenza si aggira infatti sul valore di 1,10 ÷ 1,20.

Tale rapporto potrebbe essere elevato, qualora si aumentasse la mandata di combustibile al di sopra di quella che si ha a potenza massima; ma in tal modo le temperature del ciclo del motore crescerebbero oltre i valori ammissibili che limitano la potenza massima alla massima velocità del motore.

La sovralimentazione a comando meccanico con rapporto di trasmissione fisso mediante un compressore del tipo « Roots » o « a viti » non migliora la caratteristica di coppia in modo apprezzabile, rimanendo costante, al diminuire della velocità del veicolo, il rapporto fra il numero di giri del motore e del compressore, e quindi, in prima approssimazione, la pressione di alimentazione.

Qualora si operi la sovralimentazione con una turbosoffiante a gas di scarico, la caratteristica di coppia tende addirittura a peggiorare rispetto a quella del motore semplice quanto più è spinta la sovralimentazione.

Si rende quindi necessario, ai fini dell'autotrazione, l'inserimento tra motore e ruote motrici di un cambio continuo o discontinuo di velocità, abbracciante un vasto campo di rapporti di trasmissione, onde permettere al motore di erogare la massima potenza ad ogni velocità del veicolo ed ottenere quindi una caratteristica di coppia simile a quella ideale.

Una soluzione atta a migliorare le prestazioni del motore ad iniezione è fornita dall'abbinamento al motore di un compressore di sovralimentazione del tipo « Roots » o « a viti » condotto dal motore mediante un rotismo differenziale. Il fine di quest'ultimo è di permettere, al diminuire della velocità del motore un aumento del rapporto di sovralimentazione e quindi la possibilità di elevare la mandata di combustibile, pur

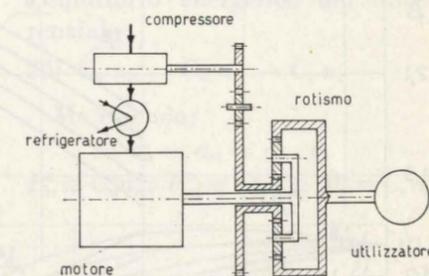


Fig. 1 - Schema del motore sovralimentato con comando differenziale.

mantenendo costanti le temperature massime del ciclo del motore. Se infatti si fissa una legge di mandata del combustibile crescente al diminuire della velocità del motore, si aumenta la coppia di quest'ultimo; per l'equilibrio del rotismo cresce pure la coppia sul compressore, e quindi, il rapporto di sovralimentazione. Benchè si aumenti la quantità di combustibile iniettata, crescendo con la pressione di alimentazione il peso di aria fornito al motore, le temperature massime del ciclo vengono automaticamente ribassate, in prima approssimazione ai valori limite raggiunti alla massima velocità del motore.

Lo schema dell'accoppiamento differenziale è riportato nella figura 1; il motore è collegato al portatore del rotismo, ed il compressore mediante rinvii di ruote

dentate al solare; alla corona è infine collegato l'utilizzatore.

Ci si propone qui di seguito di studiare le prestazioni di un motore ad iniezione a 4.T. sovralimentato nel modo ora illustrato, con refrigerazione perfetta della carica. Si tratta di esaminare quali leggi di mandata del combustibile, in funzione della velocità del motore, siano necessarie per realizzare determinate curve di coppia del motore e di trovare in ogni condizione di funzionamento i valori delle principali grandezze del gruppo motore-compressore.

Nella predetta ipotesi di refrigerazione dell'aria di aspirazione del motore fino alla temperatura di aspirazione del compressore, la

to [1] (\*). La coppia fornita dal motore è proporzionale alla  $p_{me}$ , che vale:

$$3) p_{me} = p_m + p_0(\beta\eta_{\pi r} - 1) - p_v$$

Nella (3) il termine  $p_m$  rappresenta il lavoro per ciclo ed unità di cilindrata del motore, corrispondente all'area curvilinea del diagramma pressioni-volumi relativa alle fasi di compressione ed espansione del motore. Il termine  $p_0(\beta\eta_{\pi r} - 1)$  è invece riferito alle fasi di aspirazione e scarico. Per  $p_v$ , che rappresenta la frazione di lavoro disponibile persa a causa degli accessori, attriti e pompaggio del motore, si è posto [2]:

$$4) p_v = a + bv_m^2 + c\beta\eta_{\pi r} v_m^2 + d\beta\eta_{\pi r}$$

La portata in peso di aria che il

compressore del tipo « a viti », ed i coefficienti  $A, B, C, D, E, F, G$  e  $H$  possono essere rilevati direttamente dal diagramma di funzionamento tipico di un tale compressore.

A tal punto si può fissare la cilindrata ed il numero di giri massimo del motore; scelto quindi il compressore, si determinano i coefficienti delle (5) e (6), e si individuano le condizioni di abbinamento motore-compressore per la massima velocità del motore.

Definite queste come condizioni di progetto, ci si propone di trovare con quale legge variano i principali parametri in condizioni di funzionamento diverse da queste.

Si introducono perciò i seguenti rapporti:

$$7) \sigma_m = \frac{C_m}{C_m^0} = \frac{1}{K_1} [p_m + \beta\eta_{\pi r} (p_0 - cv_m^2 - d) + (p_0 - a - bv_m^2)]$$

$$8) \sigma_c = \frac{C_c}{C_c^0} = \frac{1}{K_2} [-E + F\beta + (G - H\beta)n_c]$$

$$9) \gamma_m = \frac{G_m}{G_m^0} = \frac{1}{K_3} v_m \beta\eta_{\pi r} \lambda_v$$

$$10) \gamma_c = \frac{G_c}{G_c^0} = \frac{1}{K_4} [-A + Bn_c - (C - Dn_c)\beta]$$

Le costanti  $K_1, K_2, K_3$  e  $K_4$  valgono rispettivamente:

$$11) K_1 = p_m^0 + \beta^0\eta_{\pi r} (p_0 - c - d) + (p_0 - a - b) \\ K_2 = -E + F\beta^0 + (G - H\beta^0)n_c^0 \\ K_3 = \beta^0\eta_{\pi r} \lambda_{v0}^0 \left( 1 + \frac{\beta^0\eta_{\pi r} - 1}{m(\beta^0 - 1)\beta^0\eta_{\pi r}} \right) \\ K_4 = -A + Bn_c^0 - (C - Dn_c^0)\beta^0$$

Le costanti delle (11) possono essere facilmente calcolate una volta che siano definite le condizioni di progetto.

Al di fuori di quest'ultime, deve sempre valere la continuità della portata attraverso il motore ed il compressore, e perciò sussiste l'eguaglianza fra le (9) e (10), che

porta ad esprimere il numero di giri del compressore in funzione di  $\beta$  e  $v_m$ :

$$12) n_c = \frac{K_4 v_m \beta\eta_{\pi r} \lambda_v}{K_3 (B + D\beta)} + \frac{(A + C\beta)}{(B + D\beta)}$$

L'equilibrio del rotismo richiede poi l'eguaglianza del rapporto fra la coppia del motore e del compressore.

Si impone ora che la legge che lega  $\sigma_m$  a  $v_m$  sia del tipo:

$$13) \sigma_m = \frac{K_1 + K(1 - v_m)}{K_1} = 1 + X(1 - v_m)$$

con:  $X = K/K_1$

Eguagliando la (13) alla (8), ed esprimendo il numero di giri del compressore  $n_c$  mediante la (12), si ottiene  $v_m$  in funzione di  $\beta$ :

$$14) v_m = \frac{K_2 \left( 1 + \frac{K}{K_1} \right) + E + F\beta - \frac{(A + C\beta)(G - H\beta)}{(B + D\beta)}}{K_2 \frac{K}{K_1} + \frac{K_4}{K_3} \frac{\beta\eta_{\pi r} \lambda_v (A + C\beta)}{(B + D\beta)}}$$

La (14) permette, fissate le condizioni di progetto, e quindi  $K_1, K_2, K_3$  e  $K_4$ , di calcolare quale rapporto di compressione  $\beta$  si realizza al generico numero di giri  $n_m$ , una volta che sia fissata la pendenza della curva di coppia del motore mediante  $K$ . D'altra parte sussiste l'eguaglianza fra le (7) e (13), dalla quale si può ricavare quale  $p_m$  deve essere realizzata nelle condizioni fornite dalla (14):

$$15) p_m = K_1 \left[ 1 + (1 - v_m) \frac{K}{K_1} \right] - \beta\eta_{\pi r} (p_0 - cv_m^2 - d) - (p_0 - a - bv_m^2)$$

Resta ora da determinare quale deve essere la mandata di combustibile, che per un determinato  $\beta$  e relativo  $v_m$  dà luogo alla  $p_m$  della (15).

Si noti che  $p_m$  può essere espressa come:

$$16) p_m = p_3 \cdot W$$

ove:

$$17) W = \varphi \frac{\rho}{\rho - 1} \frac{1}{T_3} \left[ \frac{R'/R}{m'' - 1} (T_6 - T_7) - \frac{1}{m' - 1} (T_4 - T_3) + \frac{R'}{R} T_6 \left( 1 - \frac{V_5}{V_6} \right) \right]$$

( $\varphi$  è un coefficiente di riduzione dell'area curvilinea ideale del ciclo).

Gli indici 3, 4, 5, 6 e 7 nella formula (17) si riferiscono ai punti caratteristici del ciclo del motore, rispettivamente di inizio e fine compressione, di fine combustione a volume e pressione costante, e di fine espansione. Il valore di  $W$  risulta unicamente funzione di  $T_3$  e del rapporto in peso aria/combustibile  $z$ . Fissati  $\beta$  e  $v_m$  si può facilmente, mediante le espressioni usate normalmente in tali calcoli [1], ricavare  $p_3$  e  $T_3$ . In tal modo è possibile ricavare

to fra il peso di aria e quello di combustibile che partecipano al ciclo del motore, nota la portata di aria dalla (1), si può risalire al rapporto fra le mandate di combustibile in condizioni generiche ed in condizioni di progetto:

$$18) \frac{c}{c^0} = \frac{\alpha^0 \lambda_v \beta}{\alpha \lambda_v^0 \beta^0}$$

Poichè il consumo specifico di combustibile è proporzionale al rapporto fra la mandata di combustibile per ciclo e la coppia fornita dal motore, sarà:

$$19) \frac{q}{q^0} = \frac{c}{c^0} \frac{1}{\sigma_m}$$

Occorre infine passare dalla caratteristica di coppia del motore a quella ottenibile all'utilizzatore.

Trascurando le perdite meccaniche del rotismo, si ottiene dall'equilibrio energetico del differenziale:

$$20) C_u n_u = C_m n_m - C_c n_c$$

Ma essendo:

$$\sigma_u = \sigma_m = \sigma_c \quad e \\ P_u^0 \equiv C_u^0 n_u^0; P_m^0 \equiv C_m^0 n_m^0; P_c^0 \equiv C_c^0 n_c^0$$

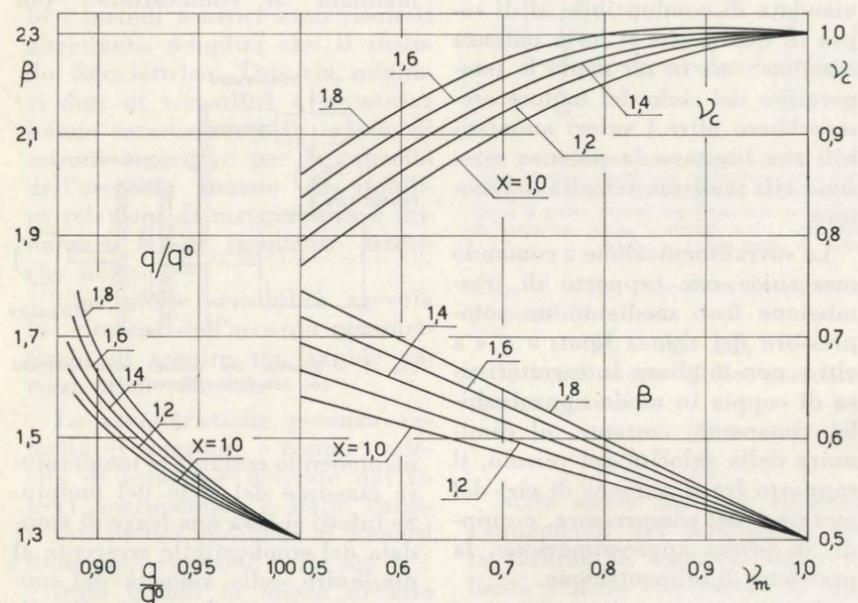


Fig. 2 - Rapporto di sovralimentazione  $\beta$ , numero di giri del compressore  $v_c$ , e consumo specifico  $q/q^0$  per la condizione di progetto  $\beta^0 = 1,3$ , in funzione del numero di giri del motore  $v_m$ .

portata in peso di aria fornita al motore vale:

$$1) G_m = \frac{V}{v_0} \frac{n_m}{2} \beta\eta_{\pi r} \lambda_v$$

ove l'efficienza volumetrica  $\lambda_v$  si può esprimere come:

$$2) \lambda_v = \lambda_{v0} \left( 1 + \frac{\beta\eta_{\pi r} - 1}{m(\beta - 1)\beta\eta_{\pi r}} \right)$$

tenendo conto del miglior riempimento dello spazio morto nel motore sovralimentato alla pressione  $p_0\beta\eta_{\pi r}$  rispetto al motore aspira-

compressore trasferisce al motore si può scrivere come:

$$5) G_c = -A + Bn_c - (C - Dn_c)\beta$$

La coppia richiesta dal compressore vale:

$$6) C_c = -E + F\beta + (G - H\beta)n_c$$

Le (5) e (6) approssimano abbastanza bene i valori effettivi di tali grandezze riscontrabili su di un

(\* I numeri fra parentesi quadre si riferiscono alla Bibliografia.

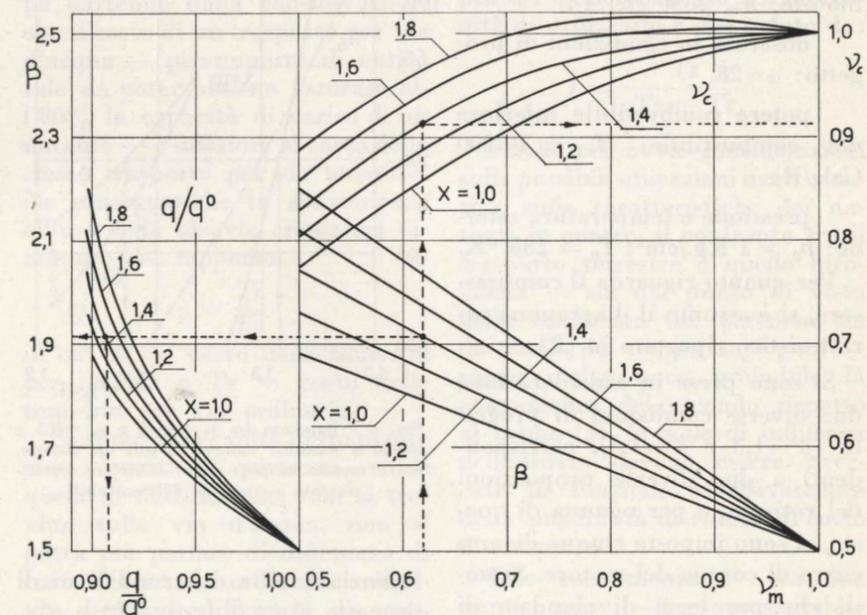


Fig. 3 - Rapporto di sovralimentazione  $\beta$ , numero di giri del compressore  $v_c$ , e consumo specifico  $q/q^0$  per la condizione di progetto  $\beta^0 = 1,5$ , in funzione del numero di giri del motore  $v_m$ .

$W$  dalla (16), e, tramite la (17), risalire al valore di  $z$  necessario per ottenere il valore di  $p_m$  richiesto dalla (15).

Poichè  $z$  rappresenta il rappor-

e valendo la (20) in ogni condizione, si ricava:

$$21) v_u = v_m \frac{P_m^0}{P_m^0 - P_c^0} - v_c \frac{P_c^0}{P_m^0 - P_c^0}$$

Conoscendo  $\sigma_m$  e quindi  $\sigma_u$  ad un certo  $v_m$ , si può determinare la caratteristica di coppia all'utilizzatore ricavando  $v_u$  dalla (21). Si noti che essendo  $P_c^0 \ll P_m^0$ ,  $v_u$  risulta molto simile a  $v_m$ , per cui la curva di coppia all'uscita è sensibilmente eguale a quella del motore.

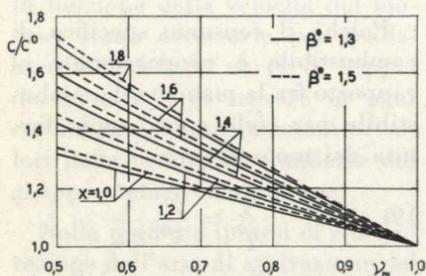


Fig. 4 - Legge di mandata del combustibile in funzione del numero di giri del motore  $v_m$ .

I calcoli sono stati eseguiti con le seguenti ipotesi:

cilindrata del motore:  $V = 6 \text{ dm}^3$ .

rapporto di compressione del motore:  $\rho = 15$ .

numero di giri massimo del motore:  $n_m = 2800 \text{ giri/l'}$ .

dosatura in condizioni di progetto:  $\alpha = 28$ .

potere combustibile inferiore del combustibile:  $H_i = 10.200 \text{ Cal./Kg}$ .

pressione e temperatura esterne:  $p_0 = 1 \text{ Kg./cm}^2$ ;  $T_0 = 288 \text{ }^\circ\text{K}$ .

Per quanto riguarda il compressore, si è assunto il diagramma caratteristico riportato in [3].

Si sono prese in considerazione due diverse condizioni di progetto ( $\beta^0 = 1,3$  e  $\beta^0 = 1,5$ ), corrispondenti a due diverse proporzioni del rotismo, e per ognuna di queste, si sono imposte cinque diverse curve di coppia del motore. Si noti, che per leggi di mandata di combustibile  $c/c^0$  diverse da quelle calcolate, si può risalire alle curve di coppia ottenibili dal motore con procedimento inverso a quello fin qui seguito.

Nelle figg. 2-3 sono riportate alcune delle principali grandezze caratteristiche del gruppo motore-

compressore in condizioni generiche sotto forma di rapporti alle grandezze relative di progetto.

