

L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO QUINDICINALE

Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori.
È riservata la proprietà letteraria ed artistica delle relazioni, memorie e disegni pubblicati in questo Periodico.

IDRAULICA ED AERODINAMICA

DETERMINAZIONE DELLA SPINTA CHE UNA CORRENTE FLUIDA INDEFINITA ESERCITA SU DI UN PIANO OBLIQUO ALLA SUA DIREZIONE.

1. — La conoscenza della legge, secondo la quale la spinta prodotta da una corrente su di un piano varia al variare dell'angolo di incidenza, ha un notevole interesse, dipendendo da essa la soluzione di una quantità di problemi, che riguardano i motori a vento, la navigazione aerea, la teoria dell'elica e del timone, le opere di difesa sulle sponde dei fiumi, ecc., ecc.

Nondimeno i lavori teoratici e sperimentali, che sono stati fatti a questo riguardo, sono ben poca cosa.

Nell'interessante opera del signor Aristide Faccioli, *Sulla teoria del volo e della navigazione aerea*, edita da U. Hoepli nel 1895, l'autore, dopo aver passato in rivista le diverse formole teoratiche ed empiriche, che si riscontrano nei trattati e nei manuali, conclude che nessuna di esse si accorda neppure grossolanamente coi risultati sperimentali dei fenomeni da lui studiati.

Lasciando da parte le formole empiriche, nessuna delle quali ha ottenuta l'accettazione generale, quella che ordinariamente viene riportata nei trattati e nei manuali è:

$$P = K A v^2 \sin^2 \theta \quad (*)$$

nella quale A è l'area del piano, v la velocità della corrente, θ l'angolo di incidenza e K un coefficiente da determinarsi con l'esperienza.

Questa formola credesi dovuta a Newton, e le considerazioni teoratiche, dalla quale deriva, sono così esposte dal Venturoli nell'ottava edizione dell'*Idraulica*, 1863, p. 420:

« Fingasi che quando una corrente equabile urta un piano, tutte le file d'acqua che si trovano nell'indirittura del piano vadano successivamente ad incontrarlo, estinguendosi con quest'urto la loro velocità normale al piano stesso. Quanta è la forza perduta a ciascun istante dalle particelle fermate dal piano, tanta stimasi essere la forza dell'urto e conseguentemente la resistenza. Ben si vede che un tale concetto non può rigorosamente ammettersi, poichè con verrebbe supporre che le prime particelle, dopo toccato il piano, scomparissero per dar luogo alle seguenti di arri- varvi senza impaccio ».

Con gli splendidi lavori dell'Helmholtz nel campo della idrodinamica teoratica, si è aperta una nuova strada alla soluzione del problema, e nella *Meccanica* del Kirchhoff (terza edizione, pag. 307) troviamo risoluto il caso speciale concernente la determinazione della spinta esercitata da una corrente fluida indefinita su di un piano normale alla direzione del moto.

Quanto al problema della determinazione della spinta su di un piano obliquo, per quante indagini abbia fatto in proposito, non mi è riuscito trovare che da altri sia stato antecedentemente risolto.

(*) BRESSE, *Corso di meccanica applicata*, 2ª edizione, *Idraulica*, pag. 402.

COLLIGNON, *Corso di meccanica applicata*, 2ª edizione, *Idraulica*, pag. 388.

Manuale della Società La Hütte, par PHILIPPE HUGUÉNIN, pag. 221.

In generale, il fenomeno che si produce quando una corrente urta un piano, è talmente complesso che solo in alcuni casi e facendo uso di ipotesi semplificative si giunge a trattare per mezzo dell'analisi.

Abbiasi (fig. 58) una vena fluida orizzontale di sezione ω e di velocità media v , la quale incontri sotto l'angolo d'inci-

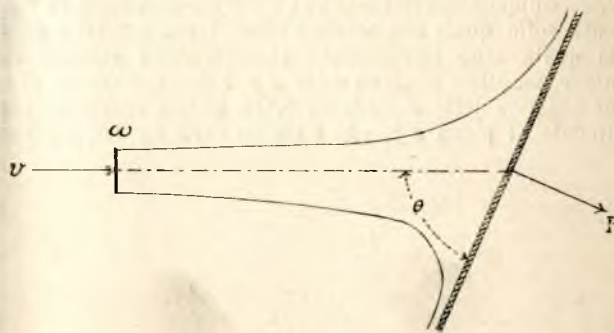


Fig. 58.

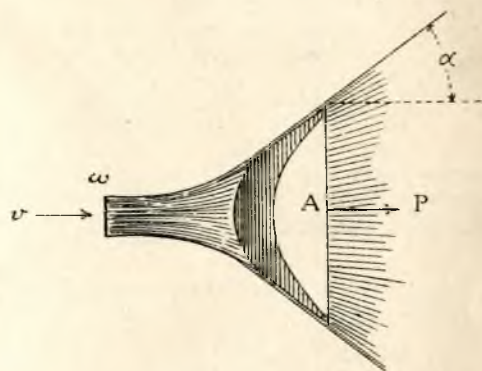


Fig. 59.

denza θ un piano verticale sufficientemente esteso, perchè i filetti, all'istante che l'abbandonano, possano considerarsi paralleli al piano; la pressione esercitata dalla vena in senso normale al piano è data notoriamente dalla formola:

$$P = \rho \omega v^2 \sin \theta \quad (*)$$

nella quale ρ rappresenta la densità del fluido che si considera.

Quando però la sezione della vena non è sufficientemente piccola di fronte all'area del piano urtato, i filetti abbandonano quest'ultimo non più in direzione tangenziale, quindi la predetta formola non è più applicabile.

Abbiasi, come è rappresentato nella figura 59, una vena diretta secondo l'asse del solido di rotazione A , e suppongasi

(*) A. FLAMANT, *Hydraulique* (Baudry, Paris, 1891), pag. 532.

che tutti i filetti abbandonino il corpo sotto un angolo medio α , la pressione esercitata dalla vena sul solido è:

$$P = \rho \omega v^2 (1 - \cos \alpha) \quad (*)$$

In generale, per la soluzione del problema è necessario conoscere l'andamento dei filetti idrici, o in altre parole, conoscere il campo che l'ostacolo produce nella corrente.

Solamente si può fare a meno di tale conoscenza nell'ipotesi, assolutamente inammissibile, che l'ostacolo non modifichi il campo. In tal caso, la spinta prodotta da un filetto elementare $d\omega$ è:

$$dP = \rho v^2 \sin \theta d\omega$$

Essendo $d\omega$ l'area del piano corrispondente a $d\omega$:

$$d\omega = dA \sin \theta \quad ; \quad dP = \rho v^2 \sin^2 \theta dA$$

Ed integrando per tutta l'area A :

$$P = \rho A v^2 \sin^2 \theta$$

che, facendo astrazione dal coefficiente sperimentale K , è la formola usuale di cui sopra abbiamo parlato.

*

2. — Supponiamo di avere una corrente indefinita in tutti i sensi, sulla quale non agisce alcuna forza, e tutti i punti della quale sono inizialmente animati dalla velocità costante v_0 parallela al piano delle xy e facente con la direzione negativa delle x l'angolo θ . In questa corrente, normalmente al piano xy , che è quello della fig. 60, poniamo

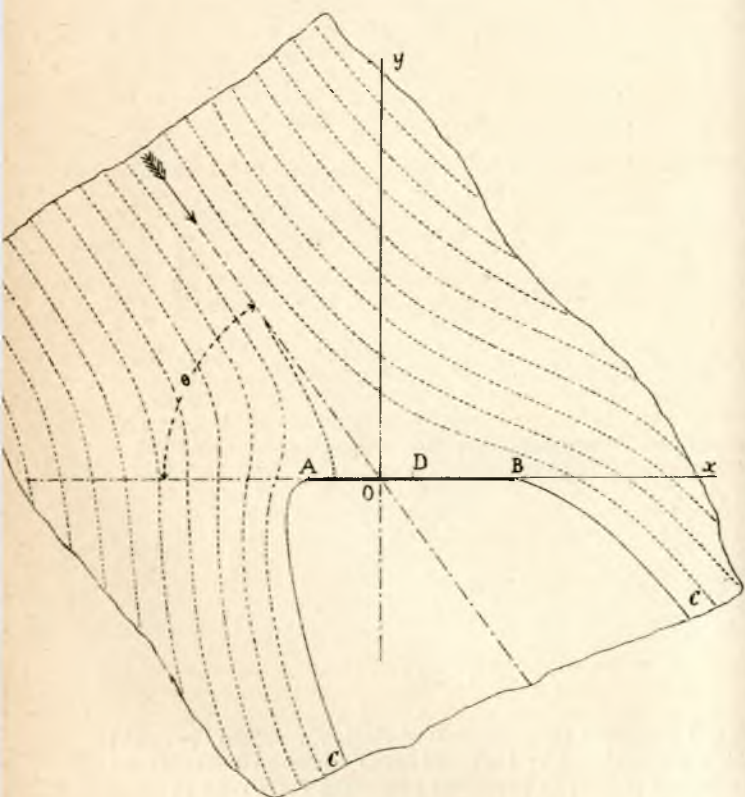


Fig. 60.

nel piano delle xz l'ostacolo AB , costituito da un piano infinitamente sottile di larghezza $AB = l$, ed indefinito nel senso delle z .

Fissiamo l'origine O delle coordinate nel centro di pressione dalla retta AB . La posizione di detto centro verrà determinata in seguito. Poniamo l'asse delle y normale ad x , diretto a monte della corrente.

Il campo fluido inizialmente uniforme viene modificato dall'ostacolo, ed i filetti precedentemente paralleli si dispongono come si vedono indicati con linee punteggiate nella fig. 60. Al di dietro dell'ostacolo, ossia nella regione $CABC$ il fluido è in quiete, nella restante parte del campo è in moto.

Per quanto sopra si è detto, il moto avviene parallelamente al piano delle xy , e può quindi essere rappresentato in funzione delle sole coordinate x ed y .

Detta v la velocità in un punto qualsiasi del campo, v_x , v_y le sue componenti secondo gli assi delle x e delle y e supposto il fluido incompressibile, l'equazione di continuità è:

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} = 0$$

Ammessa l'esistenza di un potenziale di velocità, ossia di una funzione ϕ di xy legata alla velocità dalle relazioni:

$$v_x = \frac{\partial \phi}{\partial x} \quad ; \quad v_y = \frac{\partial \phi}{\partial y}$$

per cui:

$$v^2 = \left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} \right)^2$$

si ha quale prima condizione del moto che esso debba soddisfare l'equazione di Laplace:

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} = 0$$

E' noto (*) che indicando con ω una funzione delle variabili x ed y l'equazione:

$$\frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} = 0 \quad (1)$$

è soddisfatta da una qualsivoglia funzione della quantità complessa $\zeta = x + iy$; vale a dire: l'integrale della (1), è:

$$\omega = f(\zeta)$$

E' noto anche che messa la funzione ω sotto la forma $\omega = \phi + i\psi$, in cui ϕ e ψ sono funzioni reali di x ed y , ciascuna di esse soddisfa l'equazione (1), si ha cioè:

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} = 0 \quad ; \quad \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = 0$$

Oltre a ciò, tra le funzioni ω , ϕ e ψ esistono le relazioni:

$$\frac{d\omega}{d\zeta} = \frac{\partial \phi}{\partial x} - i \frac{\partial \psi}{\partial y} \quad (2)$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial x} \cdot \frac{\partial \psi}{\partial x} + \frac{\partial \phi}{\partial y} \cdot \frac{\partial \psi}{\partial y} = 0$$

Quest'ultima relazione ci dice che le linee rappresentate dalle equazioni $\phi = \text{cost.}$, $\psi = \text{cost.}$, si intersecano normalmente.

Se ϕ è il potenziale di velocità, $\phi = \text{cost.}$ sono le linee di uguale potenziale, mentre $\psi = \text{cost.}$ sono le linee di flusso.

Per risolvere il problema bisogna trovare la forma della funzione f che ad esso si riferisce.

Per ragioni di chiarezza e di brevità, noi supporremo di aver trovato in un modo qualsiasi detta funzione, e quindi faremo vedere che essa soddisfa alle condizioni del problema.

Le condizioni che debbono essere soddisfatte sono l'equazione del potenziale od equazione di Laplace che, come si è detto, è sempre verificata, qualunque sia la forma della funzione f , e le condizioni ai limiti, le quali determinano la forma della funzione.

Le condizioni ai limiti sono:

1. Che all'infinito il campo sia costituito da filetti paralleli aventi tutti la stessa velocità costante v_0 ;
2. Che la superficie di contatto tra il fluido e il piano AB sia costituita da linee di flusso;
3. Che le superficie di contatto BC , AC tra il fluido in moto ed il fluido in quiete, siano formate da linee di flusso lungo le quali la velocità sia costante ed eguale a v_0 .

(*) J. WEISBACH, *Die Experimental Hydraulik* (Freiberg, 1855), pag. 232.

(*) G. KIRCHHOFF, *Vorlesungen über mathematische Physik. Mechanik* (Dritte Auflage), pag. 273 e seg.