Fissato un certo  $v_m$ , e scelto il valore di  $K$  della (13) e quindi  $X$ , vale a dire la curva di coppia imposta al motore, si leggono sulle curve a  $X = \text{cost.}$  il rapporto di sovralimentazione realizzato, il numero di giri del compressore, e, lateralmente, il consumo specifico di combustibile. Dal diagramma di fig. 4 si legge poi la mandata di combustibile necessaria per realizzare la coppia del motore imposta. Il diagramma di fig. 5 permette di concludere sui vantaggi presentati dal motore sovralimentato con comando differenziale rispetto al motore semplicemente aspirato. In ascissa sono riportati i rapporti di coppia  $\sigma_u$  per  $v_u = 0,5$ ; in ordinata i rapporti  $\alpha/\alpha^0$  necessari per ottenere le coppie di uscita dell'ascissa, per il motore aspirato (curva a), e per il motore sovralimentato con comando dif-

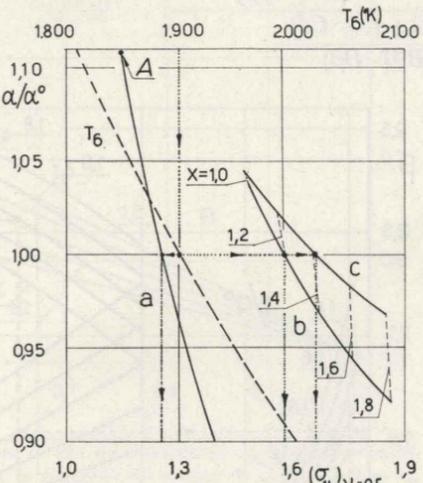


Fig. 5 - Rapporto fra la coppia a  $v_u = 0,5$  e quella a massimo numero di giri del motore, per il motore semplice e per il motore sovralimentato a comando differenziale.

ferenziale nelle due condizioni di progetto  $\beta^0 = 1,3$  (curva b) e  $\beta^0 = 1,5$  (curva c).

In funzione di  $\alpha/\alpha^0$  è inoltre tracciata la curva che fornisce la temperatura massima  $T_6$  del ciclo del motore. Il punto A sulla curva a è relativo al motore aspirato con mandata di combustibile costante  $c/c^0 = 1$ .

Il confronto fra il motore semplice e quello sovralimentato con comando differenziale può essere impostato nel seguente modo: si fissi la massima temperatura  $T_6$  che può sopportare il motore, e si ricavi dalla curva di  $T_6$  il valore relativo di  $\alpha/\alpha^0$ ; a parità di quest'ultimo si legga sulle curve a, b, c relative alle varie soluzioni il rapporto di coppia ottenibile. Per esempio, se si limita  $T_6$  a  $1900 \text{ }^\circ\text{K}$  (temperatura massima raggiunta in tali condizioni il motore aspirato realizza un rapporto di coppia di 1,25 (superiore al valore di 1,14 raggiunto per  $c/c^0 = 1$ ), mentre il motore sovralimentato con comando differenziale presenta i valori di 1,58 e 1,66 rispettivamente per  $\beta^0 = 1,3$  e  $\beta^0 = 1,5$ , corrispondenti a curve imposte di coppia caratterizzate da  $X = 1,2$  e  $X = 1,4$  rispettivamente.

Si noti che, pur avendo imposto limiti accettabili alle temperature, le sollecitazioni meccaniche nel motore sovralimentato crescono notevolmente al diminuire della sua velocità. Si osservi infatti dalle figg. 3-4 che il rapporto di sovralimentazione  $\beta$  risulta di 1,65 e 2,04 rispettivamente per  $\beta^0 = 1,3$  e  $\beta^0 = 1,5$  per  $v_m = 0,5$ .

Come ulteriore vantaggio del motore sovralimentato a comando differenziale si ha, al pari di ogni motore sovralimentato, una maggior potenza per unità di peso rispetto al motore semplicemente aspirato.

La ditta inglese Perkins ha realizzato un motore sovralimentato secondo lo schema di fig. 1, ottenendone buoni risultati [3].

Maurizio Pandolfi

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] CAPELLI A., *Motori alternativi a combustione interna*, Giorgio Ed., 1954.
- [2] CAPELLI A., *Motori per aeromobili*, Giorgio Ed., 1943.
- [3] DAWSON J. G., HAYWARD W. J. e GLAMANN P. W., *Some experiences with a differentially supercharged engine*, The institution of mechanical engineers, aprile 1964.

## Considerazioni sulla zona di influenza di una nuova via di comunicazione

ALBERTO RUSSO FRATTASI illustra alcune metodologie scientifiche di indagine, in parte originali e in parte classiche, utili allo studio delle previsioni di traffico per una nuova via di comunicazione. L'A. tiene conto delle necessità di conoscere quale sia il comprensorio che su di essa gravita, nonché quale potrebbe essere l'apporto della stessa via come generatrice di traffico.

Il problema di determinare secondo un metodo logico ed il più possibile analitico quali possano essere gli effettivi apporti di traffico ad una nuova via di comunicazione da parte del comprensorio che su di essa può gravitare, nonché la individuazione di una possibile dimensione economica del comprensorio stesso, è stato più volte affrontato dagli economisti (1) ma purtroppo l'eterogeneità delle impostazioni e degli sviluppi seguiti rende estremamente difficile definire con esattezza i risultati raggiunti ed indicare i traguardi che tale metodo d'indagine dovrebbe proporsi nel futuro.

In altra memoria (2) è stata messa in chiara evidenza la difficoltà che si incontra nel dover fare delle previsioni sul traffico probabile di una nuova via d'acqua interna che potrebbe essere inserita ad integrazione della rete viaria e ferroviaria in un vasto comprensorio del Nord-Italia. Difficoltà dovute sia alla stima della quota parte del traffico che potrebbe trovare la sua convenienza ad essere dirottato sul canale, sia, e soprattutto, alla possibilità della via d'acqua stessa di diventare generatore di traffico sulla base di nuove localizzazioni produttive realizzabili sulle sue rive.

Scopo di questa memoria è quella di indagare, con la strumentazione che i principi matematici ed economici possono fornire, sulle possibilità effettive di delimitare delle zone che possano essere sicuramente considerate come

(1) Particolarmente dalla scuola classica tedesca con Von Thünen, Schumpeter, Weber, Lösch, etc.

(2) Contributo alla stima del traffico potenziale nelle aste Torino-Milano e Novara-Acqui della idrovia Padana - A. Russo Frattasi - Atti e Rassegna Tecnica - Soc. Ingg. ed Arch. Torino, marzo 1965.

gravitanti sul canale e quindi generatrici di traffico.

Diversamente da quanto esposto nei più recenti studi sul traffico idroviario, si ritiene infatti che non si possa far riferimento ad una fascia definita di territorio — sia pure molto estesa — oltre le due rive del canale per individuarne la zona d'influenza, ma invece sia necessario volta a volta, in funzione della quantità di merce da trasportare e della ubicazione sia della sorgente del trasporto che della destinazione, verificare se per tali terminali sia conveniente o meno servirsi della via d'acqua, sia pure limitatamente ad un solo tratto del percorso.

Un primo metodo di indagine per affrontare il problema si sviluppa partendo dalla considerazione che il costo di un trasporto per via d'acqua — presupposto di entità tale da poter almeno saturare all'80% la capacità di carico di un natante — è inferiore al costo dello stesso trasporto per via terrestre. Ne consegue che la convenienza all'uso della idrovia cresce col diminuire del rapporto.

$$\rho = \frac{T_i}{T_s}$$

in cui  $T_i$  = costo delle tonn-km per idrovia e  $T_s$  = costo delle tonn-km per via ordinaria.

Siccome però capita di frequente che i punti di partenza, come quelli di destinazione, non si trovino sulla via d'acqua, non si potrà più parlare di differenza di costo fra strada ordinaria e idrovia, bensì di differenza di costo fra strada ordinaria e via mista (strada-canale). In tali condizioni, mentre  $T_s$  si mantiene costante al variare della percorrenza,  $T_i$  varia perchè cambia l'incidenza del costo del trasbordo della merce, il quale è costante per unità ponderale ed indipendente dalla percorrenza.

Se indichiamo con:

$T_c$  il costo di trasporto per tonn-km sull'idrovia,

$T_t$  il costo di trasbordo per tonn.,  
 $l$  la percorrenza sul canale in km, si ha che:

$$T_i = T_c + \frac{T_t}{l}$$

$$\text{per cui } \rho_1 = \frac{T_c + T_t/l}{T_s}$$

Questo rapporto diventa sempre più piccolo al crescere di  $l$ , aumentando così la convenienza all'uso del percorso misto; questa convenienza, invece, si annulla per  $\rho_1 = 1$  e tale valore consente di stabilire il limite inferiore di percorrenza sul canale limite al di sopra del quale comincia la opportunità di utilizzarlo e che è dato da:

$$l = \frac{T_t}{T_s - T_c}$$

Poichè per ovvie considerazioni sulle possibili ubicazioni degli utenti e sulle caratteristiche dei natanti in genere, il confronto fra il trasporto terrestre e quello idroviario — sia dal punto di vista della lunghezza del percorso sia da quello del tempo impiegato — rende molto poco probabile la convenienza del secondo rispetto al primo (3), le zone di influenza dell'idrovia devono essere ricercate in funzione esclusivamente della possibilità di ridurre il costo di trasporto.

Tale convenienza — tra due punti  $x$  ed  $y$  — è rappresentabile a mezzo dell'espressione:

$$C_{xy} \geq C_{xy} + C_{zx}$$

dove:

$$C_{xy} = T_i \overline{xy}$$

(3) Tanto più in zone come la pianura Padana solcata fittamente da strade e ferrovie.

rappresenta il costo del trasporto per via d'acqua di  $n$  tonn. sulla distanza  $\bar{xy}$  con la tariffa  $T_i$  per tonn-km.

$$C_{xz} = T_s \bar{xzn}$$

rappresenta il costo del trasporto terrestre di  $n$  tonn. sulla distanza  $\bar{xz}$  con la tariffa  $T_s$  per tonn-km.

$$C_{zy} = T_s \bar{zyn}$$

rappresenta il costo del trasporto terrestre di  $n$  tonn. sulla distanza  $\bar{zy}$  con la tariffa  $T_s$  per tonn-km.

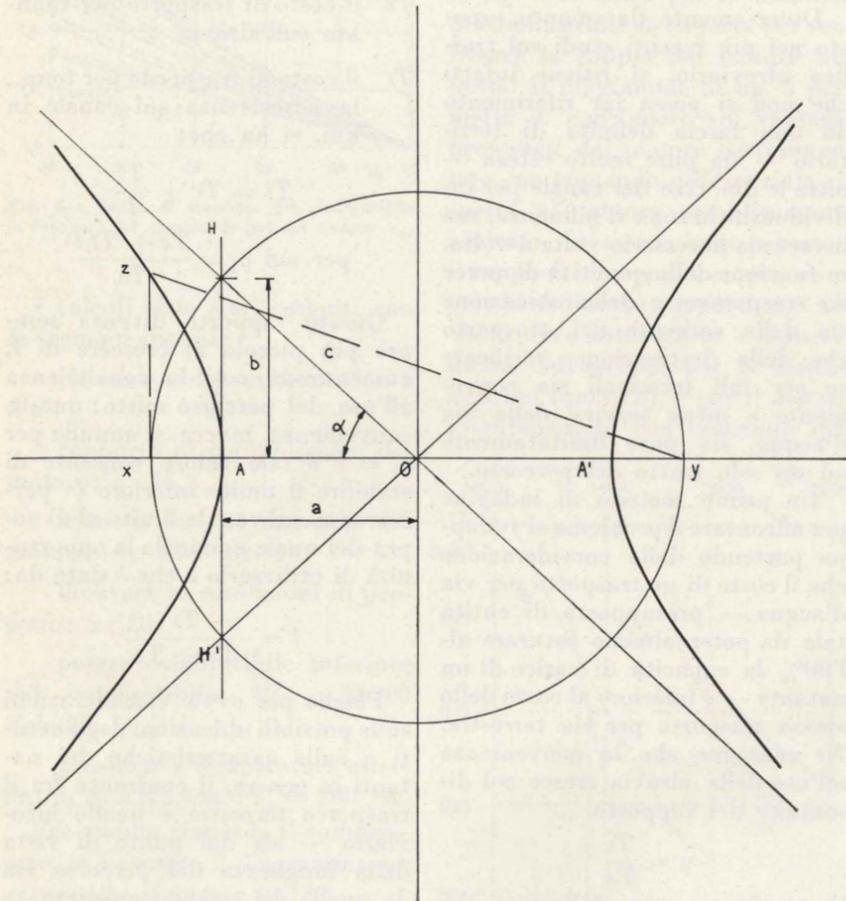


Fig. 1

È evidente — per quanto detto sopra — che, essendo  $\bar{zx} + \bar{xy} \geq \bar{zy}$ , l'espressione del costo totale può essere valida solo in funzione delle tariffe applicate ai diversi modi di trasporto. Sostituendo i valori di  $C$  ed elaborando l'espressione si arriva alla formula:

$$\bar{zy} - \bar{zx} \geq \frac{T_i}{T_s} \bar{xy} \text{ e poichè}$$

$$\frac{T_i}{T_s} = \rho_1 \text{ si avrà:}$$

$$\bar{zy} - \bar{zx} \geq \rho_1 \bar{xy} \quad [1]$$

Assimilando il secondo termine dell'espressione ad una costante, l'equazione [1] quindi rappresenta una iperbole la quale definisce le zone le cui distanze dai fuochi ( $\bar{zy}$  e  $\bar{zx}$ ) differiscono di una costante ( $\rho_1 \cdot \bar{xy}$ ) e che ha in  $\alpha$  — ricavato dall'espressione  $\alpha = \arccos \rho$  — l'angolo che gli asintoti formano con l'asse delle ascisse. Infatti dalla costruzione dell'iperbole che ha i fuochi in  $y$  ed  $x$  si avrà, con le notazioni della fig. 1

$$\bar{yz} - \bar{zx} = 2a = A_y - A_x = AA'$$

$$a = \frac{AA'}{2} \quad b = \frac{HH'}{2}$$

dal triangolo  $OAH$  si ha:

$$a = c \cos \alpha$$

ma

$$c = OH = \frac{xy}{2}$$

perciò

$$a = \frac{yx}{2} \cos \alpha$$

$$2a = \bar{xy} \cos \alpha$$

cioè

$$\rho \bar{xy} = \bar{xy} \cos \alpha$$

da cui

$$\rho = \cos \alpha \text{ e quindi } \alpha = \arccos \rho.$$

Al diminuire di  $\rho$  aumenta  $\alpha$  e gli asintoti si spostano sempre più verso l'asse delle  $y$  ragione per cui la zona mercatiferà si allarga, mentre la stessa iperbole si annulla sull'asse delle  $x$  per  $\rho = 1$ ; al variare della distanza  $\bar{xy}$  si ottiene invece tutta una serie di iperboli che definiscono, nel loro complesso, la zona d'influenza della via d'acqua.

Ne consegue che affinché gli utenti del trasporto posto nella zona  $x$  abbiano interesse ad usufruire del percorso misto  $\bar{zx} + \bar{xy}$  è necessario che  $\rho_1 < 1$  e quanto più  $\rho_1 \rightarrow 0$  tanto più la zona degli interessati al percorso misto si allarga (4).

Un altro metodo di indagine, che si rifà all'impostazione teorica dell'Isard (5), sviluppata però secondo gli schemi tradizionali della geometria analitica e differenziale, può essere concretato nella ricerca di una poligonale  $APB$  (fig. 2) che minimizzi il costo totale annuo dei trasporti per vie d'acqua interne — in acque chiare — lungo  $AP$ , sommato a quello dei trasporti ordinari lungo  $BP$  e  $CP$ . Sia  $A_0, B_0, C_0$  il volume del traffico lungo  $PA, PB, PC$ ;  $m$  ed  $n$  il costo per unità di chilometro e di peso trasportato rispettivamente lungo il canale (da costruire) e lungo la strada ordinaria;  $hi + k, h_1i + k_1$ , l'onere per interesse ed ammortamento del capitale per chilometro costruito rispettivamente di canale e di strada ordinaria (6).

Il costo annuo del trasporto per chilometro rispettivamente lungo  $AP, BP, CP$  sarà dato da:

$$A_1 = hi + k + mA_0$$

$$B_1 = h_1i + k_1 + nB_0$$

$$C_1 = h_1i + k_1 + nC_0$$

(4) Anche nel caso in cui la distanza tra i due centri da servire sia inferiore, per via terra, a quella del percorso misto, la convenienza a servirsi di quest'ultimo sussiste sempre purchè sia verificata la [1].

(5) Isard prende spunto dall'analisi weberiana e dall'ipotesi comune al Von Thünen ed al Lösch, di una pianura uniforme con possibilità di trasporto in qualsiasi direzione.

(6)  $i$  rappresenta il tasso di interesse del capitale.

onde il costo totale è espresso dalla formula:

$$S = A_1 \cdot \overline{AP} + B_1 \cdot \overline{BP} + C_1 \cdot \overline{CP}$$

ovvero:

$$S = A_1 r + B_1 \sqrt{r^2 + c^2 - 2rc \cos \varphi} + C_1 \sqrt{r^2 + b^2 - 2rb \cos (\varepsilon \cdot \varphi)}$$

ove (ved. fig. 2):

$$r = \overline{AP}$$

$$b = \overline{AC}$$

$$c = \overline{AB}$$

$$\varphi = \widehat{PAB}$$

$$\varepsilon = \widehat{CAB}$$

Si deve determinare la posizione di  $P$ , quindi i valori di  $r$  e  $\varphi$  in modo che  $S$  sia minimo. Ne consegue che occorre eguagliare a zero le derivate di  $S$  rispetto ad  $r$  ed a  $\varphi$ . Introdotti gli angoli  $\beta$  e  $\gamma$  (supposti ambedue  $< \pi$ ), definiti da:

$$\cos \beta = \frac{r - c \cos \varphi}{\sqrt{r^2 + c^2 - 2rc \cos \varphi}} \quad [2]$$

$$\cos \gamma = \frac{r - b \cos (\varepsilon \cdot \varphi)}{\sqrt{r^2 + b^2 - 2rb \cos (\varepsilon \cdot \varphi)}} \quad [3]$$

si ha:

$$\frac{dS}{dr} = A_1 + B_1 \cos \beta + C_1 \cos \gamma$$

$$\frac{dS}{d\varphi} = B_1 \sin \beta - C_1 \sin \gamma$$

Il sistema:

$$\frac{dS}{dr} = \frac{dS}{d\varphi} = 0$$

porta quindi a:

$$\begin{cases} A_1 + B_1 \cos \beta + C_1 \cos \gamma = 0 \\ B_1 \sin \beta = C_1 \sin \gamma \end{cases}$$

da cui si raccoglie eliminando  $\gamma$ :

$$\cos \beta = \frac{C_1^2 - A_1^2 - B_1^2}{2 A_1 B_1} \quad [4]$$

onde

$$\begin{cases} \sin \gamma = \frac{B_1}{C_1} \sin \beta \\ \cos \gamma = \frac{A_1 + B_1 \cos \beta}{C_1} \end{cases} \quad [5]$$

Calcolati  $\beta$  e  $\gamma$  le [2] e [3] forniscono  $r$  e  $\varphi$ .

Infatti esse si possono scrivere:

$$\operatorname{ctg} \beta = \frac{r - c \cos \varphi}{c \sin \varphi}$$

$$\operatorname{ctg} \gamma = \frac{r - b \cos (\varepsilon - \varphi)}{b \sin (\varepsilon - \varphi)}$$

ovvero:

$$r = c (\cos \varphi + \operatorname{ctg} \beta \cdot \sin \varphi)$$

$$r = b [\cos (\varepsilon - \varphi) + \operatorname{ctg} \gamma \cdot \sin (\varepsilon - \varphi)]$$

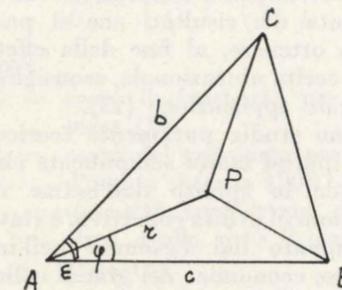


Fig. 2

Eliminando  $r$  si raccoglie:

$$c (\cos \varphi + \operatorname{ctg} \beta \cdot \sin \varphi) = b [\cos (\varepsilon - \varphi) + \operatorname{ctg} \gamma \cdot \sin (\varepsilon - \varphi)]$$

da cui:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{c - b (\cos \varepsilon + \operatorname{ctg} \gamma \sin \varepsilon)}{b (\sin \varepsilon - \operatorname{ctg} \gamma \cos \varepsilon) - c \operatorname{ctg} \beta}$$

da cui:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{c - b (\cos \varepsilon + \operatorname{ctg} \gamma \sin \varepsilon)}{b (\sin \varepsilon - \operatorname{ctg} \gamma \cos \varepsilon) - c \operatorname{ctg} \beta} \quad [6]$$

che permette quindi di individuare la posizione di  $P$  (7).

Dopo aver sviluppato i due metodi di indagine che a parere nostro consentono di ricavare con una certa facilità degli elementi atti ad analisi concrete di scelta tra i diversi modi di trasporto, merita richiamare sinteticamente i lavori più importanti in tema dei diversi economisti per poter cen-

(7) Supposto, a puro titolo esemplificativo che per  $A_1, B_1$  e  $C_1$  si abbiano i seguenti valori:

$A_1 = 500, B_1 = 400, C_1 = 300$ , sviluppando i calcoli sullo schema illustrato si ricava che il punto  $P$  giace su di una retta inclinata di  $30^\circ$  su  $AB$ , dalla parte di  $C$  ed alla distanza  $11/36$  da  $A$ .

trare l'attenzione su quei modelli che possano portare un contributo più teorico che reale allo sviluppo di questi studi.

Il Von Thünen ed il Weber cercarono, a distanza di tempo l'uno dall'altro, di portare un contributo teorico allo studio del problema; infatti assumendo come punto di partenza una distribuzione continua di possibili localizzazioni di attività produttive ed un numero definito di mercati per i quali la domanda globale di ciascun bene fosse nota, cercarono di individuare, per ogni mercato, l'estensione dell'area di rifornimento e la connessa struttura produttiva (8).

Il Launhardt, il Polander ed Hoover affrontarono invece il problema della scelta di una localizzazione ottima di produzione e della connessa determinazione dell'area di mercato in relazione al volume delle vendite associate a ciascuna localizzazione.

Il postulato comune dei tre Autori era quello di aver assunto una distribuzione continua dei consumatori nello spazio con una definita domanda di ogni bene ed un numero determinato di possibili localizzazioni di produzione.

Altri modelli studiarono il Lösch e l'Isard, il primo formulando un sistema di equazioni che schematizzavano le interdipendenze tra prezzi, domande dei beni e localizzazione delle attività produttive (9), il secondo basando la sua

(8) Il Von Thünen si riferiva essenzialmente al problema della distribuzione ottima delle culture agrarie per le quali, ipotizzando un unico mercato centrale con possibilità di trasporto in tutte le direzioni, poneva come obiettivo la massimizzazione della rendita fondiaria intesa in senso ricardiano.

Weber invece cercò di sviluppare una teoria razionale sul processo di sviluppo degli insediamenti produttivi nelle fasi di passaggio da una economia agricola ad una industriale, teoria semplificata e suscettibile di una verifica empirica.

(9) Il modello del Lösch rappresenta un contributo rilevante anche se poco realistico in quanto la sua analisi non considera funzioni di produzione ma solo funzioni di costo, mentre il prezzo del trasporto è dato anziché risultare dall'andamento del mercato e quello di ogni bene viene calcolato solo in funzione della sua domanda.

ricerca sul concetto di funzione di trasformazione spaziale definita dall'espressione seguente:

$$\varphi (y_1, \dots, y_k; m_a s_a, \dots, m_x s_x; x_{k+1}, \dots, x_n) = 0$$

dove le  $y$  rappresentano i fattori produttivi (escluso il trasporto, le  $x$  i prodotti finiti, ed i prodotti  $m_s$  i pesi di ciascun bene per le distanze del trasporto.

Tra tutti gli studiosi del problema il Lefebvre si è avvicinato maggiormente alla realtà del fenomeno formulando una teoria locazionale che, superando le limitazioni dei modelli precedenti, consente di integrare il fattore spazio nella teoria dell'equilibrio economico generale. Egli infatti assume l'esistenza di un numero definito di punti di possibile localizzazione sia delle attività produttive che dei mercati di consumo, col presupposto che ogni localizzazione è perfettamente divisibile e perciò può essere sede di un numero illimitato sia di attività produttive che di consumo (10).

Lo stesso Lefebvre, entrando più nel concreto della trattazione, ha elaborato un modello molto più ristretto di interdipendenza tra produzione e consumo nel quale, la perdita di generalità dell'analisi è compensata dalla possibilità di riportare il tutto ad un modello di programmazione lineare.

Koopmans e Beckmann invece, in parziale contrapposizione all'impostazione del Lefebvre — infatti si basavano sul presupposto della individualità delle localizzazioni potenziali di produzione e quindi sulla possibilità che ognuna potesse accogliere un solo impianto produttivo o di consumo —, hanno sviluppato un modello sulla matrice dei profitti nell'intento di conoscere il profitto di ciascun impianto in ogni possibile localizzazione. Il problema si riporta, attraverso una matrice di permutazione (11), a quel particolare schema di

(10) Ovviamente tale impostazione generale dovrà essere rivista nelle applicazioni pratiche con una impostazione secondo la quale ciascuna localizzazione può essere occupata solo da un numero limitato di sorgenti produttive, definito — volta a volta — in accordo con le esigenze urbanistiche.

(11) Si definisce tale una matrice in cui ciascuna riga e ciascuna colonna contengono solo un elemento pari all'unità e tutti gli altri uguali a zero.

programmazione lineare noto come il "problema dell'assegnazione" (12) e precisamente: definite della località e degli impianti cercare di rendere massimo il profitto totale degli stessi.

Tale modello, in via puramente teorica, potrebbe anche essere riportato alla particolare scelta delle localizzazioni in funzione dei costi del trasporto impostando la matrice tra le possibili ubicazioni ed i costi dei diversi modi di trasporto (canale, strada, ferrovia) espressi in percentuale dei costi totali di produzione, ma i vincoli che occorre imporre e la non rilevante portata dei risultati che si possono ottenere, al fine della effettiva scelta ubicazionale, sconsigliano tale applicazione (13).

Uno studio puramente teorico, con ipotesi molto semplificate che prende lo spunto dall'esame di funzioni di utilità collettiva, è stato sviluppato dal Lesourne nell'interesse economico dei grandi collegamenti fluviali — tipo Reno-Rodano — quali fattori di notevole importanza ai fini della ubicazione delle attività produttive.

Lo sviluppo della impostazione di Lesourne (14) si conclude nelle espressioni seguenti:

$$dU = \sum_{hu} dr_{hu} + \sum_u dI_u - \sum_u dE_u - \sum_{u,u'} dc_{iuu'}$$

dove

$$dU = \sum_{hu} dr_{hu} + \sum_{i,u'} dr_{iuu'}$$

in cui

$dr_{hu}$  = variazione di ricavo dell'impresa  $h$  a prezzi costanti;

(12) Ved. dello stesso Autore: *Sulla determinazione del parco autobus per una azienda di trasporto - Strade e Traffico* - 1965.

(13) Una indagine analitica col modello di assegnazione potrebbe avere un certo valore solo nel caso in cui il costo del trasporto rappresentasse una percentuale molto alta del costo totale del prodotto e potesse quindi condizionare la vendita su alcuni mercati.

(14) Il Lesourne infatti ipotizzava che in ogni possibile localizzazione esistesse un sistema di prezzi definito indipendente dalle quantità consumate e tale da garantire il pieno sfruttamento di tutte le risorse; inoltre supponeva che la ripartizione dei ricavi fosse già ottima all'avvio degli studi ubicazionali.

$dI_u$  = variazione di valore in  $u$  ed a prezzi costanti dei beni importati in  $u$ ;

$dE_u$  = variazione di valore in  $u$  ed a prezzi costanti dei beni esportati da  $u$ ;

$dc_{iuu'}$  = variazione delle spese in  $u$  a prezzi costanti dell'impresa che ha portato il bene  $i$  da  $u$  ad  $u'$ ;

$dr_{iuu'}$  = variazione del ricavo a prezzi costanti dell'impresa che ha portato il bene  $i$  da  $u$  a  $u'$  (15).

Tali formule permettono quindi di evidenziare il teorema enunciato dal Lesourne in base al quale la variazione di utilità collettiva in una trasformazione marginale relativa alla distribuzione geografica dei beni è data: dalla somma delle variazioni di ricavo a prezzo costante delle imprese di produzione; dalle variazioni di valore a prezzi costanti e per tutte le localizzazioni delle importazioni nette, dall'opposto delle variazioni di spesa a prezzi costanti delle imprese di trasporto, nonché dalla somma delle variazioni dei ricavi a prezzi costanti delle imprese di produzione e di commercio (16).

Applicando tale teorema allo studio dei collegamenti fluviali, la cui realizzazione comporta degli investimenti tali da costituire una vera e propria trasformazione strutturale proiettata in un periodo di tempo molto lungo e che modifica le localizzazioni degli individui e delle imprese, il Lesourne imposta un primo calcolo nel quadro di un modello di trasformazione marginale a localizzazioni definite ed arriva alla espressione:

$$dU = \sum_{hu} dr_{hu} + \sum_i dv_i + \sum_{uw} (dI_{uw} - dE_{uw}) + \sum_{uu'} (dI_{uu'} - dE_{uu'}) - \sum_{uu'} (dD_{uu'F} + dD_{uu'E})$$

nella quale  $dv_i$  rappresenta la variazione a prezzi costanti del valore delle risorse primarie supplementari utilizzate;

(15) Si suppone che questa impresa compri in  $u$  e venda in  $u'$ .

(16) Cioè quelle che acquistano in  $u$  e rivendono in  $u'$ .

$dI_{uu'}$  la variazione a prezzi costanti delle importazioni in  $u$  provenienti da  $u'$ ;

$dE_{uu'}$  la variazione a prezzi costanti delle esportazioni da  $u$  e destinazione ad  $u'$ ;

$dD_{uu'F}$  esprime la variazione a prezzi costanti delle spese di trasporto per ferrovia effettuate in  $u$  per i trasporti di beni da  $u$  ad  $u'$  (percorsi terminali compresi);

$dD_{uu'E}$  indica la variazione a prezzi costanti delle spese di trasporto per via d'acqua effettuate in  $u$  per trasporto di beni da  $u$  ad  $u'$  (17).

Naturalmente per poter sviluppare tale espressione il Lesourne deve effettuare ulteriori ipotesi in funzione della possibilità che il nuovo collegamento fluviale modifichi o meno il volume globale di traffico tra le zone interessate, oppure ne modifichi le origini o le destinazioni od addirittura le attività produttive delle stesse zone.

Pur riconoscendo la notevole teoricità dell'impostazione, ci sembra che il contributo del Lesourne agli studi di localizzazione sia tra i più significativi e meritevoli di ulteriori sviluppi che ne possano verificare una pratica applicabilità (18).

Nel caso si volesse tentare di applicare al problema locazionale la teoria del Reilly, benchè tale formula non rappresenti uno strumento esatto e sicuro, ma soltanto un procedimento di calcolo per cercare di risolvere approssimativamente il problema di tracciare i confini delle aree di mercato, e pur con le riserve derivanti dalla diversa impostazione concettuale dovuta al fatto che il Reilly si riferiva essenzialmente all'individuazione delle aree di attrazione di agglomerati urbani per la vendita

(17) Spese dei trasporti terminali, spese della compagnia di navigazione fluviale, spese del servizio delle vie navigabili.

(18) Su questo modello è stato infatti avviato dallo scrivente uno studio sulla convenienza del collegamento della zona Svizzera del Lago Maggiore col terminale di Acqui, in via d'acqua chiara.

di beni di consumo, la espressione fondamentale

$$\frac{V_a}{V_b} = \left(\frac{P_a}{P_b}\right)^N \cdot \left(\frac{D_b}{D_a}\right)^n$$

che metteva in relazione le vendite ( $V$ ) che le città  $a$  e  $b$  potevano rispettivamente attrarre da una località intermedia, con le popolazioni ( $P$ ) delle due suddette città e con le distanze ( $D$ ) delle stesse dalla località intermedia già citata, dovrebbe risultare modificata, per semplice sostituzione di parametri, come segue:

$$\frac{C_t}{C_c} = \left(\frac{Q_t}{Q_c}\right)^N \cdot \left(\frac{T_c}{T_t}\right)^n$$

dove

$C_t$  = costo di trasporto per via terra (19).

$C_c$  = costo del trasporto per via d'acqua interna (20).

$Q_t$  = quantità trasportata dalla città  $A$  alla città  $B$  per via terrestre.

$Q_c$  = quantità trasportata per via d'acqua interna.

$T_c$  = tempo impiegato per il trasporto su via d'acqua interna (21).

$T_t$  = tempo impiegato per il trasporto via terrestre.

Considerando il termine:

$$\left(\frac{T_c}{T_t}\right)^n$$

bisogna osservare che nel calcolo del parametro occorrerebbe almeno tener conto di due fattori interattivi quali: la frequenza delle spedizioni (22) e

(19) Naturalmente per la differente impostazione delle tariffe unitarie stradali e ferroviarie l'espressione suddetta dovrà essere applicata volta a volta alla ferrovia o alla strada.

(20) Tale costo è comprensivo anche di quello relativo ad una eventuale percorrenza stradale per raggiungere il canale.

(21) Per il tempo vale lo stesso ragionamento fatto per il costo.

(22) Infatti dovendo trasportare 1000 tonn. di merce alla città  $B$  che dista 1400 km dalla città  $A$ , ammesso di poter usufruire di un natante da 1350 tonn. di portata, viaggiante alla velocità di 14 km/h, l'indice di frequenza è 1, quindi,  $T_c = 100$ .

Nel caso del trasporto per via terra, ammessa una portata di 20 tonn. per veicolo occorrono 50 veicoli i quali, marciando ad una velocità commerciale di 40 km/h impiegherebbero un tempo complessivo  $T_c = 1750/h$ , in questo caso l'indice di frequenza è uguale a 50.

la possibilità ed i costi di immagazzinamento da parte dei pozzi di assorbimento.

Anche in questo caso, però, occorre risolvere la parte più delicata di tutta l'impostazione del Reilly e precisamente: la determinazione dei valori degli esponenti  $N$  e  $n$ .

Questi infatti dovrebbero essere individuati analizzando statisticamente una serie di dati sui costi di trasporto e sulle quantità trasportate attraverso le due vie. A nostro avviso i parametri assunti dal Reilly non sono estensibili al nostro problema in quanto, come già detto, siamo di fronte a situazioni e mercati completamente diversi; inoltre anche i parametri assunti da altri sperimentatori, che hanno tentato l'applicazione della stessa formula a problemi del tipo su esposto, si riferivano esclusivamente a confronti tra lo stesso modo di trasporto.

Ne consegue che quanto su esposto deve essere molto attentamente valutato ai fini della convenienza della formula del Reilly per una esatta interpretazione del fenomeno in oggetto, applicazione che a noi pare molto dubbia

Alberto Russo Frattasi

#### BIBLIOGRAFIA

- AMOROSO L., *Lezioni di economia matematica*, Zanichelli, Bologna 1921.
- REILLY W. J., *University of Texas Bulletin*, n. 2944, novembre 1929.
- REILLY W. J., *Market area for Shopping lines*, The Curtis Publishing Company, Philadelphia 1948.
- LAUNHARDT W., *Il fondamento matematico dell'economia politica*, trad. di T. BAGIOTTI, Padova 1954.
- ISARD W., *Location and Space-Economy*, Cambridge 1956.
- KOOPMANS, BEEKMANN, *Assignment Problems and the Location of Economic Activities*, Econometrica, Gennaio 1957.
- LEFEBRE L., *Allocation in Space*, Amsterdam 1958.
- SCHUMPETER I. S., *The History of Economic Analysis*, London 1954. (Traduzione italiana a cura di P. SYLOS LABINI, L. Occhionero Boringhieri 1959).
- DEL VISCOVO M., *La localizzazione delle attività economiche*, CEDAM, Padova 1961.
- LESOURNE J., *Le calcul économique*, Dunod 1964.

# Note sull'evoluzione degli aerodromi

MARIO MARRA esamina in una rapida panoramica il rapporto intercorrente fra gli Aeromobili e gli impianti fissi a terra. In particolare sviluppa le questioni tecniche concernenti le piste aeroportuali in rapporto all'evoluzione del mezzo aereo. Analizza le principali norme che regolano la progettazione Aeroportuale.