La relazione che lega ω a ζ , ossia la funzione f , la quale, come mostreremo in seguito, soddisfa a tutte le condizioni volute, è la seguente:

$$\frac{d\zeta}{d\omega} = \frac{1}{v_0} \cdot \frac{1 + bz + k\sqrt{1-z^2}}{b+z} \quad (3)$$

nella quale:

$$(4) \quad z = \sqrt{\frac{\omega}{\sigma v_0}} - b; \quad k^2 = 1 - b^2$$

e dove, come abbiamo detto:

$$\omega = \phi + i\psi.$$

Dalla (4) si ha:

$$d\omega = 2\sigma v_0 (z + b) dz$$

e quindi dalla (3):

$$d\zeta = 2\sigma (1 + bz + k\sqrt{1-z^2}) dz$$

che integrata dà:

$$\frac{\zeta}{\sigma} = 2z + bz^2 + k\sqrt{1-z^2} + k\operatorname{sen}^{-1}z \quad (5)$$

dove

$$\operatorname{sen}^{-1}z = \operatorname{arc. sen} z.$$

Dalla (5) per la teoria delle quantità complesse si ottengono le equazioni:

$$\frac{x}{\sigma} = 2\lambda + b(\lambda^2 - \mu^2) + k\left[\lambda\sqrt{\frac{c_0 - a_0}{2}} + \mu\sqrt{\frac{c_0 + a_0}{2}}\right] + k\operatorname{sen}^{-1}u \quad (6)$$

$$\frac{y}{\sigma} = 2\mu + 2\lambda\mu + k\left[\mu\sqrt{\frac{c_0 + a_0}{2}} - \lambda\sqrt{\frac{c_0 - a_0}{2}}\right] + k\log(v + \sqrt{1+v^2}) \quad (7)$$

dove:

$$u = \sqrt{\frac{\lambda^2 + \mu^2 + 1}{2}} \pm \sqrt{\left(\frac{\lambda^2 + \mu^2 + 1}{2}\right)^2 - \lambda^2}$$

$$v = \sqrt{\frac{\mu^2 + \lambda^2 - 1}{2}} \pm \sqrt{\left(\frac{\mu^2 + \lambda^2 - 1}{2}\right)^2 + \mu^2}$$

$$c_0 = \sqrt{a_0^2 + b_0^2}; \quad a_0 = 1 - \lambda^2 + \mu^2; \quad b_0 = 2\lambda\mu$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{\sqrt{\phi^2 + \psi^2 + \phi}}{2\sigma v_0}} - b; \quad \mu = \sqrt{\frac{\sqrt{\phi^2 + \psi^2 - \phi}}{2\sigma v_0}}$$

Le equazioni (6) e (7) ci danno x ed y in funzione di ϕ e ψ e delle quantità costanti v_0 e b . Abbiamo già spiegato il significato di v_0 ; vedremo in seguito ciò che significano b e σ . Intanto, potendosi sempre dalle predette equazioni ottenere ϕ e ψ in funzione di x e y , possiamo dire che queste equazioni rappresentano completamente il campo delineato nella fig. 60.

Consideriamo la regione del campo infinitamente lontana dalla parte delle y positive.

Facciamo $\phi = -\phi_0$ e ϕ_0 infinitamente grande, abbiamo:

$$\lambda = -b; \quad \mu = \sqrt{\frac{\phi_0}{\sigma v_0}}; \quad a_0 = 1 - b^2 + \frac{c_0}{\sigma v_0} = \frac{\phi_0}{\sigma v_0}$$

$$b_0 = -2b\sqrt{\frac{\phi_0}{\sigma v_0}} = 0 \text{ di fronte a } \mu^2 \text{ e quindi ad } a_0$$

per cui:

$$c_0 = a_0; \quad \frac{c_0 + a_0}{2} = \frac{\phi_0}{\sigma v_0}; \quad \frac{c_0 - a_0}{2} = 0$$

$$\frac{x}{\sigma} = -2b + b^2 - b\frac{\phi_0}{\sigma v_0} - kb\sqrt{\frac{\phi_0}{\sigma v_0}} + k\operatorname{sen}^{-1}u$$

$$\frac{y}{\sigma} = 2\sqrt{\frac{\phi_0}{\sigma v_0}} - 2b\sqrt{\frac{\phi_0}{\sigma v_0}} + k\frac{\phi_0}{\sigma v_0} + k\log(v + \sqrt{1+v^2}).$$

E trascurando le grandezze di ordine inferiore di fronte a quelle di ordine superiore:

$$\frac{x}{\sigma} = -b\frac{\phi_0}{\sigma v_0}; \quad \frac{y}{\sigma} = k\frac{\phi_0}{\sigma v_0}$$

dalle quali:

$$\frac{y}{x} = -\frac{k}{b} = -\frac{\sqrt{1-b^2}}{b}.$$

Dunque nella regione del campo che si considera, tutte le linee di flusso sono parallele e fanno con la direzione negativa delle x un angolo la cui tangente è $\frac{\sqrt{1-b^2}}{b}$. Questo angolo l'abbiamo denominato θ ed il significato geometrico di b si desume dalla relazione:

$$\frac{\sqrt{1-b^2}}{b} = \operatorname{tang} \theta$$

dalla quale si ha immediatamente $b = \cos \theta$ e conseguentemente:

$$k = \sqrt{1-b^2} = \operatorname{sen} \theta.$$

Ponendo nelle formole (3) e (4) $\phi = -\phi_0$ e facendo ϕ_0 infinitamente grande, si ha:

$$z = i\sqrt{\frac{\phi_0}{\sigma v_0}} - b = i\sqrt{\frac{\phi_0}{\sigma v_0}}$$

$$\frac{d\zeta}{d\omega} = \frac{1}{v_0} \frac{1 + ib\sqrt{\frac{\phi_0}{\sigma v_0}} - k\sqrt{1 + \frac{\phi_0}{\sigma v_0}}}{i\sqrt{\frac{\phi_0}{\sigma v_0}}} = \frac{1}{v_0} (b + ik)$$

$$\frac{d\omega}{d\zeta} = \frac{v_0}{b + ik} = v_0 \frac{b - ik}{b^2 + k^2} = v_0 (b - ik).$$

Confrontando questa formola con l'equazione generale:

$$\frac{d\omega}{d\zeta} = \frac{\partial \phi}{\partial x} - i \frac{\partial \phi}{\partial y} \quad (2)$$

si ha:

$$\frac{\partial \phi}{\partial x} = v_0 b = v_0 \cos \theta$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial y} = -v_0 k = -v_0 \operatorname{sen} \theta.$$

Donde concludiamo, che nella regione del campo che si considera, i filetti sono percorsi con velocità costante v_0 .

Facciamo $\psi = 0$, e sia z compresa tra -1 e 1 . L'equazione (5) dà:

$$\frac{x}{\sigma} = 2z + bz^2 + k\sqrt{1-z^2} + k\operatorname{sen}^{-1}z \quad (8)$$

$$\frac{y}{\sigma} = 0.$$

Queste equazioni rappresentano un tratto dell'asse delle x . Sia x_1 il valore di x corrispondente a $z = 1$, x_2 il valore di x corrispondente a $z = -1$.

Dalla (8) si ottiene:

$$\frac{x_1}{\sigma} = 2 + b + k\frac{\pi}{2}$$

$$\frac{x_2}{\sigma} = -2 + b - k\frac{\pi}{2}$$

donde:

$$\frac{x_1 - x_2}{\sigma} = 4 + k\pi.$$

Volendo che i punti $z = 1$, $z = -1$ corrispondano agli estremi B ed A, dovremo porre:

$$l = x_1 - x_2 = \sigma (4 + k\pi)$$

da cui:

$$\sigma = \frac{l}{4 + k\pi}.$$

Si vede dunque che al segmento AB corrisponde una linea di flusso e precisamente la linea $\psi = 0$.

Facciamo ancora $\psi = 0$ e sia $z > 1$, si ha:

$$\lambda = \sqrt{\frac{\phi}{\sigma v_0}} - b = z: \quad u = 0$$

$$u = 1: \quad v = \sqrt{\lambda^2 - 1} = \sqrt{z^2 - 1}$$

$$a_0 = -(\lambda^2 - 1): \quad b_0 = 0: \quad c_0 = \lambda^2 - 1 = -a_0$$

$$\sqrt{\frac{c_0 + a_0}{2}} = 0: \quad \sqrt{\frac{c_0 - a_0}{2}} = \sqrt{\lambda^2 - 1} = \sqrt{z^2 - 1}$$

$$\frac{x}{\sigma} = 2z + bz^2 + k \frac{\pi}{2} \quad (9)$$

$$\frac{y}{\sigma} = -kz\sqrt{z^2 - 1} + k \log(z + \sqrt{z^2 - 1}). \quad (10)$$

Queste equazioni rappresentano il limite libero BC dalla parte delle x positive.

Il limite AC dalla parte delle x negative si ottiene dalle medesime, cambiando z in $-z$, osservando che il radicale cambia di segno e che $\log m = \int \frac{dm}{m}$ rimane inalterato

quando si cambia la grandezza qualsiasi m in $-m$.

Così facendo si ha:

$$\frac{x}{\sigma} = -2z + bz^2 - k \frac{\pi}{2} \quad (11)$$

$$\frac{y}{\sigma} = -kz\sqrt{z^2 - 1} + k \log(z + \sqrt{z^2 - 1}). \quad (12)$$

La direzione degli assintoti, tanto in un ramo che nell'altro, è data da:

$$\frac{y}{x} = -\frac{kz^2}{bz^2} = -\frac{k}{b} = -\tan \theta.$$

Eliminando la z tra le equazioni (9) (10) ovvero tra le (11) (12), si hanno le espressioni analitiche delle linee BC, AC.

L'inclinazione sull'asse delle x della tangente in un punto qualunque della curva BC si ottiene come segue:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\frac{dy}{dz}}{\frac{dx}{dz}}.$$

Dalle equazioni (9) (10) si ricava:

$$\frac{dx}{dz} = \sigma(2 + 2bz); \quad \frac{dy}{dz} = -2\sigma k\sqrt{z^2 - 1}$$

quindi:

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{k\sqrt{z^2 - 1}}{1 + bz}$$

per la curva AC si ha:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{k\sqrt{z^2 - 1}}{1 - bz}.$$

Queste espressioni divengono $= 0$ per $z = 1$ e $z = -1$; e divengono $= -\frac{k}{b} = -\tan \theta$ per $z = \infty$.

Le curve dunque si accordano alla retta AB nei punti B ed A e terminano all'infinito, dalla parte delle y negative, in rette, che fanno con l'asse delle x l'angolo θ .

Resta a provare che lungo le curve BC, AC la velocità è costante ed uguale a v_0 .

Riprendiamo la nota formola:

$$\frac{d\zeta}{d\omega} = \frac{1}{v_0} \cdot \frac{1 + bz + k\sqrt{1 - z^2}}{b + z} \quad (3)$$

dove

$$z = \sqrt{\frac{\phi}{\sigma v_0}} - b.$$

Quando z diviene > 1 , il radicale $\sqrt{1 - z^2}$ cambia di segno e diviene immaginario; si ha perciò:

$$\frac{d\zeta}{d\omega} = \frac{1}{v_0} \cdot \frac{1 + bz - ik\sqrt{z^2 - 1}}{b + z}$$

$$\frac{d\omega}{d\zeta} = v_0 \cdot \frac{b + z}{1 + bz - ik\sqrt{z^2 - 1}} =$$

$$= v_0 \cdot \frac{(b + z)(1 + bz + ik\sqrt{z^2 - 1})}{(1 + bz)^2 + k^2(z^2 - 1)}$$

e per essere $k^2 = 1 - b^2$:

$$(1 + bz)^2 + k^2(z^2 - 1) = (b + z)^2$$

quindi:

$$\frac{d\omega}{d\zeta} = v_0 \cdot \frac{1 + bz + ik\sqrt{z^2 - 1}}{b + z}.$$

Confrontando questa formola con:

$$\frac{d\omega}{d\zeta} = \frac{\partial \phi}{\partial x} - i \frac{\partial \phi}{\partial y} \quad (2)$$

si ha:

$$\frac{\partial \phi}{\partial x} = v_0 \cdot \frac{1 + bz}{b + z}; \quad \frac{\partial \phi}{\partial y} = -\frac{k\sqrt{z^2 - 1}}{b + z}$$

ed essendo come già si disse:

$$v^2 = \left(\frac{\partial \phi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial y}\right)^2$$

$$v^2 = v_0^2 \frac{(1 + bz)^2 + k^2(z^2 - 1)}{(b + z)^2} = v_0^2.$$

Concludiamo quindi che la formola (3), da cui siamo partiti, soddisfa a tutte le condizioni che ci siamo imposte, e ci dà la soluzione del problema.

3. — Nell'ipotesi di un fluido perfetto, sul quale non agisce alcuna forza, la pressione unitaria in un punto qualsiasi del medesimo è data da:

$$p = C - \frac{\rho}{2} \left[\left(\frac{\partial \phi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial y}\right)^2 \right]$$

dove C è una costante e ρ la densità del fluido, che per quanto si è detto si ritiene pure costante.