Il rapido superamento di primati, determinato dal miglioramento continuo delle caratteristiche degli aeromobili, dà un'idea della rapidità del progresso aeronautico e ne fornisce i punti di riferimento, ma non rispecchia l'ampiezza di questo progresso.

L'aviazione è un insieme funzionale, somma di elementi omogenei, interdipendenti, in cui il perfezionamento di uno esige il perfezionamento di tutti gli altri, e dato che i progressi tecnici che permettono un accrescimento dei rendimenti, della velocità, della sicurezza, trovano sollecita applicazione nel materiale di volo, seppure in forma conseguente, corrispondenti progressi dovranno trovare applicazione nelle infrastrutture che al materiale di volo sono destinate.

\*\*\*

L'annesso 14 della Convenzione dell'Aviazione Civile definisce un Aerodromo come « Area delimitata in terra o in acqua per l'arrivo, la partenza ed il movimento degli aeromobili ».

Questa definizione richiama il concetto dell'adattamento degli impianti al veicolo, del coordinamento dei servizi di assistenza operativa, tecnica, commerciale ai suoi movimenti, alle sue esigenze, al suo incontro con i passeggeri e le merci.

Ispirato al volo degli uccelli, il volo meccanico ha proceduto attraverso diversa soluzione tecnica. Basato sul moto relativo di superfici rispetto all'aria, inizia e termina con la corsa d'involo e d'atterramento.

Per le caratteristiche dei primi aeromobili, incerta architettura, modesto carico, bassa velocità di decollo ed atterramento, ben si prestarono ad essere percorse nel-

la corsa d'involo e nella manovra a terra le superfici pianeggianti e inerbite dei prati a forma poligonale con dimensioni maggiori nell'ordine dei 1000-1500 metri.

Ideale era considerata la forma circolare per la più ampia libertà che offre nella scelta della direzione di manovra in funzione della direzione dei venti. Dalla circolare, attraverso un criterio economico derivò l'ellittica che, l'asse minore orientato nella direzione dei venti di maggiore intensità, conserva caratteristiche operative pressochè costanti lungo ogni diametro.

La ricerca della forma di massimo rendimento tra capacità operativa e dimensioni di superficie venne effettuata, ricorrendo alla impostazione matematica del problema, in occasione degli studi di progetto dell'Aeroporto di Roma Magliana iniziato nel '37 per la Esposizione Universale di Roma del '42.



Fig. 1 - Il prototipo dello F.VII, con carrello a ruote di grande diametro, nel 1924 sulla pista di un aeroporto olandese.

La soluzione portò ad una curva trisobata del 4° ordine.

La prima linea regolare passeggeri iniziata nel '19 a cura della KLM sul percorso Amsterdam-Londra con un De Havilland DH-9, avente capacità di trasporto nell'abitacolo aperto, per un pi-

lota e due passeggeri, operò da aerodromi aventi le caratteristiche suddette.

Dopo 20 anni, agli albori della seconda guerra mondiale, l'aviazione civile, operante in ogni parte del mondo con aeromobili dal peso di 10-15 tonnellate a velocità di 250-300 km/h., malgrado che

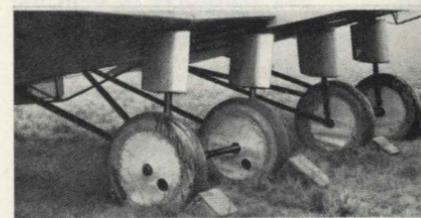


Fig. 2 - Carrello a ruote multiple del 1920.

la tecnica delle costruzioni aeronautiche si sforzasse mediante l'impiego di carrelli a ruote multiple, di ruote a grande diametro, di pneumatici a basse pressioni (si arrivò alla realizzazione di un carrello a cingolo) di mantenere l'operabilità su terreni inerbiti o costipati e malgrado che i tecnici aeroportuali si preoccupassero di migliorare la portanza di questi terreni mediante opera di drenaggio, studiato inerbimento, correzione, ecc., ci si rese conto che la pista era divenuta condizione assoluta di ogni possibile ulteriore potenziamento del mezzo aereo.

In Italia le prime piste furono realizzate nel periodo compreso fra le due guerre; le primissime per tentativi di records (il decollo del Savoia Marchetti SM-64 di Ferrarin e Del Prete per l'attraversata dell'Atlantico Sud, nel 1928 avviene dall'apposita pista inclinata dell'Aeroporto di Montecelio), le più recenti per usi militari e civili in terra, o in Mac-

Adam bitumato (Latina, Pisa, Catania, Reggio Emilia m. 1000x60).

L'immediato dopoguerra, per l'eredità di macchine e di esperienze portò la pista a elemento fondamentale dell'architettura degli aerodromi.

Dell'immediato dopoguerra è pure la Convenzione relativa all'Aviazione Civile sottoscritta alla conferenza di Chicago da 74 Stati e l'O.A.C.I. (\*), organismo permanente destinato a permettere in larga misura l'applicazione dei principi dettati dalla Convenzione stessa e incaricato, tra l'altro, di una missione tecnica di normalizzazione internazionale per lo sviluppo sicuro e ordinato dell'Aviazione Civile.

Standards internazionali e raccomandazioni relative alla suddetta normalizzazione sono codificati negli annessi alla Convenzione.

L'annesso 14 che riporta gli standards internazionali e le raccomandazioni relative alle caratteristiche fisiche degli aeroporti, ha costituito nelle successive evoluzioni, il testo guida di ogni realizzazione aeroportuale.

L'O.A.C.I. considera sette differenti classi di aerodromi in relazione alla lunghezza prescelta per la pista principale.:

## Classificazione degli aerei secondo l'O.A.C.I.

classe	Lungh. della pista princ.
A	2550 e più metri
B	2150 ÷ 2550 »
C	1800 ÷ 2150 »
D	1500 ÷ 1800 »
E	1280 ÷ 1500 »
F	1080 ÷ 1280 »
G	900 ÷ 1080 »

Per ciascuna di queste classi l'annesso 14 riporta standards internazionali e raccomandazioni inerenti a tutti quegli elementi che compongono il complesso aeroportuale. Si ritrovano norme e raccomandazioni relative alle su-

(\*) O.A.C.I. (International Civil Aviation Organization) Montreal - Canada.

perfici limite che debbono essere rispettate da ciascuna delle sette classi di Aerodromi; così pure fornisce suggerimenti per ciò che riguarda le dimensioni geometriche delle piste e delle piste di circolazione (larghezza, pendenza longitudinale e trasversale), i raggi di curvatura dei raccordi e la loro dislocazione lungo le piste, l'ampiezza e disposizione dei piazzali di sosta degli aeromobili, ecc.

\*\*\*

La prima generazione di aeromobili del dopoguerra arrivò da un peso di 60 tonnellate, con il Breguet a 2 posti, ma la media si mantenne sulle 30-40 tonnellate (DC-4 Hermes - Aegonaut - York) con velocità di crociera nell'ordine dei 300-350 km/h.

Nella generalità a carrello tricycle, erano in grado di sopportare nelle manovre a terra una elevata componente di vento al

traverso, ma quelli della passata generazione e parte dei residui bellici che costituirono, opportunamente adattati, la massa dell'aviazione commerciale dell'epoca, portarono a dover considerare la realizzazione di piste multiple fra di loro angolate in sostituzione della molteplicità delle direzioni di manovra esistente sugli aerodromi a prato di pianta poligonale.

L'annesso 14 raccomanda, nel capitolo destinato al numero e all'orientamento delle piste, che l'orientamento delle stesse sia tale da assicurare un'agibilità in tempo non inferiore al 95 % con componente al traverso inferiore a 36 km/h.

Disponendo di tre piste angolate tra di loro a 60° tale condizione viene raggiunta per venti fino a 72 km/h spiranti in ogni direzione, disponendo di 4 piste

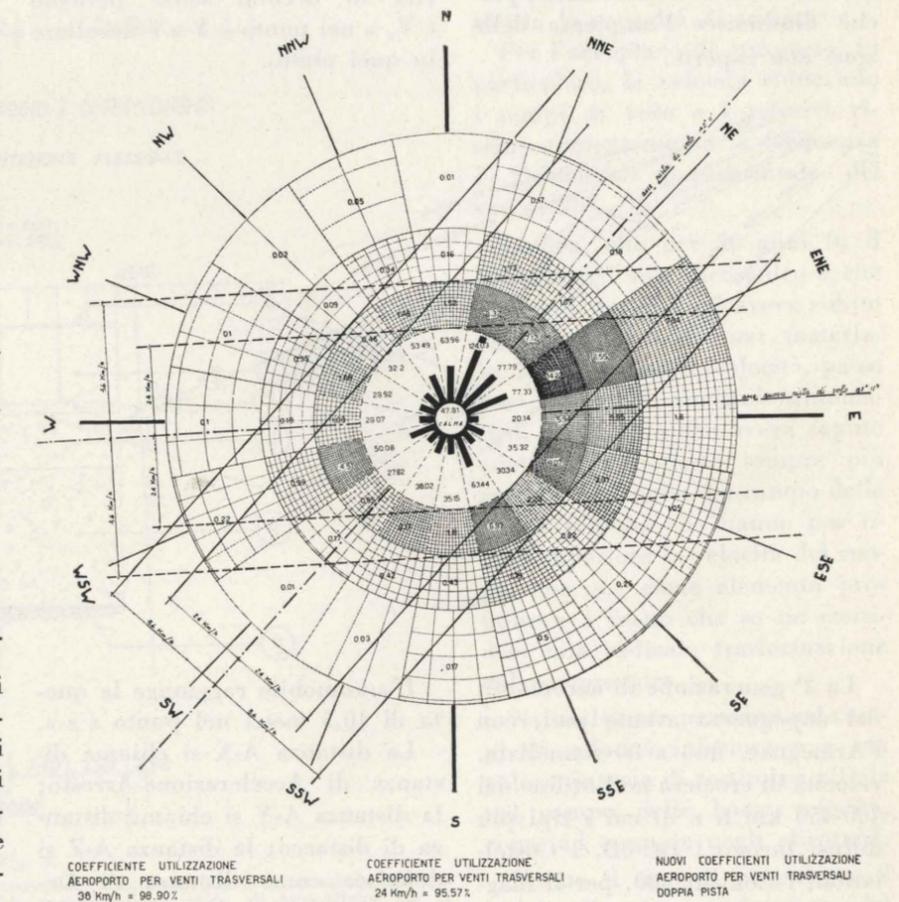


Fig. 3 - Diagramma anemometrico.

a 45° per venti fino a 100 km/h.

Nella fig. 3 è riportata una rosa dei venti divisa in 16 quadranti definiti dalle direzioni: N-S; NNE-SSW; NE-SW; ENE-WSW; E-W; ESE-WNW. La rosa dei venti è divisa da cerchi concentrici: su ciascun cerchio è riportato un valore della velocità del vento. I numeri contenuti in ciascun settore circolare compreso fra due circonferenze stanno ad indicare la percentuale di tempo in cui soffia il vento nella direzione e verso definite dal settore, con intensità variabile e compresa fra i due valori estremi segnati sulle circonferenze. Per esempio nella direzione N-S soffierà vento con intensità compresa tra 24 km/h e 36 km/h per un tempo pari al 3,32 % del tempo totale; l'1,52 % soffierà nel verso N-S, l'1,80 % nel verso S.N. Disponendo di due piste diversamente orientate (vedi figura), aumenta il coefficiente di utilizzazione, perchè diminuisce l'ampiezza delle zone non coperte.

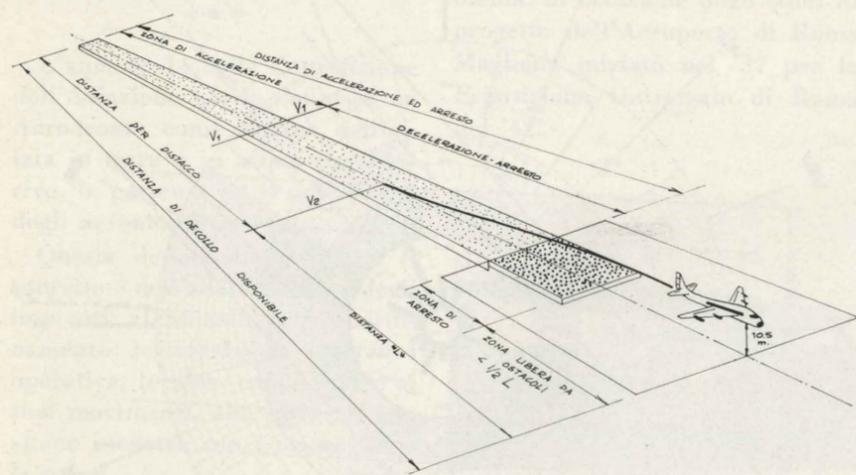


Fig. 4.

La 2ª generazione di aeromobili del dopoguerra avente pesi, con l'Armagnac, fino a 80 tonnellate, velocità di crociera nell'ordine dei 400-450 km/h e di cui i tipi più diffusi furono i DC-6B, i Constellation, i Convair 440, per il maggior carico alare, la più elevata funzionalità dei carrelli e la più

affinata architettura ebbe caratteristiche di maggior inerzia alla azione del vento nei movimenti a terra, ma sollevò nuovi problemi per le più severe esigenze di portanza (carico su ruota singola equivalente) e di lunghezza (distanza di accelerazione e arresto) delle piste.

Un esame minuto del procedimento di decollo conduce alla definizione di tre diverse distanze. Prendendo come illustrazione schematica il caso di aeromobile fermo all'estremo di entrata « A » della pista il pilota dà gas, l'aeromobile accelera e raggiunge la velocità critica  $V_1$  nel punto « C »; in questo momento si suppone che si produca un guasto improvviso e completo ad un motore. Il pilota allora potrà comportarsi nei due modi seguenti: frenare fino a quando l'aeromobile si ferma completamente nel punto « X », oppure continuare ad accelerare fino a quando raggiunge la velocità di decollo senza pericolo «  $V_2$  » nel punto « Y » e decollare in quel punto.

L'aeromobile raggiunge la quota di 10,5 metri nel punto « z ».

La distanza A-X si chiama distanza di Accelerazione-Arresto; la distanza A-Y si chiama distanza di distacco; la distanza A-Z si definisce come distanza di Decollo.

La zona di arresto si usa poche

volte pertanto si potrà costruire più economicamente delle rimanenti parti delle piste. Inoltre durante il decollo la zona libera da ostacoli sarà solo sorvolata e non dovrà sopportare il peso dell'aeromobile, di conseguenza l'unico vincolo a cui è soggetta è quello di essere libera da ostacoli.

Con la seconda generazione ha inizio nell'Aviazione Civile l'impiego della turbina.

La dinastia dei grandi aeromobili con motori alternativi, che finora incontrastata, aveva solcato i cieli di ogni continente e di tutti i mari è al suo apogeo: si chiama DC-7C, Supercostellation, Starliner, 70-80 tonnellate di peso, 500-550 km/h di velocità di crociera, potenze nell'ordine dei 12-14.000 HP, si chiama Wright Compound da 3500 HP con potenza specifica di 0,380 kg/HP.

Le esigenze di portanza e lunghezza delle piste crescono ancora. Sorte le prime nel '30 con lunghezze di 300 metri, si costruiscono 20 anni dopo, nel '50, di lunghezza decuplicata. Le macchine citate hanno in decollo a pieno carico, distanze di accelerazione e arresto sull'ordine dei 3000 metri e carichi per ruota singola equivalente nell'ordine delle 25 tonnellate.

La loro larghezza si è mantenuta al contrario, a valori pressochè costanti: 45-60 metri.

Nei primi tempi tale larghezza era ritenuta necessaria per contenere la traiettoria di corsa dell'aeromobile, facile per la sensibilità ai venti e il sistema del carrello a ruotino posteriore, a scostarsi dall'asse; dopo, per le maggiori dimensioni, per le accresciute velocità dei movimenti e per mantenere lontane dall'area di corse, pietre o altri oggetti che potessero arrecare danno all'aeromobile e in particolare alle gomme ed alle eliche.

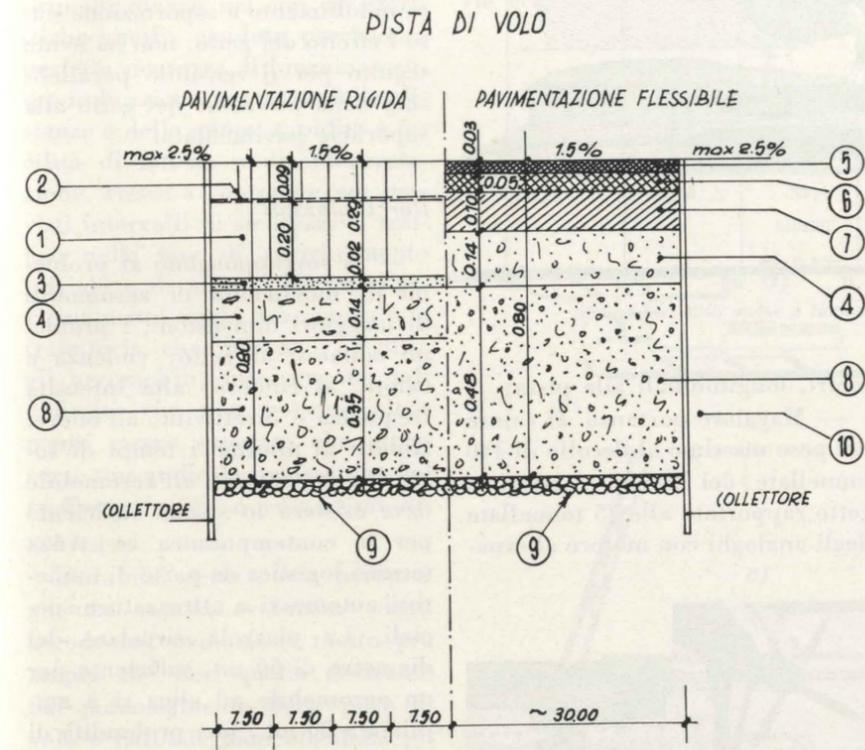
Per le pavimentazioni, dalle prime in terra consolidata o in Mac-Adam con trattamenti a penetrazione, si è passati ai tipi fles-

sibili in conglomerato bituminoso e rigidi in calcestruzzo (fig. 5).

Nelle piste moderne i due ultimi si sono alternati in ragione di problemi di costo, di fondazio-

ne, di carico, frequenza del traffico, tradizioni costruttive, ecc.

In Italia il tipo di pavimentazione più usato e consigliato dall'Aeronautica Militare, è quello



PISTE DI RULLAGGIO E DI RACCORDO

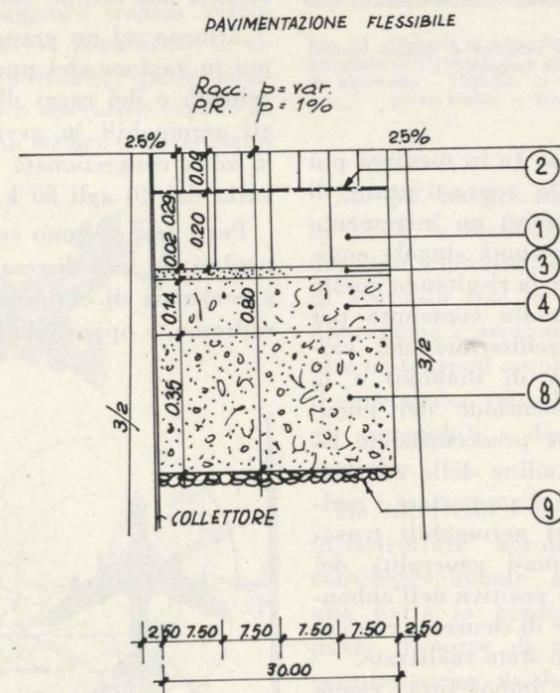


Fig. 5.

- (1) Lastroni in calcestruzzo vibrato - (2) Rete metallica (2 kg/m<sup>2</sup>) - (3) Strato di sabbia rullata - (4) Strato stabilizzato di terra-cemento per la pavimentazione rigida, di terra-bitume per la pavimentazione flessibile - (5) Manto di usura in conglomerato bituminoso chiuso - (6) Strato di collegamento in conglomerato bituminoso - (7) Strato di mac-adam penetrato - (8) Strato stabilizzato granulometricamente - (9) Sottofondo costipato - (10) Terra vegetale inerbita.

rigido in calcestruzzo per i piazzali, le piste di circolazione e per le testate delle piste di volo; il tipo flessibile in conglomerato bituminoso per le restanti zone delle piste di volo.

Dalla generazione dei turbo elica: Viscounts, Electra, Vanguard, Moschva, con pesi fino a 90 t. (Britannia) e velocità di crociera nell'ordine dei 600 km/h, non derivano problemi particolari agli aerodromi. I suoi aeromobili operano con regolarità sulle piste dei lunghi corrieri della generazione precedente. Per l'architettura aeroportuale invece, insorgono due fattori di cui in seguito i tecnici dovranno attivamente occuparsi: il soffio e il rumore delle turbine.

La velocità ha un grande valore dal punto di vista commerciale per propagandare un mezzo di trasporto. Essa rappresenta inoltre un vantaggio considerevole per l'esercente in quanto con l'acceleramento delle rotazioni aumenta la capacità di trasporto.

Per l'aeroplano da trasporto, in particolare, la velocità riducendo i tempi di volo e i relativi rischi, aumentandone la frequenza è l'elemento fondamentale del successo.

L'elica, che per 50 anni fu il simbolo del volo meccanico e che per tutti questi anni aveva subito un'evoluzione continua: materiale, forma, numero, velocità, passo fisso, variabile, variabile automatico, reversibile che aveva saputo adattarsi a potenze sempre più grandi, alle soglie del campo delle nuove velocità che hanno per limite superiore la velocità del suono, sparisce come elemento propulsore a meno che se ne consideri una radicale trasformazione nel compressore.

Naturalmente permane nei campi di velocità inferiore e a sua volta minaccia di sostituirsi all'ala nel campo delle basse velocità, come ad esempio negli elicotteri.

Fermo il tipo di propulsore il raggio di azione è funzione del tonnellaggio ed esiste un « opti-

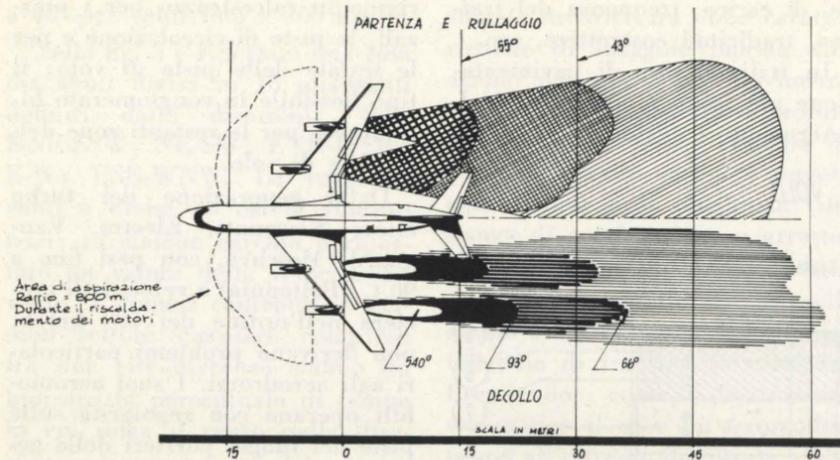


Fig. 6 - Area interessata al soffio dei reattori e valore delle temperature.

« optimum » di tonnellaggio per ciascuna gamma di raggio d'azione. È questo « optimum » che caratterizza il progresso.

Per i lunghi corrieri l'« optimum » è passato dalle 40 tonnellate della prima generazione del dopoguerra alle 75 dell'ultima generazione con motore alternativo e alle 145 della prima generazione dei getti subsonici.

Per gli aerodromi quest'evoluzione comporta:

#### Per le piste

— Maggiore lunghezza per l'aumento della distanza di accelerazione-arresto per il modesto rendimento delle turbine alle basse velocità e il valore della velocità critica al decollo;

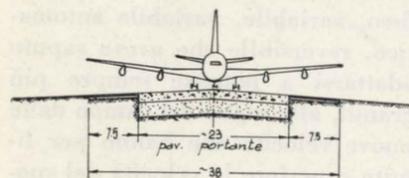


Fig. 7 - Pista di rullaggio. La pavimentazione portante interessa solo 23 metri centrali; lateralmente due strisce di pavimentazione flessibile di larghezza minima di 7,5 m.

— Maggiore larghezza per la posizione fortemente eccentrica, in alcuni tipi di motori, piazzati a poche decine di cm. dal suolo. La maggior larghezza nella generalità dei casi è realizzata con due bande a pavimentazione flessibile, di larghezza variabile da 7 a 15

metri, longitudinali alla pista;

— Maggiore portanza. Il valore del peso massimo al decollo di 140 tonnellate dei lunghi corrieri a getto rapportato alle 75 tonnellate degli analoghi con motore alterna-



Fig. 8 - Tandem semplice e doppio tandem (o boggie).

tivo ha portato (e in maniera più sentita per le sovrastrutture di maggior spessore) un incremento di carico per ruota singola equivalente. Tuttavia risultando questo incremento molto contenuto per la diversa architettura dei carrelli (tandem di diavolo) e la maggiore dimensione dei pneumatici, le vive preoccupazioni riguardo l'attitudine delle esistenti sovrastrutture a sopportare i carichi dei nuovi aeromobili trovano nella quasi generalità dei casi soluzione positiva nell'abbondante margine di sicurezza con cui le stesse erano state realizzate.

Particolare importanza venne invece ad assumere lo stato dello strato superficiale della pavimentazione per il grave pericolo cui sono sottoposte le turbine in ra-

gione della possibile aspirazione di oggetti e in particolare di materiali lapidei.

Per le pavimentazioni bituminose la preoccupazione di un loro rammollimento a asportazione sotto l'effetto del getto, non ha avuto seguito per il sensibile parallelismo della direzione del getto alla superficie pavimentata.

#### Per i piazzali

— Si sovrappongono ai problemi di movimento di aeromobili di maggiori dimensioni, i problemi connessi al getto: violenza e calore, al rumore: alta intensità, frequenza e direttività; all'odore. Ridotti al minimo i tempi di sosta a terra, attorno all'aeromobile deve esistere lo spazio sufficiente per la contemporanea assistenza tecnico-logistica da parte di numerosi automezzi e attrezzature speciali. La piazzola circolare del diametro di 50 mt. sufficiente per un aeromobile ad elica si è ampliata a 80 mt., una profondità di 90/100 mt., ritenuta finora sufficiente per i piazzali, deve ora prevedersi nell'ordine dei 200 metri.

Attorno ad un grande aerodromo in ragione del numero, della velocità e dei raggi di virata degli aeromobili in avvicinamento, la zona congestionata del traffico varia dai 10 agli 80 km.

Per i jets esistono esigenze particolari: la loro discesa, che inizia a centinaia di chilometri dall'aerodromo, è opportuno che non sia

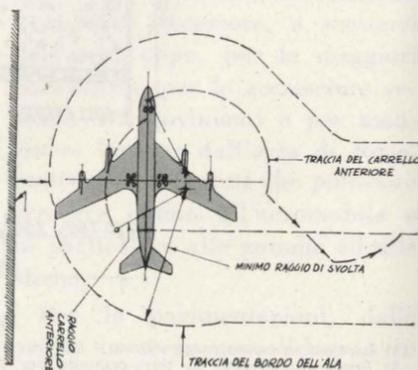


Fig. 9 - Manovra di un moderno aeromobile in entrata e uscita dal piazzale di sosta.

interrotta, i proibiti consumi alle basse quote ne limitano le possibilità di attesa. Una ben studiata preordinazione, un complesso sistema di radio-aiuti basati su principi diversi ma con caratteristiche simili: assoluta precisione, perfetta sicurezza di funzionamento, indicazione rigorosa delle distanze e delle quote, rapidità e facilità di lettura e di interpretazione, riesce a contenere nei previsti intervalli di sicurezza il traffico nella fase di avvicinamento iniziale e di attesa, ma per l'avvicinamento finale dove unica è la traiettoria che debbono eseguire gli aeromobili, intervengono tali difficoltà che non possono altrimenti essere superate che attraverso una radicale separazione del traffico su piste o aerodromi diversi.

L'era del getto porta pertanto ad una rapida evoluzione degli aerodromi, evoluzione molto più ampia che non quella derivante dal potenziamento delle piste di volo e dall'adeguamento delle piste di circolazione e dei piazzali.

Per i grandi centri dove converge il maggiore traffico aereo, all'aeroporto si sostituisce il sistema aeroportuale, quale complesso tecnico operativo capace di accogliere un traffico differenziato,

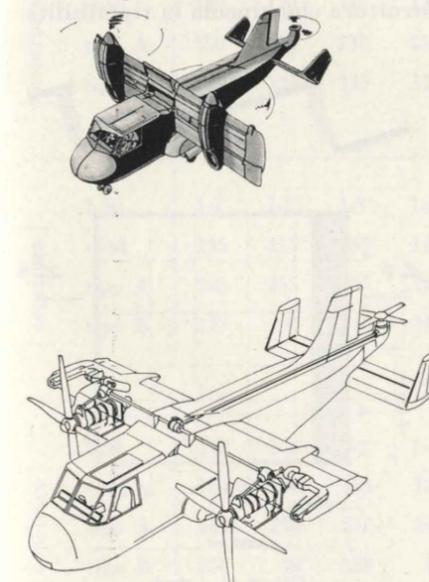


Fig. 10 - Sistema di propulsione del Canadair CL-84 per decollo verticale.

articolato su uno o più aeroporti in ragione della potenzialità degli aeroporti esistenti, dell'entità del traffico dell'orografia della regione, delle disponibilità finanziarie ecc.

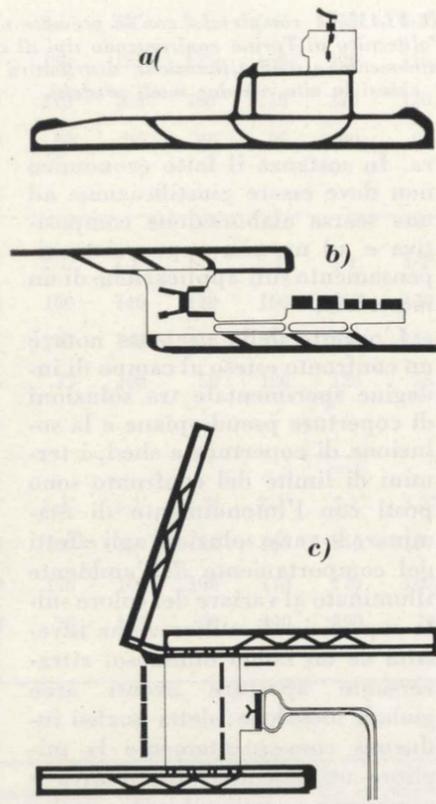


Fig. 11 - Schemi di aeroporti: a) a una pista, aeroporto di Oakland; b) a due piste, aeroporto di Maiquetia - Caracas; c) a tre piste, aeroporto Dulles - Washington.

Ma già, mentre sta per entrare in linea la seconda generazione dei getti subsonici, il supersonico in avanzata fase di realizzazione dimensiona i programmi delle future costruzioni aeroportuali e con il supersonico tutta la gamma degli aeromobili a decollo corto o verticale.

Da tutto ciò il problema delle infrastrutture aeroportuali esce considerevolmente ampliato. Da una parte la preoccupazione di dover disporre di aeroporti con caratteristiche fisiche più spinte delle attuali, dall'altra la possibilità di aeroporti con caratteristiche più modeste e quindi di costo sopportabile.

La necessità di un orizzonte libero da ostacoli, le dimensioni di superficie, e l'intensità dei rumori spingono i primi sempre più lontani dai grandi centri urbani, la loro funzione si amplia a intere regioni e nazioni.

La distanza dei grandi centri è sopportabile in rapporto alla lunghezza delle rotte che servono.

Per i secondi, le modeste servitù di ostacolo, di dimensioni e di rumore agevolano la loro vicinanza ai centri urbani commerciali e industriali.

Destinati ai collegamenti a breve raggio tra centro e centro, tra centro e gli aeroporti maggiori, la vicinanza ai centri stessi è condizione essenziale.

In posizione intermedia, gli aeroporti, per i collegamenti a media distanza.

È pertanto, per gli aerodromi, l'attuale una fase caratterizzata da un vivace processo di specializzazione così come per le macchine che essi servono: i grandi aerodromi, terminali delle lunghe rotte intercontinentali servite dai getti supersonici e dai grandi subsonici, con piste fino a 5000 metri, situati in posizione baricentrica ai grandi centri, uno per ragioni geografiche di dieci-venti milioni di abitanti; gli aerodromi terminali di rotte continentali servite da getti subsonici e da aeromobili ad elica con pista sino a 3000 metri, vicini ai grandi centri che direttamente servono, uno per città-regioni di uno o due milioni di abitanti; gli aerodromi per collegamenti a breve raggio con piste nell'ordine dei 600-1200 metri siti nelle immediate vicinanze o nell'interno delle aree urbane o industriali, con le stesse dimensioni in un unico piano di insieme.

Mario Marra

Politecnico di Torino - Costruzioni strade, ferrovie, aeroporti.

# Lo SHED e la copertura pseudo-piana pretesto di confronto sperimentale tra valori cromatici, in luce naturale, per un ambiente pilota

GIACOMO DONATO e FRANCO FIAMMA completano con la presente nota una ricerca svolta nell'Istituto di Architettura Tecnica del Politecnico di Torino confrontando tipi di coperture pseudo-piane e coperture a shed agli effetti dell'illuminamento e dell'utilizzazione distributiva e compositiva degli ambienti chiusi in alto nei due modi predetti.

L'architettura degli edifici destinati alle industrie va sempre più sviluppandosi e qualificandosi; la necessità prima, della creazione di un tetto per ospitare al coperto una serie di atti di lavoro, una scena operativa efficiente, ha condotto nel tempo a specificare oltre i percorsi delle zone di attività, all'individuazione delle piste di scorrimento ed alle catene di montaggio e lavorazione, ad una naturale formazione di pensiero sul modo più razionale di sfruttare lo spazio limitato dai vani.

Prescindendo dall'individuazione di una struttura portante che materializza il sostegno della copertura, l'aspetto del problema legato alla luce più idonea nelle zone di lavoro è tuttora pressante e preoccupante assillo per chi progetta uno stabilimento industriale ed ancor di più per chi lo gestisce.

Oggi l'architetto, sempre alla ricerca di nuove forme, deve naturalmente analizzare coscientemente l'aspetto economico; e l'optimum è da intendersi quello in cui con la minima spesa sia possibile fornire una qualificata architetture

In sostanza il fatto economico non deve essere giustificazione ad una scarsa elaborazione compositiva e ad un non appropriato ripensamento sull'applicazione di un materiale.

L'oggetto della presente nota è un confronto esteso al campo di indagine sperimentale tra soluzioni di coperture pseudo-piane e la soluzione di copertura a shed, i termini di limite del confronto sono posti con l'intendimento di esaminare le varie soluzioni agli effetti del comportamento dell'ambiente illuminato al variare del colore sulla superficie di utilizzazione investita da un fascio luminoso, attraversante aperture aventi aree globali identiche; detta analisi influenza conseguentemente la migliore utilizzazione distributiva e compositiva dell'ambiente prototipo; la copertura pseudo-piana alloggia una serie di cupole emisferiche traslucide e ne caratterizza con il ritmo di dislocazione un fatto compositivo di corteccia superficiale; la copertura a shed con il classico seghettamento dello spazio

esterno percorre anch'essa un cammino compositivo.

La luce naturale è l'elemento che conduce al confronto delle due soluzioni, ma è da tenere presente che lo sviluppo lineare del triangolo che genera lo shed costituisce una cubatura perduta rispetto alla soluzione pseudo-piana con cupole inserite, per cui in linea preliminare risulta quest'ultima preferenziale soluzione ai fini economici.

Ci pare opportuno prima di passare all'esame dei risultati dei rilevamenti nel modello, espressi nelle tabelle, porre in evidenza alcuni confronti formali tra i tipi in esame.