Lungo la retta AB essendo:

$$\frac{\partial \phi}{\partial y} = 0; \quad \frac{\partial \phi}{\partial x} = \frac{d\phi}{dx}$$

$$p = C - \frac{\rho}{2} \left(\frac{d\phi}{dx}\right)^2.$$

La spinta sopportata dalla parete AB è uguale alla differenza tra l'azione cinetica che il fluido esercita a monte e l'azione statica che esso esercita a valle. Nei punti B ed A, ossia nei limiti liberi, questa differenza diventa $= 0$, e $\frac{d\phi}{dx} = v_0$ (in valore assoluto) e quindi:

$$C = \frac{\rho}{2} v_0^2;$$

$$p = \frac{\rho}{2} \left[v_0^2 - \left(\frac{d\phi}{dx}\right)^2 \right].$$

Dalla formola:

$$\frac{d\zeta}{d\omega} = \frac{1}{v_0} \cdot \frac{1 + bz + k\sqrt{1 - z^2}}{b + z} \quad (3)$$

dove

$$z = \sqrt{\frac{\phi}{\sigma v_0}} - b \quad (4)$$

si ha:

$$\frac{d\omega}{dz} = \frac{v_0(b+z)}{1+bz+k\sqrt{1-z^2}}$$

che confrontata con l'equazione generale:

$$\frac{d\omega}{dz} = \frac{\partial\phi}{\partial x} - i \frac{\partial\phi}{\partial y} \quad (2)$$

dà:

$$\frac{\partial\phi}{\partial x} = \frac{v_0(b+z)}{1+bz+k\sqrt{1-z^2}} = \frac{d\phi}{dx}$$

La spinta totale nell'unità di altezza della parete AB è:

$$\int p dx = \int \frac{\rho}{2} \left[v_0^2 - \left(\frac{d\phi}{dx} \right)^2 \right] dx$$

ponendo:

$$dx = \frac{dx}{d\phi} d\phi$$

si ottiene:

$$p dx = \frac{\rho v_0^2}{2} \left[\frac{dx}{d\phi} - \frac{1}{v_0^2} \cdot \frac{d\phi}{dx} \right] d\phi$$

Sostituendo a $\frac{d\phi}{dx}$ il trovato valore in funzione di z ed osservando che la differenziazione della (4) dà:

$$d\phi = 2\sigma v_0(b+z) dz$$

si ottiene:

$$p dx = \rho \sigma v_0^2 \left[1 + bz + k\sqrt{1-z^2} - \frac{(b+z)^2}{1+bz+k\sqrt{1-z^2}} \right] dz$$

riducendo e ricordando che $k^2 = 1 - b^2$

$$p dx = 2\rho\sigma v_0^2 k\sqrt{1-z^2} dz$$

che integrata ci dà la spinta totale:

$$P = \int p dx = 2\rho\sigma v_0^2 k \int_{-1}^1 \sqrt{1-z^2} dz = \rho\sigma v_0^2 k\pi$$

$$P = \rho v_0^2 l \frac{\pi \sin \theta}{4 + \pi \sin \theta} \quad (13)$$

Determinazione del centro di pressione. — La pressione sull'elemento dx della retta AB è $p dx$.

Prendiamo i momenti relativamente all'origine O e diciamo f il braccio di leva della risultante P, si ha:

$$Pf = \int x p dx$$

ora si è trovato:

$$p dx = 2\rho\sigma v_0^2 k\sqrt{1-z^2} dz$$

$$P = \rho\sigma v_0^2 k\pi$$

quindi:

$$f = \frac{\int x p dx}{P} = \frac{2}{\pi} \int x \sqrt{1-z^2} dz$$

ed essendo:

$$x = 2z + bz^2 + k\sqrt{1-z^2} + k\sin^{-1}z$$

si ha:

$$\int x \sqrt{1-z^2} dz = 2 \int z \sqrt{1-z^2} dz + b \int z^2 \sqrt{1-z^2} dz +$$

$$+ k \int z(1-z^2) dz + k \int \sin^{-1}z \sqrt{1-z^2} dz$$

ma:

$$\int_{-1}^1 z \sqrt{1-z^2} dz = -\frac{1}{3} (1-z^2)^{\frac{3}{2}} = 0$$

$$\int_{-1}^1 z^2 \sqrt{1-z^2} dz = \frac{2z^2-1}{4} z \sqrt{1-z^2} - \frac{1}{8} \sin^{-1}(1-2z^2) = 0$$

$$\int_{-1}^1 z(1-z^2) dz = \frac{z^2}{2} - \frac{z^4}{4} = 0$$

$$\int_{-1}^1 \sin^{-1}z \sqrt{1-z^2} dz = \frac{z}{2} \sqrt{1-z^2} \sin^{-1}z - z^2 +$$

$$+ \frac{1}{4} (\sin^{-1}z)^2 = 0.$$

Dunque $f=0$. Vale a dire il centro di pressione coincide con l'origine delle coordinate.

Distanza dell'origine dal punto mediano della retta AB.

— Essendo x_1 l'ascissa del punto B,
 x_2 l'ascissa del punto A,

l'ascissa del punto mediano D sarà:

$$x_1 - \frac{x_1 - x_2}{2} = \frac{x_1 + x_2}{2} = \sigma b$$

$$= \frac{l \cos \theta}{4 + \pi \sin \theta}$$

Questa distanza varia tra i limiti $\frac{l}{4}$, per $\theta=0$ e zero

per $\theta = \frac{\pi}{2}$.

*

4. — Prima di confrontare la nostra formola (13) con i risultati dell'esperienza, bisogna ricordare le ipotesi dalle quali siamo partiti per ottenerla.

Si è supposto che il piano avesse una sua dimensione infinitamente grande relativamente all'altra, il che in realtà non si avvera.

Si è ritenuto il fluido incompressibile. Tale ipotesi, che praticamente si verifica nei liquidi, non può in generale ammettersi nei fluidi aeriformi, a meno che le variazioni di pressione siano del tutto insignificanti.

Finalmente si è ammesso che fra le particelle costituenti il fluido non esistesse alcuna forza di attrito, e per conseguenza si è ammessa la possibilità che una parte del campo fosse costituita da fluido in riposo, sul quale scorresse del fluido in moto senza azione reciproca.

Ora, tanto nelle esperienze eseguite con l'aria che con l'acqua, tale fatto non si verifica. In realtà, tra il fluido in moto ed il fluido in quiete ha luogo un'azione di trascinamento, per causa della quale a valle dell'ostacolo si producono dei movimenti irregolari e vorticosi, i quali diminuiscono la pressione statica, producendo ciò che il Dubuat chiama non-pressione, ed aumentando così la spinta totale, che il fluido esercita sull'ostacolo.

Per tutte queste ragioni, non si può pretendere che la formola (13), tale quale ce l'ha data la teoria, possa accordarsi con l'esperienza.

Ne conserveremo perciò la forma, ma in luogo delle costanti teoretiche porremo delle costanti sperimentali.

Così facendo, e riportando la pressione all'unità di superficie e all'unità di velocità, potremo scrivere:

$$P = \rho \frac{\sin \theta}{\frac{4}{\pi} + \sin \theta} = K \frac{\sin \theta}{a + \sin \theta}$$

Nella quale K ed a sono costanti da determinarsi in ogni caso speciale per mezzo dell'esperienza.

Per dare un'idea dell'attendibilità di questa formola, la confronteremo con il risultato di alcune esperienze sulla resistenza dell'aria eseguite dal signor Aristide Faccioli e riportate nell'opera già citata.

Il Faccioli si serviva di un mulinello con sole due razze, l'una in prosecuzione dell'altra, su ciascuna delle quali era

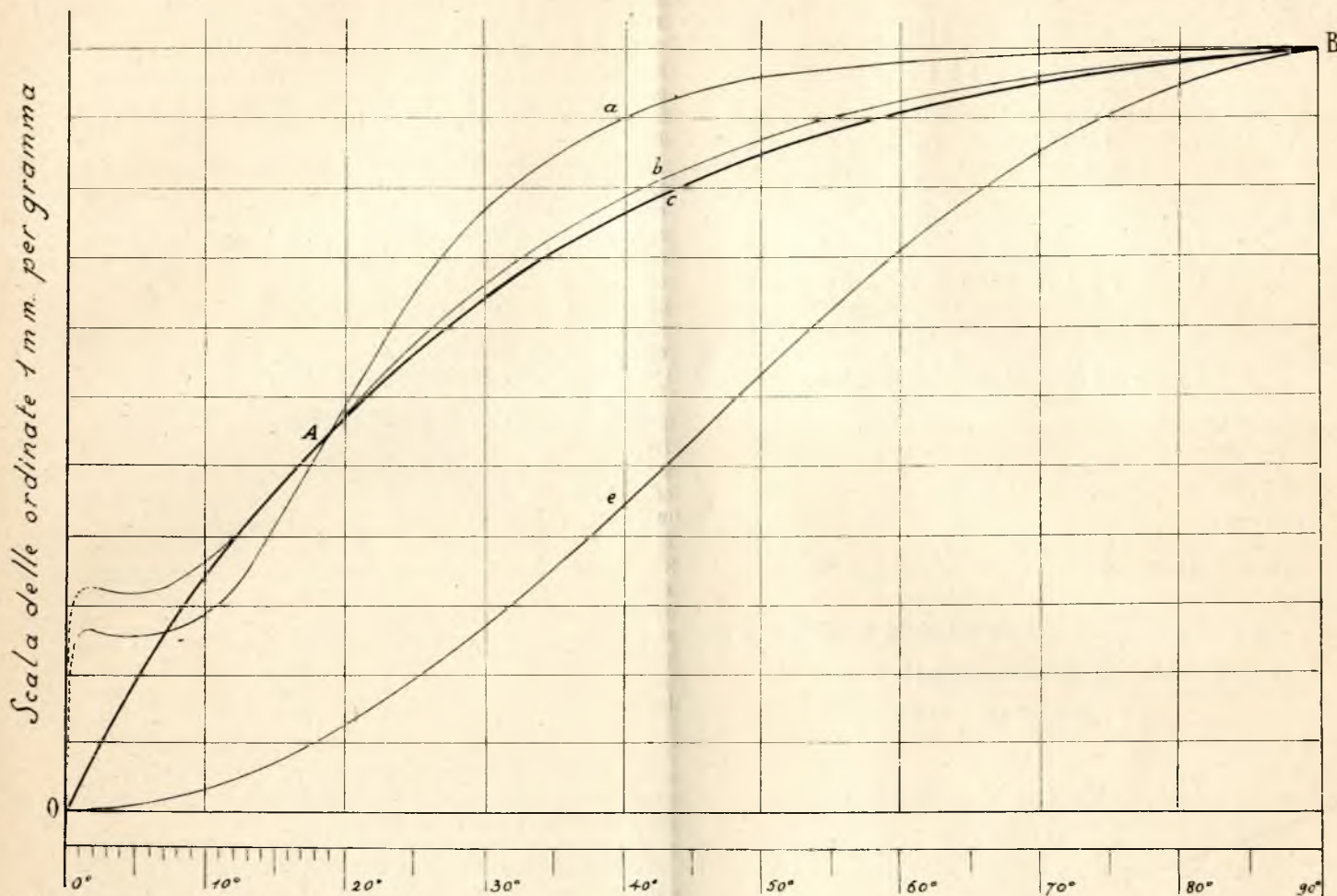


Fig. 61. — Diagramma delle pressioni in funzione degli angoli di incidenza.

posta un'ala rettangolare che poteva disporsi in modo da corrispondere ai diversi angoli di incidenza che si volevano ottenere.

Il mulinello era mosso da un peso per mezzo di una corda, che si avvolgeva attorno ad un tamburo concentrico all'asse.

Per ciascuna posizione dell'ala, ossia per ciascun valore dell'angolo di incidenza θ , si determinava il peso motore e la velocità di rotazione corrispondente.

Da ciò si deduceva la resistenza R opposta dall'aria al movimento dell'apparecchio, e dalla formola:

$$P = \frac{R}{\sin \theta}$$

si otteneva la pressione, riportata all'unità di velocità, che si esercitava su ciascun metro quadrato della superficie dell'ala.

I risultati delle esperienze sono rappresentati nei diagrammi della fig. 61. Le ascisse corrispondono ai valori dell'angolo θ , le ordinate ai valori della pressione P .

La curva $O A a B$ si riferisce ad ali quadrate, aventi 300 millimetri di lato. La curva $O A b B$ ad ali rettangolari aventi 500 millimetri nel senso delle razze e 300 nell'altro senso. Queste curve si intersecano nel punto A .

Per determinare i coefficienti a e K della nostra formola relativi al caso presente, abbiamo posto le condizioni che per $\theta = \frac{\pi}{2}$ e per $\theta = \theta_1 = 19^\circ$, ossia per i punti B ed A del diagramma, le pressioni P_0 e P_1 siano quelle effettivamente riscontrate, vale a dire $P_0 = 108$ grammi, $P_1 = 56$ grammi. Da cui le relazioni:

$$P_0 = \frac{K}{a + 1} \quad ; \quad P_1 = \frac{K \sin \theta_1}{a + \sin \theta_1}$$

dalle quali si ottiene:

$$a = 0,8124 \quad ; \quad K = 195,7.$$

Con questi dati è stato costruito il diagramma $O A c B$ segnato in tratto forte, il quale si avvicina moltissimo alla curva $A b B$. Il che è giustificato dal fatto che la forma delle ali in questo caso si accorda maggiormente alle condizioni teoretiche sulle quali è basata la formola.

Per i piccoli angoli, al disotto di 10° , le esperienze danno risultati poco attendibili, ed i valori della pressione desunti

dalla formola $P = \frac{R}{\sin \theta}$ lo sono anche meno. Non fa quindi alcuna meraviglia se per questo tratto del diagramma l'accordo non sia molto soddisfacente.

A titolo di confronto abbiamo pure riportato il diagramma $O e B$, relativo alla formola usuale:

$$P = K_0 \sin^2 \theta$$

dove la K_0 è stata determinata dalla condizione che per:

$$\theta = \frac{\pi}{2} \quad \text{sia} \quad K_0 = P_0 = 108.$$

Questo diagramma si allontana talmente dai risultati dell'esperienza da far vedere a prima vista che le ipotesi teoretiche, sulle quali si basa la formola relativa, non sono ammissibili nemmeno per una grossolana approssimazione.

Anche il fatto desunto dalla nostra analisi, che cioè il centro di pressione in una superficie obliqua alla corrente non coincide col centro di figura, è stato messo in chiaro dall'esperienza.

Sin dal 1804, Giuseppe Avanzini (*) aveva trovato che, a

(*) Vedi la predetta opera del FACCIOLO, pag. 51.

seconda che diminuisce l'angolo di incidenza, aumenta la distanza tra il centro di pressione ed il centro di figura.