La soluzione di copertura pseudo-piana con cupole traslucide incorporate può al limite essere configurata come una lastra piana-celulare infinita a reticolo discontinuo, la soluzione di copertura a shed, sia trasversali che longitudinali, caratterizza il volume del complesso che l'adotta, con l'esaltazione di piani variamente inclinati in funzione del campo di struttura che vincola la ripetibilità

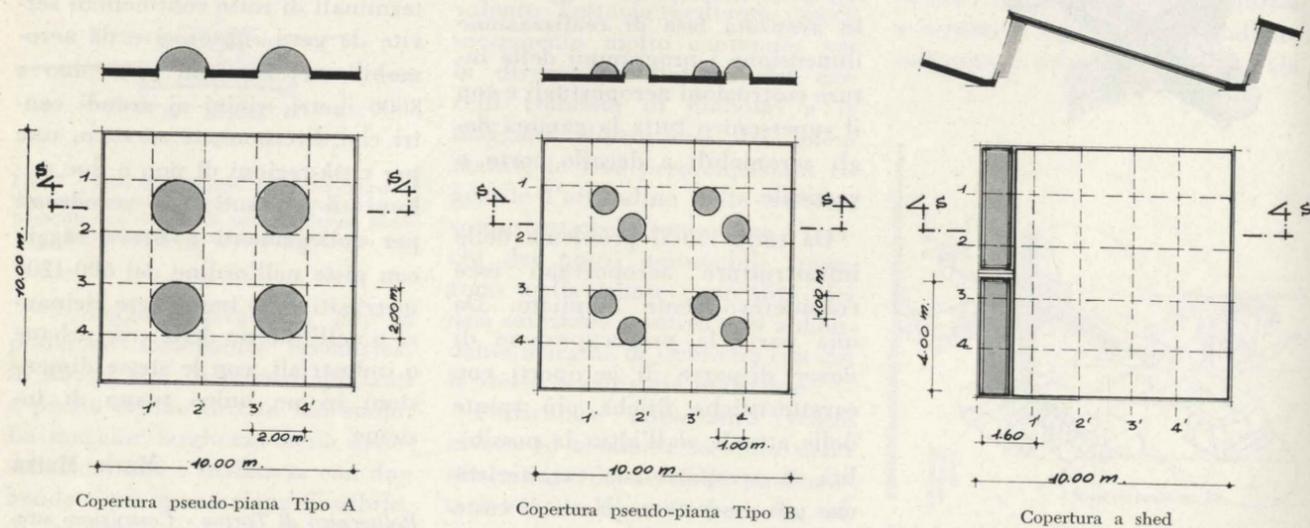


Fig. 1 - Caratteristiche geometriche dei modelli: 10.00 m. x 10.00 m. x 4.00 m.

TAB. 1 - Confronto dei valori dell'illuminazione alle diverse quote fra la copertura a shed e la copertura pseudo-piana con inserimento di lunotti emisferici del tipo A.B.

		colore pareti: ARANCIO								colore pavimento: VERDE									
		quota		stazioni di rilevamento															
copertura	0.50	1-1'	1-2'	1-3'	1-4'	2-1'	2-2'	2-3'	2-4'	3-1'	3-2'	3-3'	3-4'	4-1'	4-2'	4-3'	4-4'		
	shed	120	115	115	120	130	125	125	130	120	115	115	120	110	105	105	110		
tipo A	220	210	210	220	210	180	180	210	210	180	180	210	220	210	210	220			
tipo B	115	90	110	100	80	90	80	90	90	80	90	80	100	110	90	115			
copertura	1.50	1-1'	1-2'	1-3'	1-4'	2-1'	2-2'	2-3'	2-4'	3-1'	3-2'	3-3'	3-4'	4-1'	4-2'	4-3'	4-4'		
	shed	140	120	120	140	160	140	140	160	140	120	120	140	125	110	110	125		
tipo A	245	230	230	245	230	140	140	230	230	140	140	230	245	230	230	245			
tipo B	175	90	145	105	75	100	55	120	120	55	100	75	105	145	90	176			
copertura	2.50	1-1'	1-2'	1-3'	1-4'	2-1'	2-2'	2-3'	2-4'	3-1'	3-2'	3-3'	3-4'	4-1'	4-2'	4-3'	4-4'		
	shed	150	140	140	150	180	160	160	180	140	130	130	140	120	90	90	120		
tipo A	210	170	170	210	170	100	100	170	170	100	100	170	210	170	170	210			
tipo B	260	30	175	40	30	105	20	190	190	20	105	30	40	175	30	260			

TAB. 2 - Confronto dei valori dell'illuminazione alle diverse quote fra la copertura a shed e la copertura pseudo-piana con inserimento di lunotti emisferici del tipo A.B.

		colore pareti: ARANCIO								colore pavimento: GIALLO									
		quota		stazioni di rilevamento															
copertura	0.50	1-1'	1-2'	1-3'	1-4'	2-1'	2-2'	2-3'	2-4'	3-1'	3-2'	3-3'	3-4'	4-1'	4-2'	4-3'	4-4'		
	shed	130	140	140	130	145	150	150	145	140	140	140	140	130	130	130	130		
tipo A	250	230	230	250	230	205	205	230	230	205	205	230	250	230	230	250			
tipo B	140	125	115	115	100	120	95	110	110	95	120	100	115	115	125	140			
copertura	1.50	1-1'	1-2'	1-3'	1-4'	2-1'	2-2'	2-3'	2-4'	3-1'	3-2'	3-3'	3-4'	4-1'	4-2'	4-3'	4-4'		
	shed	145	155	155	145	160	170	170	160	160	145	145	160	155	130	130	155		
tipo A	290	255	255	290	255	180	180	255	255	180	180	255	290	255	255	290			
tipo B	170	95	140	115	85	115	65	130	130	65	115	85	115	140	95	170			
copertura	2.50	1-1'	1-2'	1-3'	1-4'	2-1'	2-2'	2-3'	2-4'	3-1'	3-2'	3-3'	3-4'	4-1'	4-2'	4-3'	4-4'		
	shed	160	160	160	160	190	190	190	190	155	160	160	155	140	125	125	140		
tipo A	245	210	210	245	210	135	135	210	210	135	135	210	245	210	210	245			
tipo B	250	40	220	50	35	130	40	180	180	40	130	35	50	220	40	250			

TAB. 3 - Confronto dei valori dell'illuminazione alle diverse quote fra la copertura a shed e la copertura pseudo-piana con inserimento di lunotti emisferici del tipo A.B.

		colore pareti: ARANCIO								colore pavimento: ARANCIO									
		quota		stazioni di rilevamento															
copertura	0.50	1-1'	1-2'	1-3'	1-4'	2-1'	2-2'	2-3'	2-4'	3-1'	3-2'	3-3'	3-4'	4-1'	4-2'	4-3'	4-4'		
	shed	135	130	130	135	150	140	140	150	150	130	130	150	140	120	120	140		
tipo A	215	210	210	215	210	185	185	210	210	185	185	210	215	210	210	215			
tipo B	110	110	105	105	90	100	80	100	100	80	100	90	105	105	110	110			
copertura	1.50	1-1'	1-2'	1-3'	1-4'	2-1'	2-2'	2-3'	2-4'	3-1'	3-2'	3-3'	3-4'	4-1'	4-2'	4-3'	4-4'		
	shed	150	150	150	150	180	160	160	180	165	140	140	165	150	120	120	150		
tipo A	260	250	250	260	250	170	170	250	250	170	170	250	260	250	250	260			
tipo B	170	85	170	115	85	125	75	120	120	75	125	85	115	170	85	170			
copertura	2.50	1-1'	1-2'	1-3'	1-4'	2-1'	2-2'	2-3'	2-4'	3-1'	3-2'	3-3'	3-4'	4-1'	4-2'	4-3'	4-4'		
	shed	140	150	150	140	190	175	175	190	160	145	145	160	125	110	110	125		
tipo A	190	185	185	190	185	135	135	185	185	135	135	185	190	185	185	190			
tipo B	270	40	250	40	60	160	30	195	195	30	160	60	40	250	40	270			

TAB. 4 - Confronto dei valori dell'illuminazione alle diverse quote fra la copertura a shed e la copertura pseudo-piana con inserimento di lunotti emisferici del tipo A.B.

		colore pareti: ARANCIO								colore pavimento: MARRONE									
		quota		stazioni di rilevamento															
copertura	0.50	1-1'	1-2'	1-3'	1-4'	2-1'	2-2'	2-3'	2-4'	3-1'	3-2'	3-3'	3-4'	4-1'	4-2'	4-3'	4-4'		
	shed	110	120	120	110	120	120	120	120	115	110	110	115	110	100	100	110		
tipo A	310	280	280	310	280	230	230	280	280	230	230	280	310	280	280	310			
tipo B	140	110	140	110	95	100	100	115	115	100	100	95	110	140	110	140			
copertura	1.50	1-1'	1-2'	1-3'	1-4'	2-1'	2-2'	2-3'	2-4'	3-1'	3-2'	3-3'	3-4'	4-1'	4-2'	4-3'	4-4'		
	shed	120	125	125	120	140	140	140	140	125	120	120	125	120	105	105	120		
tipo A	270	245	245	270	245	200	200	245	245	200	200	245	270	245	245	270			
tipo B	235	110	160	110	90	130	90	150	150	90	130	90	110	160	110	235			
copertura	2.50	1-1'	1-2'	1-3'	1-4'	2-1'	2-2'	2-3'	2-4'	3-1'	3-2'	3-3'	3-4'	4-1'	4-2'	4-3'	4-4'		
	shed	135	140	140	135	160	155	155	160	125	115	115	125	105	85	85	105		
tipo A	260	175	175	260	175	140	140	175	175	140	140	175	260	175	175	260			
tipo B	400	25	310	40	30	110	30	230	230	30	110	30	40	310	25	400			

TAB. 5 - Confronto dei valori dell'illuminazione alle diverse quote fra la copertura a shed e la copertura pseudo-piana con inserimento di lunotti emisferici del tipo A.B.

		colore pareti: ARANCIO								colore pavimento: GRIGIO									
		quota		stazioni di rilevamento															
copertura	0.50	1-1'	1-2'	1-3'	1-4'	2-1'	2-2'	2-3'	2-4'	3-1'	3-2'	3-3'	3-4'	4-1'	4-2'	4-3'	4-4'		
	shed	110	105	105	110	120	110	110	120	110	105	105	110	100	100	100	100		
tipo A	250	235	235	250	235	190	190	235	235	190	190	235	250	235	235	250			
tipo B	125	100	110	110	90	95	110	105	105	110	95	90	110	110	100	125			
copertura	1.50	1-1'	1-2'	1-3'	1-4'	2-1'	2-2'	2-3'	2-4'	3-1'	3-2'	3-3'	3-4'	4-1'	4-2'	4-3'	4-4'		
	shed	125	125	125	125	140	140	140	140	125	120	120	125	110	105	105	110		
tipo A	300	270	270	300	270	170	170	270	270	170	170	270	300	270	270	300			
tipo B	200	80	170	110	80	110	80	140	140	80	110	80	110	80	170	200			
copertura	2.50	1-1'	1-2'	1-3'	1-4'	2-1'	2-2'	2-3'	2-4'	3-1'	3-2'	3-3'	3-4'	4-1'	4-2'	4-3'	4-4'		
	shed	135	135	135	135	165	160	160	165	135	120	120	135	110	90	90	110		
tipo A	240	225	225	240	225	140	140	225	225	140	140	225	240	225	225	240			
tipo B	280	30	250	70	50	130	30	200	200	30	130	50	70	250	30	280			

del sistema. La soluzione pseudo-piana può considerarsi una lastra trattata con punzonature circolari a vario diametro con asportazione di materiale e sostituzione di questo con foglio trasparente trattato all'impronta a generare cupole di diametro opportuno in funzione della tecnologia del materiale impiegato; la soluzione a shed è assimilabile ad una struttura corrugata autoportante con alternanza di strisce traslucide ed elementi opachi: il manto di copertura.

La tendenza moderna dell'inserimento di cupole traslucide su orizzontamenti pseudo-piani, discende dall'uso continuato dell'elemento lucernario realizzato con ossatura metallica ed apposizione su questa di strisce vetrate; la scanditura dell'ordito metallico minuto era funzione della lastra di vetro da applicare e del suo reperimento sul mercato dell'oggetto edilizio.

La striscia traslucida dello shed, normalmente con orientamento a nord, realizzata con apposizione di vetro su telai metallici, è oggi sostituita in molti casi con l'applicazione di ondulux traslucido in varia gamma di tinte; quest'ultima applicazione si ritrova molto adot-

tata anche in pareti verticali di chiusura di edifici industriali in alternanza a soluzioni cortina opache.

La presente nota esamina il campo di applicabilità dello shed, stringendolo tra due soluzioni pseudo-piane con cupole traslucide inserite, soluzioni queste ultime già analizzate in precedenza in altra ricerca sistematica e di cui si è riferito in altra nota (sul n.ro 3, marzo 1965, della Rivista « Atti e Rassegna Tecnica », Torino).

Le esperienze sono state svolte nella Sezione dei Rilevamenti Ottico-prospettivi del Laboratorio dell'Istituto di Architettura Tecnica del Politecnico di Torino.

Le misurazioni sono state eseguite su n. 3 modelli aventi le stesse caratteristiche geometriche: uno con copertura a shed, gli altri due con coperture pseudo-piane con inseriti lunotti emisferici in differenti soluzioni di composizione (fig. 1).

Si è usata l'avvertenza di realizzare i modelli in modo da avere in tutti i casi in esame, per il passaggio della luce, la stessa superficie di mq. 12,56: la finestratura dello shed è stata realizzata con due aperture di circa m. 4,00 x m.

1,60, quella del tipo « A » e del tipo « B » rispettivamente con n. 4 fori del diametro di m. 2,00 e con n. 8 fori del diametro di m. 1,00.

L'operazione di rilevamento è stata eseguita alle tre quote: 0,50 - 1,50 - 2,50 di un reticolo sul quale erano state prefissate 16 stazioni di lettura con le stesse modalità di cui all'esperienza eseguita precedentemente dagli stessi A.A. ed illustrata nel predetto articolo.

I rilevamenti sono stati effettuati tenendo fissa la tinta delle pareti (arancio) e variando di volta in volta la tinta del pavimento (verde, giallo, arancio, marrone, grigio) si è giunti così ai dati riportati nelle tabelle n. 1-2-3-4-5.

Da queste si osserva innanzi tutto che alla quota 0,50 esiste una analogia di comportamento tra la soluzione a shed e la pseudo-piana del tipo « B »; ciò può giustificarsi con l'influenza della massima distanza tra la sorgente di luce e la superficie di utilizzazione, distanza che alle altre quote si accorcia ed accentua la diversa distribuzione tra i punti del reticolo non soggiacenti alle sorgenti di luce e quelli sottoposti al fascio diretto, per i quali punti è più risentita la variazione di illuminazione allor-

TAB. 6 -  $E_{max}$  = illuminamento massimo sulla superficie di utilizzazione -  $E_{min}/E_{max}$  = Fattore chiaro-scuro.  
 $E_{min}$  = illuminamento minimo sulla superficie di utilizzazione -  $E_{min}/E_{med}$  = Fattore medio-scuro.  
 $E_{med}$  = media di tutti gli illuminamenti misurati.

1	0.50						1.50					2.50				
	copertura	lux	$E_{max}$	$E_{min}$	$E_{med}$	$E_{min}/E_{max}$	$E_{min}/E_{med}$	$E_{max}$	$E_{min}$	$E_{med}$	$E_{min}/E_{max}$	$E_{min}/E_{med}$	$E_{max}$	$E_{min}$	$E_{med}$	$E_{min}/E_{max}$
shed	130	105	117	0.81	0.90	160	110	132	0.69	0.83	180	90	138	0.50	0.65	
	A	220	180	205	0.82	0.88	245	140	211	0.57	0.66	210	100	162	0.48	0.62
	B	115	80	94	0.69	0.85	175	55	108	0.31	0.51	260	20	106	0.07	0.18
pavimento VERDE																
2	0.50						1.50					2.50				
	copertura	lux	$E_{max}$	$E_{min}$	$E_{med}$	$E_{min}/E_{max}$	$E_{min}/E_{med}$	$E_{max}$	$E_{min}$	$E_{med}$	$E_{min}/E_{max}$	$E_{min}/E_{med}$	$E_{max}$	$E_{min}$	$E_{med}$	$E_{min}/E_{max}$
shed	150	130	138	0.87	0.94	170	130	152	0.76	0.85	190	125	160	0.66	0.78	
	A	250	205	228	0.82	0.90	290	180	245	0.62	0.73	245	135	200	0.55	0.67
	B	140	95	115	0.68	0.83	170	65	114	0.38	0.57	250	35	118	0.14	0.30
pavimento GIALLO																
3	0.50						1.50					2.50				
	copertura	lux	$E_{max}$	$E_{min}$	$E_{med}$	$E_{min}/E_{max}$	$E_{min}/E_{med}$	$E_{max}$	$E_{min}$	$E_{med}$	$E_{min}/E_{max}$	$E_{min}/E_{med}$	$E_{max}$	$E_{min}$	$E_{med}$	$E_{min}/E_{max}$
shed	150	120	137	0.80	0.78	180	120	151	0.67	0.80	190	110	149	0.58	0.74	
	A	215	185	205	0.86	0.90	260	170	232	0.65	0.73	190	135	182	0.71	0.74
	B	110	80	100	0.72	0.80	170	75	118	0.44	0.64	270	30	131	0.11	0.22
pavimento ARANCIO																
4	0.50						1.50					2.50				
	copertura	lux	$E_{max}$	$E_{min}$	$E_{med}$	$E_{min}/E_{max}$	$E_{min}/E_{med}$	$E_{max}$	$E_{min}$	$E_{med}$	$E_{min}/E_{max}$	$E_{min}/E_{med}$	$E_{max}$	$E_{min}$	$E_{med}$	$E_{min}/E_{max}$
shed	120	100	113	0.83	0.88	140	105	124	0.75	0.85	160	85	127	0.53	0.67	
	A	310	230	275	0.74	0.83	270	200	240	0.74	0.83	260	140	187	0.54	0.75
	B	140	95	114	0.67	0.83	235	90	134	0.38	0.67	400	25	146	0.06	0.17
pavimento MARRONE																
5	0.50						1.50					2.50				
	copertura	lux	$E_{max}$	$E_{min}$	$E_{med}$	$E_{min}/E_{max}$	$E_{min}/E_{med}$	$E_{max}$	$E_{min}$	$E_{med}$	$E_{min}/E_{max}$	$E_{min}/E_{med}$	$E_{max}$	$E_{min}$	$E_{med}$	$E_{min}/E_{max}$
shed	120	100	107	0.83	0.93	140	105	124	0.75	0.85	165	90	131	0.54	0.69	
	A	250	190	227	0.76	0.84	300	170	252	0.57	0.68	240	140	207	0.58	0.68
	B	125	90	105	0.72	0.86	200	80	121	0.40	0.66	280	30	130	0.11	0.23
pavimento GRIGIO																

chè, con il sole allo zenit, si abbiano perturbazioni atmosferiche (passaggio di nuvole).