Esperimentando con piani di differente estensione e con varie velocità, trovò per i diversi valori dell'angolo di incidenza le seguenti distanze δ espresse in frazione della larghezza l , e riportate nell'unita tabella. In questa stessa tabella abbiamo trascritto le distanze teoretiche calcolate con la formola :

$$\delta_0 = \frac{b \tau}{l} = \frac{\cos \theta}{4 + \pi \sin \theta}.$$

θ	δ	δ_0
15°.40	0,125	0,1970
12°.45	0,167	0,2078
8°.44	0,167	0,2208

Recentemente il signor A. Faccioli constatava lo stesso fatto, che cioè col diminuire dell'angolo di incidenza, il centro di pressione si porta sempre più dalla parte dell'angolo acuto (angolo di incidenza), senza che però la sua distanza dal centro di figura sorpassi $\frac{1}{3}$ della larghezza dell'ala.

Sarebbe stata ottima cosa se si fossero potuti istituire altri confronti, specialmente con esperienze eseguite sull'acqua. E' indubitato però che quanto è stato esposto è più che sufficiente a dimostrare che la formola da noi trovata rappresenta assai bene il fenomeno al quale si riferisce ed incomparabilmente meglio di quanto il faccia l'antica formola generalmente adottata.

Castelplano, 9 luglio 1901.

Ing. CARLO FOSSA-MANCINI.

ARCHITETTURA CIVILE

IL PRIMO RINASCIMENTO LOMBARDO NEL PERIODO DEL SUO APOGEO.

(Continuazione e fine)

V. — IL DUOMO DI MILANO NEL PRIMO RINASCIMENTO.

Il Duomo di Milano è l'esempio più bello nel quale la tradizione gotica si è mantenenuta e continuata attraverso i secoli; dal principio del Rinascimento fino ai giorni di Carlo Borromeo e di Pellegrino vi si è continuato a lavorare in « conformità cum el resto del edificio », per servirci dell'espressione di Bramante. Financo il fascino dell'arte del Rinascimento non ebbe forza sufficiente per provocare una rottura col passato, il che non sarebbe stato difficile già fino dal 1419, quando l'edificio era arrivato ad un finimento provvisorio. Infatti la crociera avrebbe potuto coronarsi con una cupola nello stile del Rinascimento, analoga a quella del Duomo di Firenze, e la navata centrale continuarsi in questo stesso stile. Si avrebbe avuto allora all'esterno un passaggio analogo a quello che si scorge in molte altre chiese dell'Italia centrale e nella stessa Lombardia nel Duomo di Como, con un contrasto all'interno fra il gotico e il Rinascimento. Ma a questo non sembra che ci si sia nemmeno pensato; al contrario, vi era una tendenza marcata e chiara a continuare i lavori del Duomo il più possibilmente nello stesso stile in cui erano stati ideati.

Questo scopo era in Milano facile a conseguirsi, non vi si opponevano quei molti ostacoli che nell'Italia centrale hanno fatto sentire la loro influenza. Aggiungasi che tutto quanto già vi aveva lasciato il trecento e il principio del quattrocento offriva modelli in quantità sufficiente per tutta la rimanente decorazione; non si aveva che a continuare, seguendo le stesse traccie, non già servilmente, ciò sarebbe stato affatto contrario allo spirito del tempo, ma trasformando e adattando secondo i casi ed anche secondo il nuovo sentimento dell'arte, ossia coll'impronta dell'arte del Rinascimento. Così l'arte lombarda del trecento subisce un'evoluzione, servendosi dei

mezzi del cinquecento; e per l'appunto questa fase nella storia artistica del Duomo di Milano offre un interesse e una grazia tutta particolare; e per quanto si vogliano trovare delle analogie al di qua e al di là dell'Alpi, è pur d'uopo riconoscere in essa un fenomeno unico nella sua specie, che non manca di esercitare anche una certa influenza sull'arte lombarda del Rinascimento.

La verità di quanto abbiamo detto si vedrebbe dimostrata in modo indubitabile, quando si seguisse lo sviluppo dei lavori dalla metà del quattrocento fino alla fine del sedicesimo secolo; ma ciò richiederebbe uno studio troppo esteso; mentre si può raggiungere lo stesso scopo anche applicandosi a singole parti di importanza principale; perciò il dott. Meyer si limita ad esaminare tale sviluppo in due parti del Gran Monumento: nel Tiburio o torre centrale sulla crociera, per quanto appartiene al Rinascimento, e nella torre della scala, il così detto « Gugliotto » di Omodeo.

Noi non abbiamo però bisogno di riassumere qui la storia del Tiburio, poichè è stata scritta da Boito (1) con colori così vivaci e in modo tanto particolareggiato e completo, da non lasciare altro a desiderare; diremo di esso solo brevemente. Innanzi tutto giova osservare, che in nessun'altra parte del Duomo come in esso, apparisce la lotta combattuta dagli artisti per vincere tutte le difficoltà, lotta che se nel rimanente dell'edificio e fino ad ora si era svolta tra i contrasti e i tentativi fatti dalle varie scuole di diverse nazionalità, ma tutte moventisi nello stesso stile, qual'era il gotico, ora invece questa lotta si rivolge anche contro il Rinascimento; sono due stili che stanno di fronte, che si contendono il campo: l'uno forte di tutto un passato glorioso nel quale il gran Monumento era venuto crescendo; l'altro pieno di vitalità e di energia, come solo può infondere la sua origine recente. Come per lo passato, anche adesso i problemi che si offrono sono di natura costruttiva e decorativa, ed anche ora i primi hanno sempre la maggiore importanza. I documenti che si riferiscono alla copertura della crociera centrale, richiamano involontariamente la storia della cupola del Duomo di Firenze.

Già fino dal 1390 erano stati rinforzati i quattro pilastri principali in previsione del peso enorme che si prevedeva per la cupola che avrebbero dovuto sopportare; il lavoro però richiese un tempo assai più lungo che non si era immaginato, e può suddividersi in due periodi. Nel primo si eseguì la parte costruttiva e la decorazione di quelle parti e membrature, che si spingevano fino alla curvatura propriamente detta della cupola, nonchè degli arconi congiungenti i pilastri, dei pennacchi e delle pareti intermedie; nel secondo la cupola propriamente detta. In questa si presentava il problema con molte difficoltà, tanto che si ricorse a numerosi artisti e financo a stranieri.

Nel 1483, Hans Nexemperger di Graz venne a Milano accompagnato da numerosi compagni, e si trattene circa tre anni, ma senza poter riuscire a terminare il Tiburio. Dal 1487 in poi riprendono il disopra gli artisti italiani, specialmente dell'Italia centrale, e i principali sono Leonardo e Bramante, poi Luca Fancelli da Settignano ed altri ancora, i quali però alla loro volta furono a poco a poco soppiantati da artisti lombardi; finalmente chi riuscì a condurre l'opera a termine furono Omodeo e Dolcebuono. Il lavoro cominciò il 9 settembre 1490, e dopo dieci anni, il 24 settembre 1500, la cupola era ultimata. La difficoltà principale a vingersi era quella di stabilire se la cupola si dovesse eseguire sul quadrato con quattro calotte, o sopra un ottagono con otto calotte, poichè era in stretta relazione colle condizioni statiche. Però la soluzione doveva influire grandemente sull'effetto estetico dell'interno e sulla decorazione esterna dei muri di contorno; questa decorazione era certamente assai più caratteristica che non la soluzione costruttiva. Qui ancora, per l'ultima volta è vero, le tradizioni dell'antico stile lombardo vengono a trovarsi di fronte al gotico proprio del Duomo, e influenzate con particolari del Rinascimento, ne risulta una creazione affatto caratteristica ed originale.

La cupola differisce completamente da quella di Brunelleschi del Duomo di Firenze; le sue parentele più prossime

(1) *Il Duomo di Milano*. — Milano, 1889, pag. 223 e segg.

trovansi nella stessa Lombardia: nella torre della crociera di Sant'Andrea in Vercelli e in quella della chiesa del convento di Chiaravalle. Però nel suo genere si avvicina maggiormente alle torri di crociera delle cattedrali transalpine nei paesi renani, in Francia ed in Inghilterra. Ben inteso, l'analogia non esiste che nella costruzione generale, poichè da ogni altro punto di vista, non è possibile fare un paragone fra queste torri di crociera; nella decorazione poi meno che giammai.

Ma il Rinascimento non si estese oltre la prima piattaforma, poichè al disopra, per più di 250 anni, il Tiburio rimase incompleto; e però, ad onta di ciò, la punta attuale della torre, per quanto tardi eseguita, non ostante il gotico rococò dei suoi particolari, presenta il carattere di un pretto discendente del gotico milanese.

Anche nella decorazione figurativa del Tiburio vi si è lavorato fino ai tempi moderni; l'arte del primo Rinascimento alla maniera di Mantegazza signoreggia solo nell'interno, mentre all'esterno è il Rinascimento sublime che predomina.

Il gugliotto di Omodeo. — Questa guglia si trova per caso quasi nella stessa diagonale colla guglia Carelli, di cui abbiamo parlato nell'altra nostra Memoria (1): perciò naturalmente si è indotti a fare un paragone tra quella creazione del gotico milanese del trecento, col gotico del maggiore artista lombardo del Rinascimento. In questa guglia non una superficie è rimasta senza decorazione, ed è questo un tratto caratteristico del gotico in esame; la parte esterna della torre consta di otto pilastri esili, composti di sottili costole; ed anche il parapetto della scala che corre dall'uno all'altro pilastro, rampando in corrispondenza dello svolgimento della scala, è completamente traforato e lavorato a sculture; insomma, l'insieme s'avvicina alla decorazione di una costruzione in ferro.

I motivi della decorazione sono quasi esclusivamente geometrici; in nessun punto il materiale viene sforzato; domina dappertutto quello spirito severo del gotico primitivo che nel Settentrione ha creato le torri frontali delle cattedrali. Ben inteso che nei particolari il Rinascimento vi fa capolino, e molti motivi di questo stile prendono il sopravvento sul gotico. Omodeo si è certamente applicato alla lavorazione di questa guglia con tutte le sue forze e con vero amore d'artista: lo si sente in tutte le parti; nulla vi è trascurato, pure nell'interno si riscontra nella condotta la maggiore finezza e delicatezza.

Anche la decorazione statuaria è fatta con molta larghezza; in nessun altro monumento di stile gotico troviamo un'abbondanza e ricchezza di sculture del Rinascimento come qui; nello stesso Duomo, il gugliotto di Omodeo costituisce un caso speciale, poichè anche nelle singole statue che lo adornano, non si tratta già di lavori posteriori eseguiti nello stile del Rinascimento e collocati su questa guglia gotica; no, si tratta di statue pensate ed eseguite contemporaneamente con tutto il resto, ma con piena libertà d'azione, ed esse appartengono alle migliori e più perfette creazioni del Rinascimento che possa vantare la plastica lombarda. Il progetto di questa guglia costituisce uno dei maggiori meriti di Omodeo, che alla fine della sua carriera ha saputo trattare con tanta virtuosità le tradizioni gotiche del Duomo nello spirito del Rinascimento.

Evidentemente l'esecuzione materiale non poteva essere tutta opera di sua mano; le molte altre occupazioni che aveva, l'avanzata età, non permettevano certo che egli lavorasse direttamente tutte le singole parti della guglia; e infatti fu coadiuvato da due artisti, Cristoforo Solari e Agostino Busti, la cui maniera è visibilissima in molte parti della guglia, che il dott. Meyer rileva con grande accuratezza e fine discernimento.

Questa produzione, la più perfetta e più ingegnosa, arcaicogotica del gran rappresentante del primo Rinascimento lombardo, nella sua decorazione figurativa ci avvia già all'arte del cinquecento, come veniva svolgendosi nell'Alta Italia, nella quale la maniera nazionale e caratteristica veniva scomparendo sotto l'influenza dello stile del Rinascimento sublime.

VI. — IL DUOMO DI COMO.

Al Duomo di Como è legato il nome del grande artista Rodari, l'autore del coro che fa della cattedrale uno dei più splendidi edifizii del Rinascimento lombardo. Tommaso de Rodario da Marogia assunse la direzione dei lavori del Duomo il 20 luglio 1487, dopo la morte di Luchino Scharabota suo predecessore, e rappresentante dello stile di transizione; e quando fu posta la prima pietra del coro (il 22 dicembre 1513) egli teneva già da 26 anni la direzione dei lavori. Indubitabilmente lavorò anche prima sotto gli ordini di Luchino in qualità di scalpellino e scultore, anzi egli fu prima scultore e poi ingegnere; e precisamente a questa circostanza, che è comune a molti altri di quell'epoca, deve egli la sua fama, poichè è divenuto celebre quale scultore del Rinascimento e non come ingegnere. Abbiamo già visto nella nostra precedente Memoria, che le decorazioni in figura della fronte fino dal 1460 cominciavano ad arieggiare al nuovo stile, abbandonando il tardo gotico, mentre nella parte costruttiva ed ornamentale, domina ancora per lungo tempo uno stile misto, il cui apogeo veniva raggiunto in quel meraviglioso tabernacolo di coronamento, che Luchino ultimava nel 1486.

Nella facciata vi sono 14 statue eseguite da Rodari negli anni 1484-85 o per lo meno sotto la sua direzione, poichè tutte nello stesso stile, il quale riunisce in sé le caratteristiche esterne della plastica del primo Rinascimento lombardo; è lo stesso genere come nella facciata della Certosa, però meno nobile e con minor finezza; vi predomina il carattere decorativo. Le 5 statue nella fila di nicchie sopra l'arco mediano del portone furono terminate da Rodari nel 1485; esse hanno un'impronta lombarda così marcata, che involontariamente si presenta allo spirito la domanda: se l'artista ha potuto appropriarsi questo stile stando in Como; ed evidentemente si deve rispondere negativamente, poichè sebbene fra questi lavori in stile del Rinascimento e le migliori sculture del periodo di transizione vi siano molti punti di contatto, manca precisamente in Como, ciò che può costituire il passaggio e che per questo stile è per l'appunto il segno più caratteristico, voglio dire il trattamento delle pieghe; bisogna cercarlo altrove, e cioè nella facciata della Certosa e nel Duomo di Milano; e che ciò sia avvenuto non vi è nulla che possa far dubitare, visto la vicinanza e il commercio vivissimo che esisteva fra queste località e Como. Nello stesso stile sono eseguiti i bassorilievi delle lunette dei portoni, sebbene di fattura posteriore, e le note statue dei due Plinii vicino al portone principale, che sono le più celebri di tutta la facciata. Nella storia dell'arte esse occuperebbero il posto che viene subito dopo quello occupato dai santi della facciata della Certosa; però nel valore artistico sono di molto inferiori e possono collocarsi fra essi e le statue sedute degli eroi nel sarcofago Colleon di Bergamo.

Monti ha creduto di poterle attribuire ad Amuzio da Lurago, un maestro dello stile di transizione; ma il dott. Meyer esclude affatto che questi possa essere stato l'autore, e dimostra che nulla si oppone a che vengano attribuite ai Rodari Tommaso e Giacomo, i cui nomi sono segnati sul tabernacolo di Plinio il vecchio.

La facciata del Duomo nel suo organismo costruttivo e nella decorazione appartiene ancora completamente allo stile gotico ed a quello di transizione; le statue invece sono già tutte del Rinascimento, financo quelle eseguite a cominciare dal 1480, quando cioè Luchino da Milano aveva ancora la direzione dei lavori. Nel 1487 subentra Tommaso da Rodari, rappresentante della plastica del Rinascimento e proprio nella stessa epoca cessa affatto quello stile misto, tirante al gotico, che era particolare al suo predecessore. Nulla dunque è più naturale di ammettere, che il nuovo ingegnere abbia adottato il nuovo stile, quello del Rinascimento, anche nella sua costruzione e decorazione; e siccome la facciata era già ultimata, esso poteva svolgersi nella navata longitudinale e nel Coro; quest'ultimo però ricevette la sua forma attuale solo dopo il 1513.

Il campo d'azione di Rodari pel momento si limita alla rinnovazione della decorazione nelle pareti della navata lon-

(1) V. « L'Ingegneria », anno 1899, pag. 40.

gitudinale. E infatti queste sono completamente nello stile del più puro Rinascimento, mentre non vi ha dubbio che nel progetto erano state ideate nello stesso stile della facciata. L'autore di questa magnifica decorazione si può dire con tutta certezza essere stato Tommaso Rodari; nel 1491 si mise mano all'incorniciatura della porta meridionale; nel 1507 a quella della porta settentrionale, e nel 1514 si eseguì quella della prossima finestra ad occidente. Sulla porta settentrionale si trovano i nomi di Tommaso e di Giacomo; nell'interno della chiesa poi vi sono tre altari del 1492, 1493 e 1498 di T. Rodari, i quali insieme ai tabernacoli dei Plinii, permettono di attribuire con tutta sicurezza allo stesso artista anche la porta meridionale, la maggior parte delle incorniciature delle finestre e i tabernacoli di coronamento sugli speroni.

Il dott. Meyer, dopo di avere mostrato come si possa arrivare alla conclusione suddetta, solleva dei dubbi sulla vera paternità di questa decorazione della navata longitudinale, almeno nella parte architettonica; ma ciò non esclude che Rodari ne sia stato l'esecutore materiale.

La critica del dott. Meyer è fatta con molto acume e con profondo sentimento artistico; noi non possiamo che riferirne i risultati. Egli osserva innanzi tutto che Tommaso Rodari fino al 1487 non era noto che quale « fabricator figurarum »; e che anche i suoi lavori posteriori sopra menzionati, sono opere solo di plastica decorativa, ornamentale e figurativa, nelle quali anzi la parte architettonica è quella peggio trattata e che meno soddisfa. Fanno eccezione le membrature esteriori della porta meridionale del 1491 e delle tre finestre più vicine dal lato orientale, che costituiscono l'unica decorazione del Rinascimento nella parete della navata longitudinale. Nella plastica decorativa sono ciò che vi ha di più ricco e di meglio concepito per sé indipendentemente dal resto, collocate là in un rivestimento parietale puramente architettonico, il quale in tutto il suo carattere artistico, forma un contrasto grandioso colla ricchezza di decorazioni delle altre opere di Rodari. Infatti tutta la parte architettonica di questa facciata laterale è di una semplicità e nobiltà classica, che non potrebbe essere maggiore. La grande superficie marmorea biancheggiante e liscia viene interrotta solamente da strette fasce orizzontali, scelte e disposte da mano veramente maestra. Le facciate dei pilastri vengono divise in quattro campi da cornicette delicate; le pareti intermedie in due dalla cornice di base delle finestre. Il cornicione poi è classico per eccellenza. Tutta la decorazione è condotta con tale artistica semplicità e parsimonia, che in nessun modo si potrebbe attribuirle al creatore delle membrature d'incorniciamento delle porte e delle finestre e dei due tabernacoli di Plinio, i quali si distinguono appunto per essere sopracarichi e per troppa ricchezza di ornamenti. Ma non solo tale decorazione è in perfetta opposizione colla nota maniera dei Rodari, ma in genere col gusto particolare lombardo; essa appartiene senz'altro alle più belle creazioni dello stile Bramantesco.

Questo è ciò che dice l'opera nella sua lingua, e non vi è nulla di inverosimile o che possa sorprendere; dal 1480 in poi l'influenza di Bramante si era estesa in tutta la Lombardia ed aveva irradiato verso tutti quei punti dove sorgevano nuove costruzioni, quindi non sarebbe ammissibile che il nuovo direttore dei lavori del Duomo di Como ne fosse rimasto estraneo e non avesse osato percorrere la breve distanza per recarsi a Milano, dove appunto era in costruzione la Sacristia di S. Satiro. Ma vi ha di più, il dott. Meyer si domanda se Tommaso Rodari era suscettibile di ricevere l'impulso necessario e di utilizzarlo in modo così perfetto e tutto nello spirito del grande creatore, il che, tradotto in moneta piccola, viene a dire: se qui ci troviamo di fronte alla sola influenza indiretta dello stile Bramantesco mediante le sue opere lombarde, oppure se il grande Urbinate non sia intervenuto personalmente!

I documenti non dicono nulla in proposito e quindi si potrebbe escludere tale intervento, come vuole Monti; ma l'esame delle opere eseguite, l'analisi fine delle maniere e i confronti, non lasciano dubbio che l'Urbinate anche pel Duomo di Como, come per altri edifici, abbia dato il suo parere in forma anche di semplice schizzo; i particolari e il

loro sviluppo rimanevano naturalmente lasciati al nuovo direttore dei lavori, e perciò si può dire con certezza che a Tommaso Rodari spetta il merito dell'intera esecuzione della decorazione della navata longitudinale eseguitasi dal 1487 al 1519 circa. Per questa porta del Duomo e pel Coro avremmo qui dunque una genesi analoga a quella per la cattedrale di Pavia.

Questa supposizione il dott. Meyer si prova a dimostrarla in due modi: negativamente, col passare in rivista i lavori di Rodari dal 1487 al 1519, e dimostrando che non sono tali nello stile o nella maniera, da poterlo fare ritenere l'autore della decorazione in parola; positivamente, dimostrando che gli elementi di tale decorazione sono del più puro e pretto stile Bramantesco.

Per la prima dimostrazione passa in rassegna i primitivi lavori di Tommaso e del fratello Giacomo Rodari, i tre altari nell'interno del Duomo, di S. Lucia (1492), di S. Apollonia (1493) e di S. Giovanni Battista (1498); i tre bassorilievi nelle lunette dei portoni della facciata, vere creazioni del Rinascimento, che non possono attribuirsi ad altri che a Rodari, del cui stile hanno tutti i caratteri; mentre le pareti di queste porte appartengono interamente allo stile di transizione e alla maniera di Florio e di Luchino. Ben inteso che Rodari non avrebbe forniti che i disegni e lasciata l'esecuzione ai suoi dipendenti, la quale è abbastanza grossolana. Ma anche il solo concetto mostra già che a Rodari Tommaso era famigliare la ricchezza del tesoro di motivi di cui disponeva la scuola lombarda. Da questa rassegna ne risulta un'immagine completa del suo stile, prettamente lombardo, che offre non poche analogie con quello della Certosa, dei monumenti di Brescia e della chiesa di S. Lorenzo in Lugano. Perciò il dott. Meyer conclude, che il Rodari abbia partecipato ad alcuni lavori che allora si facevano dappertutto in quello stile, specialmente a quelli del sarcofago a Camillo Borromeo.

A completare l'opera di Tommaso Rodari il dott. Meyer dedica ancora un lungo paragrafo allo studio di quattro altri suoi lavori di primo rango, i quali non solo mostrano un progresso notevole nella sua potenza, ma rivelano anche una fase importante nello sviluppo della decorazione del Rinascimento lombardo; questi sono i due tabernacoli delle statue dei due Plinii e i due portoni delle navate laterali, dei quali l'uno è la famosa Porta della Rana; indi studia i tabernacoli di coronamento, le statue dei prospetti e quelle che sostengono le urne. Il risultato di questa analisi si è che si manifestano nuove analogie colle decorazioni del Rinascimento sublime nella Valtellina; col monumento di Catalina de Ribera nella cattedrale di Sevilla e col Rinascimento veneziano, di cui parleremo più innanzi; viene così sempre più confermata l'ipotesi sopra esposta, dell'intervento di Bramante nella decorazione architettonica.

*

La navata trasversale e il Coro. — Il più bel gioiello del primo Rinascimento lombardo nel Duomo di Como è il Coro, il quale appartiene per intero allo stile Bramantesco. In questo stesso stile è stato già eseguito il rivestimento delle pareti delle facciate laterali, ma con la navata trasversale si inizia anche nell'interno una nuova bellezza nella spaziosità dell'edificio, e all'esterno un gruppo di costruzioni di grandissima leggiadria plastica.

Il concetto architettonico è senza dubbio di Bramante; poco importa se nella sua attuazione egli vi abbia o no avuto parte diretta. Le braccia laterali uguali terminanti in semicircolo; sulla crociera una cupola maestosa; è la soluzione favorita dall'Urbinate nelle sue costruzioni milanesi; ma qui le proporzioni dei giganteschi spazi sono assai più armoniche, e i particolari sviluppati in modo più maestoso. Sulla chiesa di S. Maria delle Grazie, colla quale si può fare il paragone, si distende con mano delicata una veste di forme decorative e ornamentali proprie lombarde. Nel Coro del Duomo di Como, invece, domina una fantasia rigorosamente architettonica; a questa predispongono già le pareti esterne della navata longitudinale, e tale circostanza già per sé rende probabile, che il primitivo progetto del Coro sia stato concepito e disegnato contemporaneamente con quello

della decorazione della navata longitudinale. Si voleva adattare il Duomo al nuovo gusto del Rinascimento. Lo sviluppo dei particolari e l'esecuzione sono per intero merito di Tommaso Rodari; nel 18 novembre 1487 si parla per la prima volta del modello del Coro, ma ai lavori non si poté mettere mano che 13 anni dopo. La cosa non passò così liscia; nacquero presto delle difficoltà e per derimerle si chiamò a consulto Cristoforo Solari, ma i due architetti non riuscirono a mettersi d'accordo, e allora si ricorse ad altri architetti milanesi; finalmente dopo lunghe discussioni si decise di adottare il modello di Solari, l'allievo milanese di Bramante.

Rodari diresse i lavori per altri 7 anni fino al 1526 in cui venne a morire; però anche in quel periodo la costruzione dovette subire non poche interruzioni, in causa dei moti politici del tempo. A Rodari succedette Franchino della Torre di Cernobbio.

Nel 1592 il Coro e le due Sacristie erano arrivate solamente fino alle volte; la navata centrale non fu voltata che nel 1608; evidentemente la completa evoluzione dello stile deve essere manifesta anche nella decorazione interna. Infatti a partire dall'ultima coppia di pilastri su cui appoggia uno degli archi maggiori della cupola, prevale lo stile Bramantesco nella sua fase di passaggio al Rinascimento sublime, come affettava soprattutto Cristoforo Solari. Rinascimento sublime e barocco distinguono anche l'ornamentazione di tutta la parte orientale. Le due tribune laterali datano dal 1640 e 1667, e prima di arrivare al coronamento colla maestosa cupola, dovevano trascorrere ancora due generazioni.

La cupola è l'opera di Filippo Juvara, da lui stesso iniziata nel 1730. Fatalmente questa creazione del celebre maestro del barocco differisce dal tipo del modello di legno, cosicché tamburo e cupola nella storia artistica del Duomo, costituiscono la quarta parte principale del monumento, delle quali le altre tre sono: la facciata nello stile di transizione, la navata longitudinale del primo Rinascimento già maturo, e la parte orientale del tardo Rinascimento. In questo modo anche la Cattedrale di Como è un tutto organico solamente nell'insieme all'esterno, mentre in realtà consta di parti affatto diverse fra loro, ciascuna delle quali conserva l'impronta dell'epoca in cui ebbe origine.

*

Astrazione fatta dell'intera decorazione interna, affatto indipendente dal resto, vi è, nel Duomo di Como, ancora un'opera del primo Rinascimento, un gioiello di natura tutta particolare, e questo è l'altare di Sant'Abbondio, nella navata laterale di destra: lavoro tutto d'intaglio. Sembra sia stato eseguito nel 1514, però nell'antependio vi si trovano tre bassorilievi in marmo, che risalgono certamente ad un'epoca anteriore. La disposizione dell'altare è analoga a quella dei numerosi avancorpi parietali in pietra, a più piani, con rilievi e statue libere, che i Rodari hanno costruito nella chiesa. La sostituzione del legno al marmo ha una grande importanza nella storia dell'arte, poichè l'intaglio in legno in Italia ha prodotto una quantità considerevole di oggetti artistici, specialmente stalli di coro, parapetti di pulpiti e di organi e simili.