Si osserva la maggiore uniformità di distribuzione nei vari punti dell'ambiente, alle diverse quote della soluzione « A » con valori ottimali medi in confronto alla soluzione a shed ed a quella del tipo « B »; da notare ancora che il va-

lore massimo dell'illuminamento si ha ai punti del reticolo 1-1' e 4-4', quota 2,50, del tipo « B », modello con pavimento grigio ed il minimo ai punti del reticolo 2-3' e 3-2', alle quote 2,50, dello stesso tipo di copertura con pavimento di color verde.

Nella tabella n. 6 si sono raccolti i fattori « chiaro-scuro » e « me-

dio-scuro » derivanti dagli illuminamenti massimi, minimi e medi in tutte le soluzioni prese in esame.

È risultato che il fattore « chiaro-scuro » massimo compare nella soluzione a shed alla quota 0,50 con pavimento in tinta gialla, seguito con scarto irrilevante dal valore ottenuto nella soluzione « A »

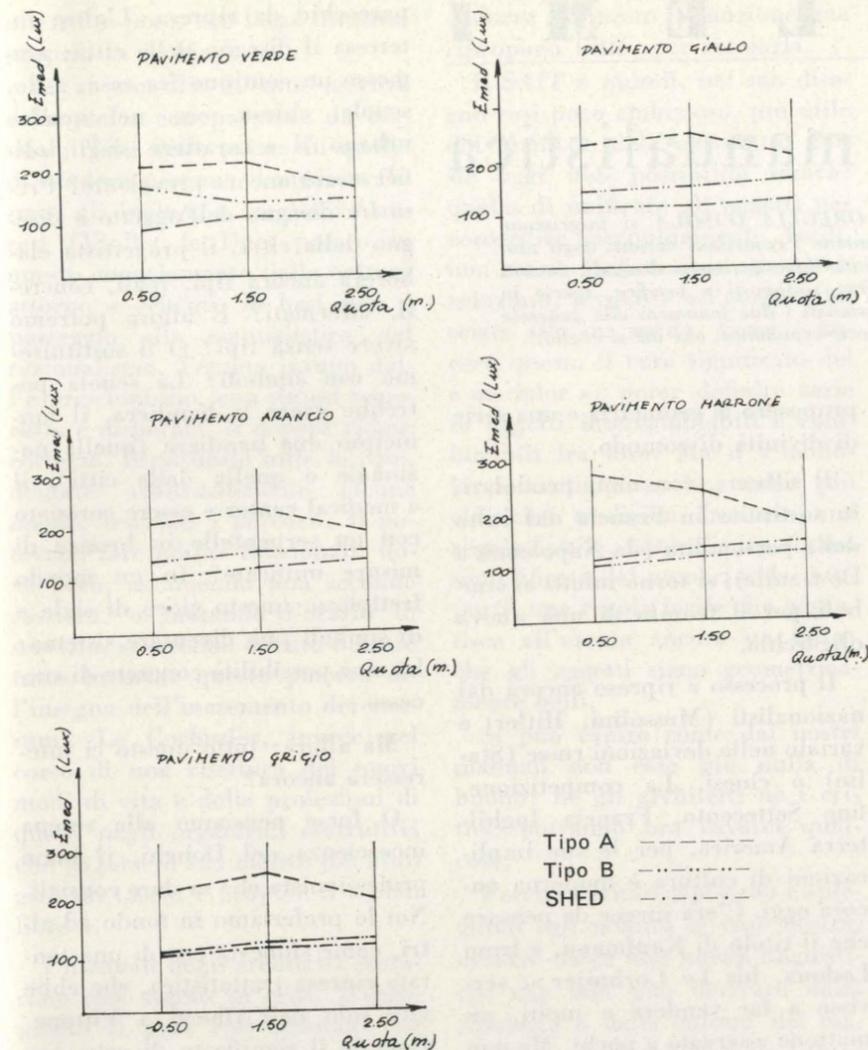


Fig. 2 - Valori medi dell'illuminamento alle diverse quote.

pseudo-piana alla stessa quota di rilevamento con pavimento in tinta arancio. Valori identici dello stesso fattore si hanno per la soluzione « A » con pavimento verde e giallo; il valore minimo del fattore « chiaro-scuro » si registra nella soluzione « B » pseudo-piana alla quota 2,50 con pavimento marrone e risulta analogo per la stessa soluzione ed alla stessa quota con pavimento in tinta verde.

Il fattore « medio-scuro » ha valore massimo per la soluzione a shed alla quota 0,50 con pavimento di colore giallo come nel precedente fattore esaminato, ma si discosta da questo nella soluzione che lo segue in valore assoluto: infatti pur rimanendo la soluzione a shed e la quota, il pavimento anziché avere colore arancio assume la colorazione grigia. Il valore mi-

nimo del fattore « medio scuro » si ritrova nella soluzione « B » a quota 2,50 con il pavimento marrone e verde analogamente al caso verificato per il fattore « chiaro-scuro ».

Dai grafici della figura 2 risulta che il valore medio dell'illuminamento a tutte le quote (ottenuto come media fra i 16 valori rilevati ad ogni singola quota) e per tutte le combinazioni di colore per quanto riguarda lo shed è sempre compreso fra i valori delle due soluzioni pseudo-piane ad eccezione del caso in cui è applicato il pavimento marrone; infatti in questa condizione i valori riscontrati nella soluzione a shed sono inferiori rispetto a quelli delle soluzioni piane « A » e « B » esaminate.

Risulta quindi dalle considerazioni precedentemente fatte a pro-

posito di un ambiente sperimentale e viste sotto l'aspetto dell'utilizzazione distributiva e compositiva di questo, che a parità di superficie illuminante la soluzione pseudo-piana del tipo « A » è preferibile allo shed, agli effetti dei valori riscontrati per i « fattori chiaro-scuro » e « medio-scuro » riportati nella tabella n. 6, mentre quest'ultimo in relazione agli stessi fattori risulta preferibile alla soluzione pseudo-piana del tipo « B ».

Comunque è da tenere presente che la luminosità degli ambienti con copertura a shed (illuminati quindi da luce indiretta) non è influenzata da eventuali ostacoli frapponendosi tra la fonte di luce e la superficie vetrata, come invece si verifica per gli ambienti illuminati tramite calotte traslucide in copertura — colpiti quindi da luce diretta zenitale —; per cui sarà necessario provvedere le cupole semisferiche di schermi o di filtri assorbitanti i raggi diretti financo orientabili con il cammino del sole.

Giacomo Donato  
Franco Fiamma

#### BIBLIOGRAFIA

- CAVALLARI-MURAT A., *Il colore in architettura*, « Atti e Rassegna Tecnica », Torino, giugno 1958.
- CAVALLARI-MURAT A., *Classificazione dei materiali e delle opere in base al concetto di « Individualità costruttiva »*, « Atti e Rassegna Tecnica », Torino, ottobre 1952.
- CAVALLARI-MURAT A., *Problemi attinenti alle classificazioni dei materiali da costruzione*, « Atti del Congresso di Metodologia », Torino, 17-20 dicembre 1952.
- WRIGHT W. D., *The Measurement of Colour*, London, Adam Hilger Ltd., 1944, Chapter 1.5.
- CHAUVEL P. - DOURGNON J., *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Batiment*, n. 67. « Abaques pour la détermination de la composante directe du facteur de lumière du jour par ciel uniforme et ciel moon et Spencer dans les cas de baies Horizontales sans Vitrage et avec vitrage ».
- CODEGONE C., *Problemi di illuminazione*, ed. Di Giorgio, Torino, 1950.
- DONATO G., *L'influenza delle tinte in luce naturale nell'architettura degli ambienti*, « Atti e Rassegna Tecnica », Torino, febbraio 1965.

## Tipologia e manualistica

*ROBERTO GABETTI e AMARO OREGLIA D'ISOLA si inseriscono nella polemica sulle tipologie: confrontano i contributi desunti dagli utopisti della fine dell'Ottocento, con la squallida ripetizione di modi, desunti dalla pratica professionale e raramente sottoposti a verifica, specie in Italia. Riferiscono, con accenni appassionati i due fenomeni alla generale presente arretratezza culturale (o socio-economica, che dir si voglia).*

Presenza ancestrale dei tipi: nei materiali (la pietra ricorda, il silenzio, la perennità, la saldezza, il legame alla tradizione), negli elementi (il camino, la fiamma, i patrii lari, l'intimità domestica) nelle forme degli edifici (il timpano, la dignità imperiale alla portata di tutti).

Un camino in pietra in una casa con timpano: sviluppo tipologico, garbatamente anglosassone, per la vita quotidiana di un ossian domestico.

Questo ci preme? o ci preme entrare in un rapporto continuamente nuovo con le cose, con gli oggetti, con le città; e fare entrare il più possibile loro, lui, lei, noi in questo dialogo fra le persone, in mezzo a cose vive?

Per raggiungere un fine così nuovo ci vuole però calma (forza, pensiero, amore). È più spiccio e « risolutivo » anche per i motivi che vedremo appresso, sostituire a tutto il Simbolo: totale astratto, immateriale: un simbolo tutto mentale, parascientifico.

Questa via l'hanno scelta dal Settecento (seconda metà) ad oggi, quei settori o quelle nazioni che nello sforzo competitivo della civiltà industriale, si sono trovati a carte sporche: quando non reggevano il confronto con altri settori o nazioni. Ledoux, per preparare il nuovo capitalismo (a parte qualche bel discorso dissonante dall'azione, secondo un rito del resto tipicamente moderno), fu il più geniale di tutti: al popolo, che esige il proprio, gli altri

proposero la geometria e una serie di divinità di comodo.

Il sistema, con moti pendolari, fu sostituito in Francia dal culto della personalità (da Napoleone a De Gaulle); si tornò infatti ai simboli per il trionfo di una nuova oligarchia.

Il processo è ripreso ancora dai nazionalisti (Mussolini, Hitler) e variato nelle deviazioni russe (Stalin) o cinesi. La competizione, fine Settecento, Francia Inghilterra America, per le sue implicazioni di cultura è moderna ancora oggi. C'era invece da pensare che il titolo di Kaufmann, « from Ledoux, bis Le Corbusier », servisse a far vendere a molti, un mattone riservato a pochi. Ma non è stato così: la fioritura di proposte edilizie assenti di ogni probabile tecnica, disegnati come eversione totale di ogni funzione umanamente accettabile, è la denuncia ricorrente di una tragica inattività; un invito a soffrire, nella visione di un miraggio.

Ancora nella sigla neoclassica, certi accordi più sereni, facevano riconoscere di dentro e di fuori i tipi degli edifici secondo un'antica tradizione di funzionalità che chiameremo vitruviana. Così che passando in una qualunque città la tipologia era riscontrabile dall'uomo comune; la stazione, la scuola, il municipio.

Oggi due correnti contrastano l'elaborazione di tipi. Una interessa gli oggetti per il nuovo styling: un incisore a nastro è simile ad un proiettore, ad un ap-

parecchio da ripresa. L'altra interessa il disegno della città: ammesso un continuo fra casa, asilo, scuola, chiesa, ecc. nel quadro urbano il « carattere degli edifici » sarà ancora prevalente? Presso fra disegno dell'oggetto e disegno della città, il progettista elaborerà ancora tipi, reali, concreti, affermati? E allora potremo vivere senza tipi? O li sostituiremo con simboli? La scuola potrebbe avere la bandiera, il municipio due bandiere (quella nazionale e quella della città), il « medical center » essere coronato con un serpentello in bronzo di misure unificate? In un mondo frettoloso, questo gioco di sigle e di simboli può diventare sistema: ha cioè possibilità concrete di successo.

Ma allora: tutto questo ci interesserà ancora?

O forse pensiamo alla serena incoscienza del Donghi, il buon professionista che sa dare consigli. Noi lo preferiamo in fondo ad altri, come sfuocata eco di una tentata ripresa trattatistica, che ebbe vita solo dall'Alberti a Vittone. Quando il significato di arte, era ancora pieno; quando per infinite e solo oggi amate implicazioni, gli idealisti non arricciavano ancora il naso.

La dicotomia ebbe inizio dalla rivoluzione industriale; nacque la nuova simbologia (Ledoux): la crisi si attuò pienamente nel primo Ottocento, quando Durand nella sua totale insipienza, poteva ridurre a poche nozioni una tradizione di cultura che si era proposta come modello la vita dell'uomo, e come mezzi tutti quelli disponibili per soddisfarne le esigenze (processo che sappiamo non facile). Per cui negli anni seguenti le riedizioni del Rondelet (questo « capitano delle affinità elettive », che dà fiducia al buon cliente borghese), e le rielaborazioni simboliste coprirono l'arco intero del sapere architettonico:

interrotte però, con larga frattura, proprio in « chiave ».

Ci si consolò di una assenza dalla storia con proposte da manuale. Una delle prime fu quella di rendere perenne il medioevalismo; gli inglesi, e meglio i francesi (Viollet le Duc) posero in questo congelamento della cultura attorno a schemi, le basi per il passaggio alla manualistica del razionalismo. Tentata invano dall'espressionismo, una sintesi temeraria e disperata, si doveva ridare certezza. Rimisurate tutte le cose, dedotte arbitrariamente alcune medie, tracciati i percorsi, si potevano fare edifici funzionali, dove però, assumendo una seconda cassiera, o mutando l'orario di servizio, si sarebbe dovuto buttare tutto in aria: questo piaceva all'insegna dell'incremento dei consumi. Le Corbusier, invece nel corso di una rilettura dei nuovi modi di vita e delle proiezioni di questi negli organismi costruttivi che (è forse il suo merito più alto) girò sui tacchi e propose il « plan libre ».

I manuali degli architetti entrano così subito in crisi. L'argomento ci pare così scontato che forse non interessa nemmeno più: poichè però ci potrebbe essere un disaccordo anche su questo è meglio insistere e domandare: esiste il tipo umano considerato dai manuali? Esiste una donna che pesa 60 kg., è alta 1,70, possiede tre reggipetti, e una pelliccia e passa con facilità, senza urtare in un vano largo 50 cm.? E siamo sicuri che questa donna sia uguale ai tropici o nella zona temperata? il fatto che essa sia gialla o negra non può interessare, i manuali sono tutti per i bianchi.

Occorre affermare che le misure, i percorsi, non definiscono la nostra realtà: una condizione umana, non ammette interpolazioni statistiche: qui ci aiutano, per fortuna i nuovi sociologi.

È quindi chiaro che alla misura occorre sostituire l'oggetto: e che questo va pensato come oggetto-limite. Per ricrearlo, non bisogna

dedurre da questo la funzione, ma riproporsi tutto, per ricrearla.

Il SAIT è quindi, nel suo disegno così poco ambizioso, più utile del Manuale dell'Architetto. Esiste oggi una possibilità nuova: quella di unificare gli oggetti per consentire accoppiamenti facili, una estesa (infinita) continuità di soluzioni, proposte all'uomo e lasciate alla sua scelta. Forse è ancora questo il vero significato del « modulator »: poter definire serie di oggetti intercambiabili e combinabili fra loro. Ma il « modulator » contiene anche, nella più classicista tradizione francese, una regola sottile, naturalistica sì, ma semplificata dai numeri e dai rapporti, una regola facile che garantisce all'utente ancora un fatto: che gli oggetti siano geometricamente belli.

Si può capire come dai nostri manuali non esce più nulla di buono: nè gli architetti nè i critici, potranno ora cavarci qualcosa.

Perchè i critici capiscano e spieghino agli uomini le cose nostre, occorre nasca una nuova linguistica; che non può derivare dalla tipologia o dalla cultura dei manuali, ma deve venire dalla lettura dei testi, cioè delle opere: come nella critica ai romanzi (per trasportare a concretezza, l'insulso paragone fra diverse arti, come quello: architettura-musica) si dovrà leggere la nuova proprietà delle opere architettoniche, salvi da preconcetti di stile. Se rinascesse oggi, infatti, presso i critici una nuova spinta stimolatrice, si riuscirebbe a ricreare il rapporto operatratato: Palladio-Barbaro? Fino al punto (vantato o criticato) in cui il critico, come l'editore, influirà sulla produzione degli architetti? Rimarrebbe ancora presente la dicotomia scienza e architettura. Rondelet e Ruskin (Ciri-bini? - Argan?). Ma l'interesse a trasporre nel campo architettonico modi, processi, impostazioni del tutto propri all'industria, e la corrispondente attenzione alle cose dell'industria, da parte del critico

puro, ci possono far pensare ad una sintesi vicina. La chiave di una sintesi qualsiasi è ancora però interna all'uomo: una nuova scienza dell'uomo deve collaborare in un radicale superamento. Le indicazioni della sociologia più attuale, suggeriscono una rivoluzione nel concetto di storia e di architettura finemente elaborato da una tradizione non molto vitale, talora anche insulsa.

Occorrerebbe cioè che la critica dell'architettura (in una accezione che comprenda quindi urbanistica e ingegneria) rinsaldi l'unità sciolta fra tecnica e arte; diventi critica del gusto: bisogna che questo processo venga attuato in chiave storica (secondo una accezione che comprenda quindi l'economia, la sociologia, le varie tipologie ecc.).

In questo mondo nuovo gli architetti avranno il loro lavoro: abbandonato l'onesto passatempo di essere ingegnosi inventori di tecniche, si accontenteranno di prenderle, di criticarle, di impiegarle, di volgerle ai loro veri destini: quelli per i quali sono state o avrebbero dovuto essere create. A utilità del genere umano.

A meno che non si preferisca ricondurre i giovani al manuale perfezionato da qualche UNI: e si voglia che le città sorgano secondo la tradizione classicista francese: dalla proibizione degli « encorbellements » (1607) fino alla proibizione « de toute irrégularité sur les facades » (1666). Questi furono infatti i modi adatti per attuare il processo « antichità come modello » imposto dalla nascente borghesia: che livellava « al di fuori » ogni eccesso, unificava le regole senza specificare le funzioni. Ancora oggi esistono nei regolamenti edilizi, nei piani particolareggiati ecc. molti modi per levigare i gusci: per evitare le eccezioni, per riportare ad una regola esterna ogni edificio, per unificare tutto ai fini del pubblico decoro.

Questa è una proposta di tipi, che tipologicamente rifiutiamo, perchè frutto della più scontata normativa dei manuali.

Roberto Gabetti - A. Oreglia d'Isola

# INFORMAZIONI

## Due ville piemontesi inedite

AUGUSTO PEDRINI, autore dell'utile ed ammirato libro sulle Ville Piemontesi (edito da Dagnino, 1965), continua a segnalarci documentazioni fotografiche corredate con notizie di prima mano sull'architettura locale. Qui presenta la Villa Beria in Gassino e la Villa dalle Cento Finestre in Casale Monferrato, la cui illustrazione non ha potuto entrare nel citato volume, ma che non sono meno interessanti di altre per l'indagine sullo sviluppo del barocco architettonico in Piemonte.

### Villa già Beria detta Bria Bussolino di Gassino (Torino)

Tra le molte ville che ebbi l'occasione di vedere e fotografare, parecchie dovetti scartare per soprannumero ed anche, a mio avviso, per non avere una adeguata importanza stilistica. Ciò nonostante, aderisco ben volentieri alle richieste di farle conoscere dal momento che ne ho il materiale fotografico e documentario.

L'epoca di questa costruzione e chi la ordinò, rimane tutt'ora nel mistero. I documenti del municipio di Gassino andarono dispersi e la mappa catastale del 1830, detta Radino, esistente presso l'archivio di Stato di Torino, è mancante dei relativi registri nominativi. Si conosce soltanto che questa villa prese il nome di Bria fin dalla sua origine.

L'avvocato Benedetto Maurizio Beria era nato a Torino il 7 luglio

1738 ed ivi deceduto il 30 dicembre 1794. Figlio tredicesimo di Carlo Franchino Beria e di Elisabetta Turbiglio da Sale (Canavesano). Sposò Maddalena Busca della Rocchetta (m. nel 1827), ebbero 17 figli.

L'avvocato Beria costituì una primogenitura acquistando il titolo di conte di Argentine (Savoia) e non della valle del Chisone, come più volte è stato asserito, infeudato il 7 settembre 1770, indi quello di Sale (San Colombano Belmonte nel Canavesano) nel 1779, feudo dei suoi avi.

Il Manno che traccia la genealogia della famiglia, riporta alcuni nomi dei discendenti laterali, ma privi di titoli nobiliari, annota che la linea finì col capitano di cavalleria Francesco Eugenio Beria, deceduto senza discendenti a Udine il 20 ottobre 1900. Conclude colla parola d'uso « estinti ».



Veduta di insieme della villa Beria detta Bria presso Gassino. Tutta a mattoni in vista con velature di calce con doppia gradinata.



Volta del salone di ricevimento al piano rialzato. Ornato da finte finestre contornate da stucchi naturali. Al centro grande pittura a soggetti mitologici e vari.

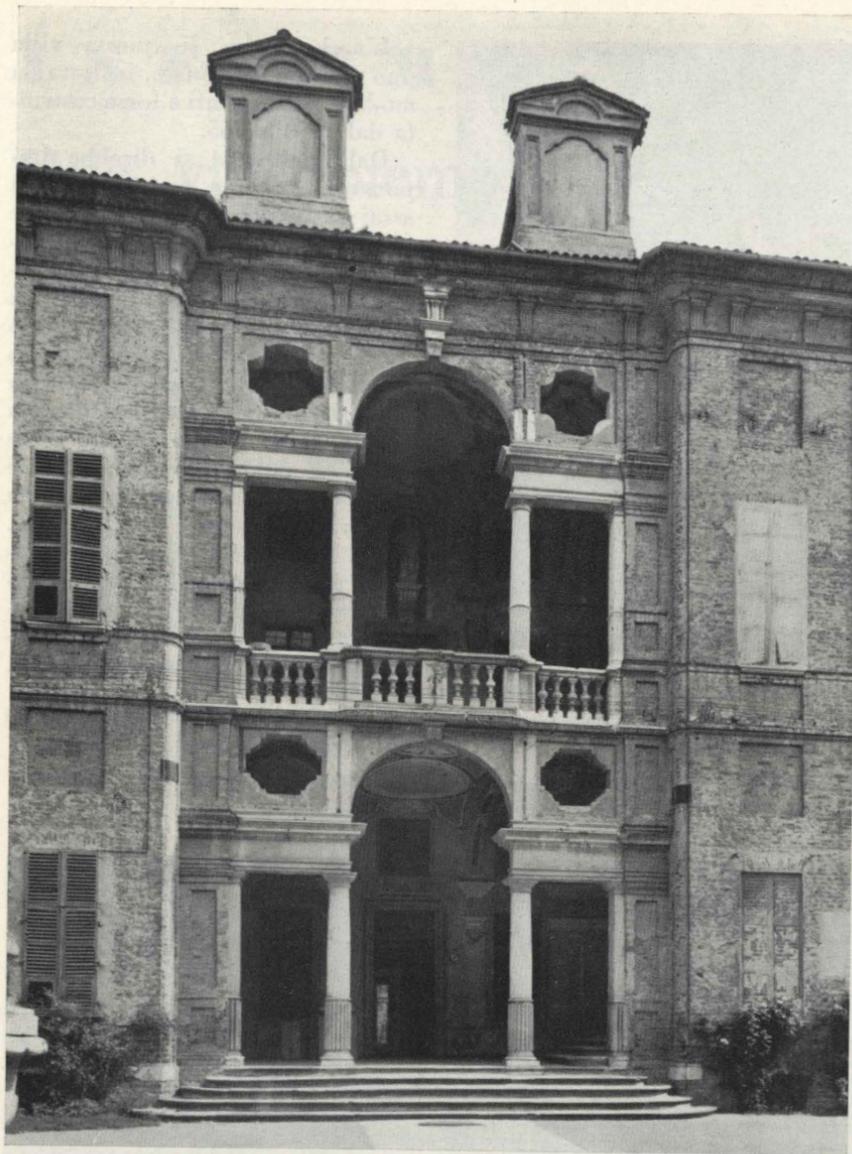
L'architettura di questa villa può definirsi regionale, ispirata da modelli preesistenti e forse costruita dal 1760 al '65.

Dall'apparenza si direbbe imponente, include molti ambienti assai vasti, decorati con stucchi e pitture di buona fattura. La cappella che è adiacente, poco conserva della sua struttura primitiva sebbene fosse ben decorata. Ciò che stupisce il visitatore è l'atrio il cui invito allo scalone, a forma di cariatide, sostiene una nicchia con busto di persona attualmente non ben definita, ma autorevole con parrucca settecentesca. Nella base vi è una sigla C E incrociate. Nella Palazzina di Caccia a Stupinigi, e precisamente nella biblioteca, vi sono uguali sigle o monogrammi, sappiamo che erano proprie del Re Carlo Emanuele III\*.

\* Vedere il Litta, presso la Biblioteca Reale di Torino.



Portale dell'ingresso principale della villa Beria o Bria presso Bussolino di Gassino.



Particolare della fronte della villa Beria.

Occorrerebbe l'intervento di uno storico o ricercatore nei depositi di archivio, ma questa è fatica non del tutto necessaria.

La proprietà doveva essere assai vasta, con boschi, giardini e terreni di cultura, l'avvocato Beria nel 1791 vi aveva istituito la Comenda dei Santi Benedetto e Maurizio, rendita concessa per decreto in favore della famiglia. Mancando l'aiuto delle mappe, non è possibile sapere la sorte di tanta proprietà durante l'occupazione Napoleonica (1795-1814).

Come ne era di uso, sarà passata a qualche provveditore dell'esercito francese, per compenso e prestazioni. Diversi si susseguirono i passaggi di proprietà. I Padri Maristi ne fecero l'acquisto nel 1910

e vi abitarono per più di 30 anni, poi si ritirarono nelle loro filiali in Piemonte. Per molti anni la villa e terre rimasero come abbandonate, durante l'ultima guerra servì da ospedale, poi passò ad un'azienda agricola ed ora è di nuovo in vendita, ridotta in precarie condizioni di conservazione.

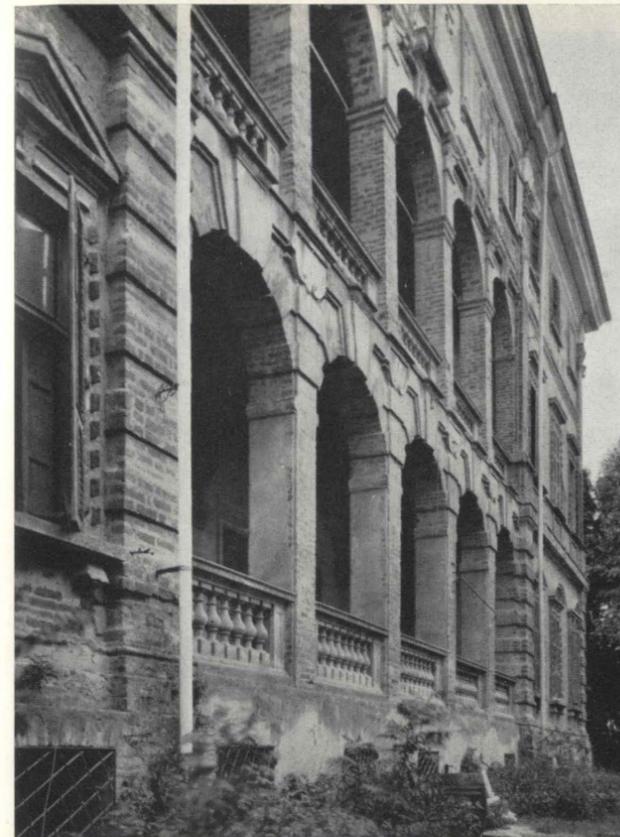
**Villa detta delle cento finestre.**  
**All'inizio dello stradone di Sant'Anna (Casale Monferrato)**

L'attuale denominazione è stata data dopo la vendita dei Lovera (1900). Prima ebbe il nome dei singoli proprietari, Ricci, Sannazzaro, Maistre ecc. La famiglia Ricci, che la fece costruire, ebbe ori-

gine da Borgo San Martino presso Alessandria. Risulta arricchita dal commercio delle telerie fin dal secolo XVI, industria in quel tempo molto redditizia. Il primo a diventare Casalese è stato Francesco Antonio Ricci, morto a Casale all'età di 70 anni nel 1648. Ebbe tre figli, il primo rimase sempre mercante di telerie morto nel 1671. Il secondo Bernardino assunse alti gradi, provveditore di Casale acquistò i feudi di Piovà, Cereseto e Castelvero (1673) col comitato, con facoltà di sostituzione al nipote Francesco Antonio. Sposò a Torino Angela Teresa del Conte Biandrate di Foglizzo. Morì nel 1695 senza prole.

Al terzo figlio, Fabio Federico, morto a Casale nel 1687, successe suo figlio Francesco Antonio erede dello zio Bernardino. Investito di Piovà, acquistò dal Regio Patrimonio, Cereseto col titolo di Marchese. Sposò Eleonora del Marchese Gerolamo Giacinto Della Rovere che dopo qualche anno morì. Passò a seconde nozze con Maria Maddalena del Conte Federico Calori. Ebbero un figlio, Fabio Federico, investito nel 1752, sposò nel 1748 Margherita Gabriella Asinari di Bernezzo, che morì all'età di 26 anni. Si risposò con Giulia del Marchese Stefano Del Carretto di Millesimo. Dalla loro unione ebbero per prima Adelaide che si maritò col Conte Giacomo Nemour, senza prole. La seconda figlia Eleonora sposò il Conte Giacinto Calori, anch'essa senza discendenti. Il terzo figlio Vincenzo Stanislao nato a Torino nel 1769, divenne decurione di Casale Monferrato, Gentiluomo di Camera (1827), conservò il titolo di Marchese di Cereseto ecc. Fece modificare con buon disegno il palazzo di piazza Santo Stefano a Casale Monferrato dall'architetto Sformiglia, lavori che iniziarono nel 1795 e finirono nel 1815. Morì celibe nel 1831. Pertanto si estingue il ramo primogenito.

La villa andò venduta al capitano Francesco Placido Maistre (ramo italiano del casato) del corpo Reale degli ingegneri che fissò la sua dimora a Casale, sposò Maria Roveretto di Rivanazzaro. Morì a Casale il 22 novembre 1814. Il figlio Giovanni ivi nato l'11 febbraio 1813 sposò Giuseppina Sannazzaro Natta di Giarole, ammessa



Villa delle Cento Finestre presso Casale Monferrato. Particolare dei loggiati e della fronte verso la città.

alla Corte nel 1886. Giovanni Maistre morì il 2 aprile 1876. Ebbero una figlia Giulia nata a Casale il 16 agosto 1835 che con Regio beneplacito ottenne l'assunzione del titolo di Contessa di Carras e Ca-



Particolare della fronte principale (a monte). È evidente che il vestibolo fosse a porticato aperto verso l'esterno come al primo piano. Un'ampia gradinata completava l'entrata sostituita da una scala rudimentale. Queste modifiche e chiusure sono state eseguite poco dopo il 1900.

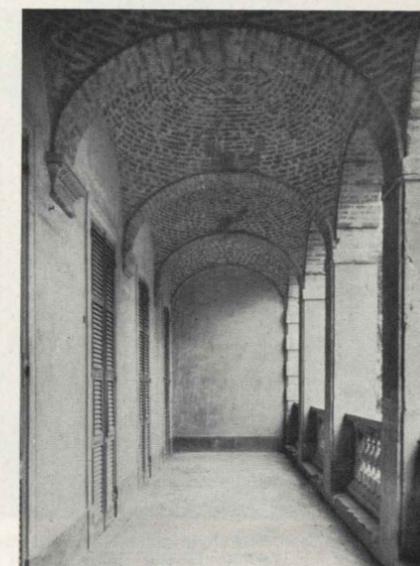
stelgrana (quello dei suoi avi). Sposò il 22 dicembre 1862 il cav. Giuseppe Lovera di Maria, vice ammiraglio della Marina italiana, ebbero quattro figli. Nel 1900 si trasferirono a Torino dove la Contessa Giulia spirò il 15 dicembre 1901. La grande tenuta e la villa dalle cento finestre (erano 105), passò per acquisto al cav. Negri che vi abitò per trenta anni arredando le sale con molti quadri di pregio e suppellettili (De Conti). Alla sua morte avvenuta nel 1930, gli successe una società immobiliare, alla quale subentrò il cav. Longoni. Finalmente (1955) passò ai fratelli Obermitto che si propongono di ripristinare la villa con opportuni restauri.

Questa villa, come molti palazzi e chiese di Casale, rimase salva dalle distruzioni dell'occupazione francese repubblicana. Ciò è dovuto al fatto che la città fu liberata prima di altri centri piemontesi. Lo storico Massara Previde scrive che Giacinto Magnocavalli, volle organizzare un governo provvisorio (in favore dei napoleonici) ecc. E segue: il 5 maggio 1799, presso Casale, successe un fatto



Fronte principale della villa rivolta verso monte. La sua costruzione è da attribuirsi a Bernardino Ricci primo Conte di Cereseto (inv. 1673). In origine comprendeva poco più della parte centrale.

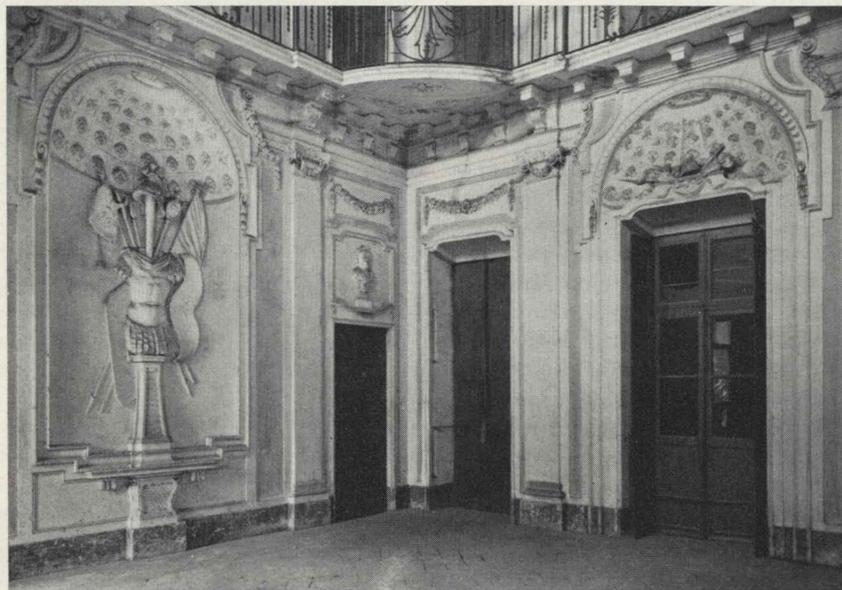
d'armi contrario ai francesi, l'undici fu bombardata la città dagli austro-russi, il 17 vi entrarono essendone fuggiti i francesi. La popolazione festeggiò la liberazione con pubblici festeggiamenti. Il



Loggiato al piano rialzato. I passaggi di sinistra danno a uno stretto vano all'occorrenza per l'orchestra e di invito al salone d'onore dal quale potevasi ammirare il paesaggio.



Salone centrale all'altezza del primo piano della villa delle Cento Finestre. Decorazioni in stucco che dalle pareti si sviluppano sulla curva della volta. Balconata con ringhiera in ferro battuto. Monogramma dei Ricci sormontato dalla corona marchionale.



Salone centrale o d'onore, al piano rialzato. Tutte le decorazioni sono in stucco naturale eseguite verso gli anni 1760-70. Diverse stanze laterali hanno le volte decorate in stucco con pitture di fondo, uguale epoca.

Manno aggiunge: Giacinto Magno-cavalli, rifiutò il giuramento di fedeltà alla Patria e se ne fuggì. Rimpatriato fu sostenuto in prigione nel castello di Vigevano, nelle carceri di Savigliano e nella cittadella di Torino. Morì a Casale il 6 agosto 1806.

Augusto Pedrini

#### BIBLIOGRAFIA

A. MANNO, *Il patriziato subalpino*, Biblioteca Reale, 1905.

MASSARA PERICLE PREVIDE, *Memorie su Casale Monferrato*, 5 volumi manoscritti, Biblioteca Reale, Torino. Metà sec. XIX.

*Archivio Catastale del Municipio di Casale Monferrato*.

*Archivio dei Conti de Maistre*, Borgo Cornalese, Villastellone.

DE CONTI, canonico, manoscritto sulle famiglie Casalesi presso l'ing. Tornielli di Casale.

Direttore responsabile: **AUGUSTO CAVALLARI-MURAT**

Autorizzazione Tribunale di Torino, n. 41 del 19 Giugno 1948

STAMPERIA ARTISTICA NAZIONALE - TORINO