Questo altare, considerato come lavoro d'intaglio, si può ritenere quasi un monumento isolato; infatti, troviamo un solo riscontro nell'altar maggiore della B. V. Assunta nella chiesa di San Lorenzo a Morbegno, nella Valtellina, il quale si eleva per quasi 5 metri fino alla volta della chiesa; e più ancora dell'altare di S. Abbondio, ricorda i lavori d'intaglio transalpini. Però, tanto l'uno quanto l'altro, non hanno traccia alcuna di gotico, ma sono completamente condotti nelle forme ornamentali prettamente lombarde; e l'elevazione e l'ornamentazione più di ogni altra cosa, inducono a ritenere che ambedue sono opere degli stessi artisti. Per quello della Madonna in Morbegno, con documenti attendibili, Felice Damiani ha dimostrato essere opera nientemeno che del grande artista Gaudenzio Ferrari, che vi lavorò dal 1520 al 1526. L'intaglio è di Giov. Angelo Del Magno di Pavia; alla pittura e indoratura vi partecipò Fermo Stella da Caravaggio. Per queste e per altre circostanze è più che probabile, che anche l'altare di S. Abbondio in Como debba attribuirsi a Gaudenzio Ferrari.

Il Duomo di Como, analogamente a quello di Milano ed alla Certosa di Pavia, era diventato un centro d'artisti, una scuola i cui allievi si diramavano in molte altre regioni.

Lo stesso Tommaso e i suoi fratelli hanno portato la loro arte personalmente oltre i limiti della città di Como, spingendosi nella parte più elevata della Valtellina. Nell'ordine cronologico troviamo Tommaso occupato per la chiesa di San Maurizio in Ponte; dove, come pel Duomo di Como, si trattava di trasformare delle costruzioni antiche in nuove, sullo stile del Rinascimento. Il nucleo della chiesa appartiene all'inizio del Medio-Evo, come lo dimostra ancora oggi il campanile; la porta principale è nello stile di transizione, come quelle della facciata del Duomo di Como. Il Coro invece è l'opera di Tommaso e del fratello suo Giacomo, ed è nel più puro stile Bramantesco, come le facciate laterali della Cattedrale comasca.

L'altro monumento in Valtellina, a cui è legato il nome dei Rodari, è l'incorniciamento della porta di S. Stefano in Mazzo, dovuta a Bernardino, un altro dei fratelli Rodari, che, insieme a Giacomo e Donato, troviamo menzionati nel 1500 nel Duomo di Como. La decorazione si compone di motivi presi dalle porte di questo.

Allo stesso Bernardino Rodari si devono attribuire le porte laterali della chiesa della Madonna di Tirano, che datano dal marzo 1506, almeno la meridionale.

A questi monumenti se ne aggiungono due altri in Morbegno: il primo, la porta e l'atrio o pronao della chiesa di S. Antonio, ora trasformata in caserma; il secondo, la chiesa di S. Lorenzo, incominciata nel 1418, ma alla quale Tommaso Rodari lavorò circa un secolo appresso, come ha dimostrato Damiani con documenti scritti. E così troviamo nelle montagne della Valtellina una specie di eco di quell'arte del Rinascimento, che aveva il suo focolare nella Cattedrale di Como.

*

VII. — LA CHIESA DEI MIRACOLI

E IL PALAZZO MUNICIPALE DELLA LOGGIA IN BRESCIA.

Perchè le arti possano fiorire, è necessario un periodo di tranquillità e di pace. Ora Brescia, in tutto il quattrocento, per non parlare dei tempi anteriori nei quali l'intera Provincia aveva tanto sofferto dalle lotte dei Guelfi e Ghibellini, non ebbe che pochissimi intervalli di pace, dal 1434 al 1436 sotto Gianfrancesco Gonzaga, e dal 1494 fino ai primi anni del cinquecento. Sebbene questi periodi siano stati tanto brevi, pure la forza del germe artistico era così vitale, che subito si manifestò con delle costruzioni importanti; ed è precisamente nel secondo dei periodi accennati, che si costruirono i due monumenti, la chiesa dei Miracoli e il Palazzo della Loggia, che assicurarono a Brescia un posto notevole nell'architettura e nella plastica del Rinascimento.

*

La chiesa di S. Maria dei Miracoli, architettonicamente è una costruzione affatto originale. Priva di qualsiasi unità plastica, non esercita un effetto d'insieme. Nel suo interno i vani offrono più animazione che non limitazione. L'alternarsi di piccole e grandi cupole, di spaziose volte a botte e di arcate, dà alla chiesa l'aspetto di una parte tagliata fuori da un tutto e suscettibile di ulteriore ingrandimento.

Certo, all'ispirazione del suo autore non è stata estranea la chiesa di San Marco in Venezia; in questa come in quella, abbiamo nella pianta la forma della croce greca, però con leggiero accenno alle tre navate, e come nella chiesa di San Marco, il sistema suscita quell'incanto, che si ha da colpi d'occhi pittorici, non mistici e severi, ma in una pompa serena, e con contrasti pronunciati di ombra e luce; è più una sala per feste che una chiesa. La crociera centrale non si distingue architettonicamente dal resto; tanto essa, quanto i quattro quadrati laterali e il coro sono coperti da volte a botte, e solo sopra ciascuno dei quattro bracci quadrati della croce si innalza una cupola; quelle nell'asse longitudinale sono più larghe e più elevate delle altre. Ciò costituisce una contraddizione delle più forti all'ideale di una chiesa a centro.

La costruzione della chiesa fu decisa nel 1488; il 13 maggio dello stesso anno una Commissione dava il suo parere sul progetto, e già il 17 luglio veniva collocata la prima pietra. La storia della costruzione, che il dott. Meyer espone, dà ragione delle particolarità della medesima; egli descrive ed analizza la decorazione interna col solito acume critico, nelle parti che arieggiano lo stile del Rinascimento. Questa decorazione figurativa e ornamentale appartiene tutta al 1490 circa; ciò dimostra che l'edificio è stato cominciato contemporaneamente dai due lati, orientale ed occidentale; il completamento della decorazione fu continuato nei secoli posteriori al diciottesimo. Ma quella parte che appartiene al Rinascimento nella maniera usata dai Rodari, va anche qui, come nel Duomo di Como, fino al principio del Rinascimento sublime.

Un effetto dei più pittorici e di un'eleganza straordinaria è il tipo dei candelieri usati qui come sostegno di arcata; la costruzione è probabilmente del cinquecento, ma è tutta nello stile e sentimento del primo Rinascimento il più perfetto; già questa loro destinazione è affatto nuova e caratteristica; mentre prima non avevano avuto altro scopo che quello della decorazione, ed erano stati tenuti in piccola scala, ora ci appaiono in compagnia dei grandi pilastri delle volte, e con una funzione tutta statica, essenziale nella struttura organica della chiesa; ed è tanto più ammirevole il tatto artistico col quale la loro forma nel complesso e nei particolari è stata concepita e sviluppata. Di fronte a ciascuna colonna corrisponde un semi-pilastro a contorni di candeliero, e come esso, addossato ai piloni di sostegno della cupola.

Alcuni di questi sostegni sono stati costruiti intorno al 1590, ma però nello stile rigorosamente conforme ai tipi primitivi del primo Rinascimento. Tutto l'interno della chiesa, astrazione fatta del barocco nelle arcature, produce un effetto passabilmente armonico. Dappertutto l'ornamento segue la funzione che ha il membro da decorare.

Nella facciata le cose sono ben diverse dall'interno; già al primo sguardo si distinguono le parti barocche dalle creazioni del Rinascimento. Il dott. Meyer passa in rassegna singolarmente le varie parti, ed è interessantissima l'analisi che ne fa; ma troppo lungo sarebbe per noi il seguirlo su questa via; diremo solo che il portico corrispondente alla navata di mezzo, ad eccezione della sovracostruzione a questo stesso portico, e i pilastri laterali adiacenti (due a destra e due a sinistra), costituiscono un vero monumento del primo Rinascimento nel suo ultimo grado di sviluppo verso il 1500, tanto nella disposizione costruttiva, quanto più nella ricca decorazione e nei particolari; tutto il resto, le superficie corrispondenti alle navate laterali, la balaustrata, l'arco di coronamento, ecc., è di un'epoca posteriore e nello stile barocco. Il porticato deve essere stato addossato alla facciata senza che facesse parte nel progetto primitivo della medesima, e lo si scorge da varie circostanze, che il dott. Meyer accuratamente rileva; ma nell'insieme non discorda, e il tutto apparisce armonico. Nella decorazione poi, non solo si è curata la parte estetica, il che appaga l'occhio, ma l'artista ha voluto parlare anche allo spirito, e tutta la decorazione, aiutata anche da iscrizioni, ha un senso, un significato, il quale è così espressivo, che, anche senza le iscrizioni, raggiungerebbe il suo scopo, quello di parlare allo spettatore.

Di fronte a un monumento così meraviglioso, involontariamente lo spirito nostro corre all'autore, e il dott. Meyer, con studio tutto particolare, non solo sulla guida dei documenti scritti, ma con discernimento ed esame critico ne fa ricerca. L'architetto non è più possibile di stabilire chi fosse; invece la decorazione interna pare debba ascriversi a Gaspare da Cairano e ad Antonio Della Porta, i quali avranno probabilmente lavorato anche alla facciata, anzi lo stile dei due alti rilievi « l'adorazione del Bambino » e « il battesimo di Cristo » ne fanno sicura fede; tuttavia la parte principale di questa decorazione esterna non trova analogia nell'interno, e il dott. Meyer ne fa autore Giovanni Gaspare Pedoni da Cremona; con esso hanno certamente lavorato altri scultori, principalmente Stefano Lamberti. Cosicché ai quattro artisti menzionati è dovuta tutta la costruzione del Rinascimento della chiesa dei Miracoli. Ad essi si aggiunse più tardi Gia-

como Fostinelli, del quale sono i « frisi intagliati » delle grandi ghirlande negli arconi della prima cupola.

*

Il Palazzo municipale di Brescia. — Il Palazzo municipale o Loggia è diventato il segno caratteristico-architettonico di Brescia; e davvero che la città può andare superba di questo splendido monumento, unico nel suo genere, e pel quale nessun'altra città della Lombardia può con essa rivaleggiare. Nel suo splendore artistico e pittorico, proprio al primo Rinascimento lombardo, sembra un discendente dei monumenti che l'arte romana creò all'epoca dei Cesari, e involontariamente il pensiero corre al vicino anfiteatro di Verona. Anche qui, come nella chiesa dei Miracoli, troviamo in uno stesso edificio il primo Rinascimento, il sublime ed il barocco, riuniti solo dalle vicende per le quali dovette passare la costruzione.

Il progetto risale al 1489 ed è opera dell'architetto Tommaso da Vicenza, il quale va identificato con Tommaso Formentone: in quest'epoca già Bramante aveva esercitato la sua influenza di riformatore nella Lombardia, la quale anche in questo monumento è manifesta; solo non si può dimostrare che vi abbia in qualche modo preso parte direttamente. La pianta dell'edificio è ben degna dello stesso Bramante, nell'apogeo del suo stile Romano: è la forma del Rinascimento, ereditata dal tipo del broletto medioevale-lombardo, ma in una scala gigantesca. Il suo interno ricchissimo appartiene già al Rinascimento sublime, della scuola di Palladio e Jacopo Sansovino; il coronamento barocco è del Vavittelli.

Il primo periodo della sua costruzione, di circa 15 anni, si chiude col 1508; la direzione era stata affidata a Filippo De' Grassi; ma la decorazione plastica nelle sue parti principali è degli stessi scultori che lavoravano alla Madonna dei Miracoli, Gaspare da Cairano, Antonio Della Porta e Giovanni Gaspare Pedoni, ai quali più tardi si unirono Stefano Lamberti e Jacopo Fostinelli.

Anche in questo Palazzo municipale, come nella maggior parte dei monumenti del primo Rinascimento, domina, come ha osservato l'architetto Ludwig Hofmann, un contrasto voluto fra l'aspetto d'insieme e i particolari; il primo grandioso, imponente non solo per le sue dimensioni, ma anche nelle membrature, le quali non hanno altro scopo che di essere monumentali; la decorazione invece, piccola, delicata e con minuta ma accurata finezza. Tuttavia nella Loggia di Brescia già si sente un carattere proprio, tanto che paragonandola alla chiesa dei Miracoli, i cui artisti sono i medesimi, troviamo nelle parti del primo Rinascimento, che pure hanno avuto origine contemporanea, una parentela nei particolari, ma una maniera diversa nell'insieme. Il rapporto fra lo scheletro costruttivo e la sua decorazione è vario nei due edifici. Nella chiesa dei Miracoli una ricchezza di particolari strabocchevole, una decorazione che si attacca e si identifica coi più minuti ornamenti; che si abbandona ad una ebbrezza nel curare la finezza della forma decorativa, impiccolendosi come nella miniatura, col sacrificio del senso della giusta misura.

Nel Palazzo municipale invece vi si sente subito un tratto prettamente monumentale, che soggioga il senso decorativo, assegnandogli un giusto posto nell'effetto architettonico delle masse, e lascia solo la plastica minuta sbizzarrirsi in quegli ornamenti che le convengono e che agiscono con effetto di contrasto coll'insieme, e questo è già un felice risultato dell'influenza dello stile Bramantesco.

Altri monumenti minori sono il Palazzo dei Monti di Pietà, quello delle Prigioni, varie facciate, dei portoni, degli altari, dei monumenti funerari, ecc.

VIII. — LA CHIESA DI SAN LORENZO IN LUGANO E LA MADONNA DI TIRANO.

La chiesa di San Lorenzo in Lugano è stata così minutamente e con tanta competenza illustrata da Rodolfo Rahn, che possiamo limitarci a poche parole; il lettore troverà la descrizione completa nell'opera del dott. Meyer, dove le conclusioni in vari punti discordano da quelle di Rahn.

La facciata è la sola parte, che dal punto di vista di quella architettura, che stiamo studiando, offra interesse; l'interno è

affatto inorganico, privo di decorazione e oscuro. La facciata era ideata degna della Certosa di Pavia, ma disgraziatamente è rimasta incompleta, anzi ineseguita, poichè non presenta che una semplice parete limitata da lesene rettilinee; però anche nel suo stato presente è di grande interesse, non solo per le grandi linee che la determinano, ma anche per quelle poche parti che sono state eseguite. Non mancano nella Chiesa delle tracce del quattrocento, l'arcata a forma di portone, che trovasi nella parete esterna settentrionale della navata longitudinale tra i pilastri della facciata e la prima cappella di S. Crispino, è tutta di quello stile, e probabilmente vi è stata portata da un altro monumento più antico; essa porta la data del 1488 e presenta un tipo misto, che ricorda il periodo di transizione.

La facciata di marmo, invece, appartiene interamente al Rinascimento; nessuna traccia che ricordi il gotico, nè quale accenno allo stile di transizione e molto meno quale arcaismo voluto; perciò già da questo punto di vista merita le si assegni un posto proprio, nella serie dei monumenti descritti: la Certosa, la cappella dei Colleoni, ma più vicino a quelle parti del Duomo di Como, che sono del Rinascimento, come una creazione affine a quella dello stile Bramantesco.

Il determinare però l'autore di questa facciata colle sue porte, i suoi pilastri, il fregio, ecc., non è possibile, e sebbene siano stati da diversi fatti vari nomi, oggidì, dopo gli studi di B. A. Deon, sembra certo, e il dott. Meyer ne conviene pure, che anche qui, come in tutti gli altri monumenti del Rinascimento, ci troviamo di fronte non a una personalità unica, ma ad una corporazione di artisti, ad una scuola, nella quale diversi allievi hanno portato il proprio contributo. Però il progetto direttivo, quello che servì di base all'azione di tutta la scuola, deve essere stato fatto da un solo architetto, come abbiamo visto anche per gli altri monumenti. In mancanza di documenti scritti, ci guidano in questa ricerca le analogie e parentele con altri monumenti, e in base alle medesime si fece già il nome di Tommaso Rodari. Però le analogie accennano non solo a Como, ma anche verso Brescia e più lontano, a Venezia. Ora da molti studi, che noi non possiamo riassumere, il dott. Meyer crede di poter ascrivere il merito della decorazione di questa facciata e sua esecuzione ai due grandi artisti Tamagnino e Busti e loro scuola.

*

La Madonna di Tirano. — Un altro monumento della stessa serie è la Madonna di Tirano. Di essa la sola parte esterna ha conservato la sua primitiva bellezza, l'interno è stato guastato da stucchi barocchi posteriori; le tracce della decorazione del Rinascimento non si scorgono a prima vista, bisogna ricercarle, sono poche e ridotte ai pilastri, ma sono però veramente rimarchevoli. L'interno non dovette essere in origine privo di una certa importanza; la pianta si avvicina a quella delle chiese a centro. Le navate minori si continuano solo lateralmente alla cupola; una navata trasversale manca, e al di là dello spazio sotto la cupola segue una campata della larghezza della navata centrale con chiusura poligonale; è quindi sempre il tipo Bramantesco della chiesa a cupola.

Nella decorazione interna dei pilastri abbiamo lontane reminiscenze di quelle dei pilastri del Duomo di Pavia; i particolari però, considerati per sé, e i fregi ricordano quelli di Lugano e di Brescia, ed anche lo stile delle figure non discorda da queste analogie, si avvicina però maggiormente ad alcune sculture del Duomo di Como. Con quest'ultimo però la parentela è ancora più risentita nella decorazione esterna, specie nella nobiltà con cui sono condotte le superficie parietali. Nelle due porte laterali riconoscesi subito la mano dei Rodari; la struttura, in ciò che vi ha del primo Rinascimento, è in intima parentela colle altre chiese dei medesimi nella Valtellina; sicchè il tipo Bramantesco ha subito una leggera modificazione verso lo stile del Duomo di Como; il che dimostra chiaramente che i Rodari vi ebbero gran parte in questo capolavoro, incominciatosi nel 25 marzo 1505 e consacrato il 24 maggio 1528. Ma anche qui, appunto per l'epoca in cui fu costruito, troviamo segni evidenti del passaggio dal primo Rinascimento, che stava finendo, al sublime, che allora sorgeva, e che nella facciata assume quasi esclusivamente

il predominio, e per l'appunto in una forma, che ricorda le facciate della Certosa e di S. Lorenzo in Lugano.

Sebbene la parentela sia evidente, le sculture della Madonna di Tirano nella loro magnificenza sono più perfette e condotte più correttamente nello stile del sublime Rinascimento, cosicchè si avvicinano più ai candelieri di Sansovino nella Loggia di Brescia (piano superiore); il che è in armonia colla data della loro origine (1530). L'autore è Alessandro Scala.

Questo gruppo di monumenti, congiunti fra loro da uno stretto legame di parentela, dimostra a prima vista elementi originari veneziani, ma che nel fondo poi non sono essi stessi che una modificazione del Rinascimento lombardo, e trovano il loro complemento in due altri monumenti molto lontani, quelli di D. Pedro Henriquez e di Catalina de Ribera, che nella chiesa dell'Università di Sevilla rappresentano il Rinascimento lombardo. Il dott. Meyer ne rileva tutte le analogie e conchiude col dire che ai tre artisti, Antonio della Porta, detto il Tamagnino, Gazini e Busti, si devono questi monumenti, i quali formano un gruppo particolare, vale a dire che i tre artisti caratterizzano lo stile, la maniera alla quale appartiene questo splendido e magnifico gruppo di monumenti.

IX. — CONCLUSIONE.

Se questo studio non fosse riuscito già troppo lungo, sarebbe qui il luogo opportuno per ben definire la natura dello stile del primo Rinascimento lombardo; il lettore avrebbe così il vantaggio di trovare qui unito, ciò che già abbiamo esposto nella descrizione dei singoli monumenti; non sarebbe però che una ripetizione condensata e più armonica, perciò possiamo anche rinunciare a fare una esposizione particolareggiata e limitarci ad alcuni cenni.

Lo stile del primo Rinascimento lombardo va considerato innanzi tutto nel suo carattere generale, poi nelle sue singole forme, e finalmente nella sua decorazione figurativa e ornamentale.

Il carattere di questo stile si manifesta tanto nella parte costruttiva, quanto nella decorazione, meno in quella che in questa; ma però è notevole in ambedue. Infatti, nella parte puramente architettonica, una delle creazioni più geniali dello stile è il tipo delle chiese a centro, il quale nelle costruzioni eseguite si manifesta in tutte le forme possibili, e negli schizzi che ci ha lasciati il gran Leonardo, troviamo ancora un numero di soluzioni del problema ben maggiore. E' vero che si potrebbe mettere in dubbio l'originalità di questo tipo, poichè lo troviamo già prima nell'Italia Centrale, sotto gli auspicci di Brunelleschi; ma nella Lombardia, Bramante, col farsi il paladino di questo tipo, trovava l'ispirazione nelle tradizioni locali. La forma a centro è delle più importanti, in esso s'incarna il bisogno di spazio, e questo era già un elemento attivo nell'architettura medioevale della Lombardia, e uno degli esempi più splendidi, che servì di maniera per molte ispirazioni successive, è la chiesa di S. Lorenzo in Milano.

La differenza poi, fra le costruzioni a centro dell'Alta Italia e gli altri tipi analoghi, viene caratterizzata all'interno dalle membrature, all'esterno dalle coperture; e dopo quanto abbiamo detto parlando dei singoli monumenti, non occorre di aggiungere altro. Tuttavia se l'idea fondamentale esisteva, e deve considerarsi nazionale, nel suo sviluppo riconosciamo l'ingegno potente di uno straniero, dell'Urbinate. Per farsi un'idea di quanto si deve a lui, basterà paragonare le arcate dell'Ospedale maggiore di Filarete e i chiostri della Certosa di Solari con la Canonica di Sant'Ambrogio del Bramante; il contrasto fra queste creazioni è sensibilissimo e permette di comprendere subito la differenza fra le loro maniere.

Questo contrasto poi fra le energie nazionali, tradizionali, e quelle dovute all'influenza dell'arte dell'Italia Centrale nella forma dello stile Bramantesco, è ancora più sensibile nella decorazione, dove i due stili si contendono il campo, e l'uno cedendo il posto all'altro, non si è dato per vinto, ha subito una trasformazione lenta, insensibile, come se non fosse che un'evoluzione propria, e così lo stile Lombardo, passando per le varie maniere che caratterizzano i singoli periodi di tran-

sizione e del primo Rinascimento, arriva allo stile Bramantesco.

Per meglio fare risaltare quanto venemmo esponendo, il dott. Meyer studia le analogie fra la decorazione lombarda e quella fiorentina, poi fra la stessa e quella di Venezia, e arriva alla conclusione che la decorazione lombarda del primo Rinascimento si svolge ora parallelamente, ora in opposizione colla fiorentina, sicchè arriva ad una maniera propria, particolare; un processo analogo ha luogo nei rapporti colla veneziana, ma meno accentuato, meno sensibile.

Se poi ci facciamo a considerare, non più l'insieme delle costruzioni, ma le singole parti, troveremo anche più pronunciato un elemento conservatore che regna attraverso tutte le fasi per le quali è passata l'arte nella sua evoluzione, è un segno chiarissimo dell'energia e vitalità della forza nazionale, però non è un elemento conservatore nel senso di impedire ogni progresso, di chiudersi in sé e non volere sentire le influenze esterne; no, è una forza che, conservando la propria potenza, sa assimilarsi le nuove forme artistiche, e innestandole sul sentimento artistico tradizionale, si sviluppa evolvendo nelle forme del Rinascimento. E questo si può dire non essere altro che una continuazione di quel processo che già si era verificato prima, quando la decorazione lombarda del trecento si era adattata alle nuove bellezze che il gotico le aveva portato.

Il dott. Meyer ricerca per l'appunto queste tradizioni di motivi romani e gotici nello stile del Rinascimento, e dimostra con una ricchezza di esempi, come la trasformazione sia avvenuta, continua e omogenea, e senza che i vecchi motivi disturbino menomamente nel quadro del Rinascimento; anzi colla loro influenza hanno contribuito a dare a questo quel carattere tutto proprio, che ha fatto dello stile Bramantesco lombardo uno stile interamente nazionale, speciale all'Alta Italia, che si distingue perfettamente dal Rinascimento toscano.

Ora questo processo non poteva a meno di continuare anche nella decorazione, tanto figurativa che ornamentale, perchè non era dovuto a cause passeggere, occasionali, ma agli elementi nazionali, esuberanti di vitalità.

Infatti nella decorazione figurativa la tradizione ci riporta ai Campionesi del trecento ed anche ai loro precursori, se vogliamo salire nell'epoca romana. La tendenza a produrre dei soggetti narrativi, tutta loro speciale, si manifesta con nuova energia nel primo Rinascimento e si continua negli artisti del quattrocento; ne sono splendide prove il zoccolo della Certosa, la facciata della cappella dei Colleoni, le terrecotte di Cremona, i numerosi portoni nelle varie città, ecc. E questa tendenza non cede il posto davanti al sentimento più architettonico del nuovo stile, che a poco a poco e con molta fatica. Questo si è verificato in modo ancora più notevole nell'ornamentazione, poichè ivi la trasformazione poté avvenire senza che le antiche tradizioni vi perdessero molto; l'adattamento era più facile e più omogeneo, tanto nel contenuto come nella composizione, ed è così che questa decorazione ornamentale del quattrocento è la vera madre naturale dell'altra del cinquecento, che riuscì la più ricca in tutta Italia.

Teramo.

GAETANO CRUGNOLA.

NOTIZIE

La popolazione del Regno secondo il censimento generale eseguito il 9 febbraio 1901. — Nella *Gazzetta Ufficiale* del 18 maggio furono pubblicati i risultamenti sommari di un primo spoglio, fatto negli Uffici municipali, delle schede del censimento generale della popolazione del Regno. Nella notte dal 9 al 10 febbraio 1901 erano presenti nel complesso dei Comuni 32 465 982 abitanti; questa cifra potrà subire qualche variazione nei lavori di revisione, che farà l'Ufficio centrale di statistica, ma non differirà notevolmente da quella definitiva.

Al 31 dicembre 1881 erano stati censiti 28 459 628 abitanti; si ebbe adunque in 19 anni e 40 giorni un aumento assoluto di abitanti di 4 006 354, che corrisponde ad un aumento medio annuale aritmetico di 7,35 ogni mille abitanti. Nell'intervallo fra i due cen-

simenti del 1861 e 1871 l'aumento medio annuale era stato di 7,13 e fra il 1871 e il 1881 di 6,19 per mille. Nonostante il forte movimento d'emigrazione all'estero che si è verificato nell'ultimo ventennio, la popolazione è in esso cresciuta più rapidamente che nel ventennio precedente.

La densità media della popolazione, cioè il quoziente che s'ottiene dividendo la cifra di popolazione per quella della superficie del Regno (kmq. 286 648) era nel 1861 di 87 abitanti per chilometro quadrato; nel 1871 di 93; nel 1881 di 99 e nel 1901 di 113.

Dal 1° gennaio 1882 al 31 dicembre 1900 avvennero nel Regno 20 971 361 nascite e 14 816 642 morti. Aggiungendo alla popolazione censita nel 1881 l'eccedenza dei nati sui morti negli anni 1882-1900, cioè 6 154 719, si ottiene la cifra di 34 614 347, che rappresenta la popolazione del Regno al principio del 1891, tenuto conto del solo movimento naturale delle nascite e delle morti avvenuto dopo il 1881.

La differenza di 2 148 365, fra quest'ultima cifra e quella ottenuta direttamente col censimento, indica la perdita causata, posteriormente al 1881, dal movimento d'emigrazione all'estero.

Dalle statistiche annuali dell'emigrazione, che sono compilate su notizie fornite dai sindaci in base ai *nulla osta* pel rilascio del passaporto od alla notorietà del fatto dell'espatrio, risulta che negli anni corsi fra il 1882 e il 1900 partirono dal Regno in emigrazione temporanea 2 240 799 persone, o più precisamente 117 000 in media ogni anno.

Inoltre, in quegli stessi anni, uscirono dal Regno 2 338 686 persone in emigrazione permanente.

Il movimento annuale d'emigrazione temporanea, cominciando d'ordinario verso la fine del mese di febbraio, allorché, per il mitigarsi della stagione, si rendono possibili i grandi lavori all'aperto, di sterri, costruzioni stradali, lavori portuali e simili, non può avere influito notevolmente sui risultati del censimento, che fu eseguito il 9 febbraio. Inoltre, non tutti coloro che furono iscritti nel gruppo dell'emigrazione permanente rimasero all'estero 19 anni di seguito. Le persone che non risposero all'appello fatto in occasione del censimento sommano, come si è detto, a 2 148 365, mentre l'emigrazione propria avvenuta dal 1882 in poi consta di 2 338 686 individui. Parrebbe adunque che nei 19 anni fossero rimpatriati, di questo gruppo, soltanto 190 321. Sappiamo invece, dal movimento della navigazione, che i viaggiatori di terza classe sbarcati in porti del Regno, da navi provenienti da paesi transatlantici, corrisponde ad un terzo, oppure ad un quarto, secondo gli anni, del numero degli emigrati per quelle destinazioni.

Esaminando i dati dell'ultimo censimento, separatamente per ciascuno dei compartimenti in cui si suole dividere il Regno, e confrontandoli con quelli del censimento fatto il 31 dicembre 1881, si hanno le cifre seguenti:

Compartimenti	Popolazione presente		Aumento medio-aritmetico annuo per 1000 abitanti
	31 dicembre 1881	9 febbraio 1901	
Piemonte	3 070 250	3 326 311	4,36
Liguria	892 373	1 080 944	11,06
Lombardia	3 630 615	4 278 188	8,47
Veneto	2 814 173	3 130 429	5,86
Emilia	2 183 391	2 451 752	6,36
Toscana	2 208 869	2 548 884	8,05
Marche	939 279	1 064 749	6,99
Umbria	572 060	644 367	6,61
Lazio	903 472	1 206 354	17,54
Abruzzi	1 317 215	1 442 365	4,97
Campania	2 896 577	3 142 378	4,44
Puglie	1 589 064	1 949 423	11,87
Basilicata	524 504	490 000	— 3,44
Calabria	1 257 883	1 375 760	4,90
Sicilia	2 927 901	3 544 764	11,02
Sardegna	682 002	789 314	8,23
Regno	28 459 628	32 465 982	7,35

Gli aumenti più forti di popolazione dal 1881 in poi si sono verificati nella provincia di Roma, nelle Puglie, in Liguria, in Sicilia; gli aumenti più deboli in Piemonte, Campania, Calabria e Veneto, e queste ultime sono appunto le regioni le quali danno i più grossi contingenti all'emigrazione permanente.

Nel complesso dei 69 Comuni Capoluoghi di Provincia, al 31 dicembre 1881, si contarono 4 509 159 abitanti, ed al 9 febbraio 1901 se ne contarono 5 615 317, con un aumento di 1 106 158, corrispondente ad una media aritmetica annua di 12,8 ogni 1000 abitanti, mentre nei rimanenti Comuni del Regno l'aumento medio annuo è stato soltanto di 6,3. Fra il 1871 e il 1881 l'aumento medio annuale nel complesso dei 69 Comuni Capoluoghi di Provincia era stato di 9,88 per mille. Viene adunque accentuandosi sempre più la tendenza della popolazione a vivere agglomerata in grandi città, abbandonando i piccoli centri rurali. Questo fatto si può rilevare

anche più chiaramente dal seguente prospetto, che dà per 12 Comuni, i più popolosi del Regno, le cifre di popolazione per anni compresi fra il 1800 e il 1901:

Città	Popolazione presente			
	1800	1840	1871	1901
Roma	153 004	154 632	244 484	463 000
Napoli	400 000	400 000	448 335	563 731
Milano	134 528	203 186	261 985	491 460
Torino	74 167	127 565	212 644	335 639
Palermo	203 310	168 000	219 398	310 352
Firenze	80 000	102 000	167 003	205 680
Genova	77 000	118 000	161 669	234 809
Bologna	66 000	71 000	115 957	152 009
Venezia	96 000	106 900	128 901	151 841
Messina	46 053	93 000	111 854	149 823
Catania	45 081	56 515	84 307	149 698
Livorno	59 694	79 752	97 096	98 505

La popolazione delle città qui considerate è cresciuta nello scorso secolo da 1 434 837 a 3 306 547, cioè nel rapporto di 100 a 230.

Verso il 1770 la popolazione d'Italia, nei confini attuali si calcolava di 16 450 000 (1). Essa si sarebbe adunque raddoppiata nello spazio di 130 anni. L'aumento non è avvenuto colla stessa intensità in tutte le parti del Regno; esso è stato più forte specialmente nelle due isole di Sardegna e di Sicilia, nelle Puglie, in Liguria, nella Provincia di Roma e in Toscana; più lento invece in Basilicata, negli Abruzzi, nelle Marche, in Piemonte e nel Veneto, mediocre nelle altre parti.

Prese complessivamente le cifre del Regno, la legge d'accrescimento della popolazione nello scorso secolo, si può dedurre dai seguenti dati:

Anno 1800	totale degli abitanti	18 000 000 (Beloch).
» 1820	»	19 503 986 (Castiglioni).
» 1840	»	22 485 617 »
» 1861	»	25 016 801 (1° cens. Regno) (2).
» 1871	»	26 801 154 (2° cens. Regno).
» 1881	»	28 459 628 (3° cens. Regno).
» 1901	»	32 465 982 (4° cens. Regno).

L'aumento è stato più rapido verso la fine del secolo che sul principio di esso. Questo fatto demografico non dipende da una maggiore fecondità della popolazione, giacchè i quozienti di natività sono ora alquanto più bassi che nei primi anni del periodo d'osservazione; ma è dovuto piuttosto alle migliorate condizioni igieniche, che hanno fatto diminuire i quozienti di mortalità. Per gli anni compresi fra il 1840 e il 1850 si è calcolato che nelle popolazioni dei vari Stati nei quali era allora divisa l'Italia, si contassero 30,6 morti all'anno ogni 1000 abitanti (3); per gli anni fra il 1871 e il 1880 il quoziente di mortalità era ancora 29,9 e per gli anni fra il 1896 e il 1900 era ridotto a 22,9 per 1000 abitanti.

Se come indice della *vita media* della popolazione si prende, in difetto di elementi più precisi di calcolo, il quoziente che s'ottiene dividendo la cifra di popolazione per la semisomma delle cifre dei nati e di quelle dei morti nella media annuale del periodo d'osservazione, si ottiene che nel nostro paese la *vita media* era di 30 anni e 5 mesi fra il 1840 e il 1850 ed è salita a 35 anni fra il 1896 e il 1900 (4).

Le schede di censimento, che contengono le notizie per ciascun individuo, dopo aver servito ad un primo computo della popolazione, fatto presso gli Uffici municipali, si stanno ora raccogliendo nell'Ufficio centrale di statistica in Roma. A cura di questo si faranno gli spogli ulteriori, per ottenere le classificazioni della popolazione per sesso, età, luogo di nascita, nazionalità, stato civile, religione, grado d'istruzione, lingua parlata, difetti fisici, professione, e condizione economica rispetto alla professione ed alla possidenza.

(Rivista d'igiene e sanità pubblica).

Proprietà meravigliose dei nuovi metalli: polonio, radio ed attinio. — Il signor Paul Besson, in una sua Memoria presentata alla « Société des Ingénieurs Civils » di Francia, ha fatto un breve riassunto delle proprietà finora conosciute di questi tre nuovi metalli, i quali, sebbene non abbiano oggi alcuna applicazione industriale,

(1) G. BELOCH, *La popolazione d'Italia nei secoli XVI, XVII e XVIII* (« Bulletin de l'Institut international de statistique », tom. III, 1^{re} livraison. — Roma, tip. Eredi Botta, 1888).

(2) Integrato per ciò che riguarda le Province annesse più tardi al Regno.

(3) *Annuario economico-statistico d'Italia per l'anno 1853.* — Tip. Ferrero, Torino 1855.

(4) Se si calcola, come più comunemente si suol fare, la *vita media*, dividendo la cifra di popolazione per la sola cifra dei morti, essa risulta di 33 anni e 4 mesi fra il 1840 e il 1850 e di 43 anni e 6 mesi fra il 1896 e il 1900.

pure non è escluso che possano averne in avvenire di importanti, siccome avvenne per il cromo, il tungsteno, il vanadio, che rimasero per molto tempo quali semplici prodotti di laboratorio, prima di trovare applicazioni in metallurgia, e così pure per i sali di torio, di cerio, di didimio e di lantanio, il cui uso si è generalizzato in questi ultimi anni nella fabbricazione delle reticelle Auer e Denayrouse.

Nel 1898 la signora del prof. P. Curie scopriva in due minerali d'uranio, la pechblenda e la calcolite, un elemento nuovo, il *polonio*; ed in unione al prof. Curie ed al signor Bémont, un altro corpo semplice della famiglia del bario, il *radio*. Infine, nel 1899 il signor Debierne caratterizzò un terzo metallo, l'*attinio*, le cui proprietà si avvicinano a quelle del torio.

Questi metalli sono contenuti nei minerali di uranio e di torio, quali la pechblenda e la calcolite; nella cariotite (minerale di vanadio e di uranio) si contengono, col bario ed il bismuto, il radio ed il polonio; se ne trovano pure nell'autunite (fosfato idrato uranio-calcico), del quale si trovano alcuni esemplari ad Autun.

La loro estrazione vien fatta dai residui dei minerali di uranio provenienti dalla miniera imperiale di Joachimsthal in Boemia, trattati chimicamente per cura della Società Centrale dei prodotti chimici (già Ditta Rousseau) nello stabilimento di Javel.

I residui della pechblenda, liberati dall'uranio, sono trattati prima cogli acidi; poi al liquido ottenuto viene aggiunto idrogeno solforato, con che si ottengono dei solfuri complessi di piombo, bismuto, rame, arsenico ed antimonio. Col solfuro di ammonio si separano l'arsenico e l'antimonio. Il residuo ripreso coll'acido nitrico è liberato per mezzo dell'acido solforico dal piombo, che precipita allo stato di solfato di piombo insolubile. Per ultimo, il polonio ed il bismuto sono precipitati dall'ammoniaca, restando nel liquido il rame, ed il polonio viene separato dal bismuto per la proprietà che i sali del polonio precipitano coll'acqua acidulata più rapidamente che non i sali di bismuto.

Il radio ha proprietà molto simili a quelle del bario, col quale si trova facilmente mescolato, e nel luglio 1900 il prof. Curie ha potuto separare i due cloruri valendosi di acqua alcoolizzata, nella quale il cloruro di bario è più solubile del cloruro di radio.

L'attinio fu ricavato pure da una pechblenda liberata dall'uranio; però il trattamento è tanto laborioso, che si dovette operare su 3 tonnellate e mezza di residui del minerale per ricavarne un decigramma soltanto per tonnellata di minerale.

I tre metalli ora scoperti godono di proprietà molto curiose; a tutti è noto che fin dal 1896 Enrico Becquerel, studiando i corpi fosforescenti, trovò tra di essi che i sali d'uranio ed i sali doppi di uranile e di potassio o di sodio emettevano radiazioni speciali aventi molta analogia coi raggi X. Il fenomeno era assolutamente nuovo ed essenzialmente diverso dalla fosforescenza o fluorescenza.

L'uranio, allo stato metallico od in combinazione, emette indefinitamente un flusso d'energia, malgrado tutte le precauzioni state prese per isolarlo dalle irradiazioni esterne. Questi raggi, propri dell'uranio, furono detti raggi Becquerel.

I tre metalli, il polonio, il radio e l'attinio emettono raggi Becquerel in quantità enorme. Con tutto ciò non è stato possibile ancora isolare questi metalli. Il che non impedisce che i miscugli di cloruro di bario e di radio, o di ossido di bismuto e di polonio, emettano un'irradiazione almeno 100 volte maggiore dell'uranio metallico.

Secondo le ultime ricerche di Giesel in Germania, Crookes in Inghilterra, Debierne e Becquerel in Francia, pare che l'uranio non debba la sua attività che alla presenza di tracce di attinio.

Come è noto, tanto i raggi catodici, quanto quelli di Röntgen, si propagano in linea retta; essi vengono più o meno assorbiti secondo la densità dei corpi che essi attraversano, ed hanno la proprietà di impressionare le lastre fotografiche. Tuttavia vi è differenza fra i raggi catodici ed i raggi di Röntgen; poichè se amendue rendono l'aria conduttrice, i primi trasportano, a differenza dei secondi, una carica elettrica negativa che viene da essi ceduta ai corpi attraversati; il qual fenomeno non si può concepire senza ammettere la presenza di particelle materiali che portino una quantità di elettricità negativa. Inoltre il campo magnetico non riesce a far deviare i raggi X, mentre una parte dei raggi di Becquerel viene deviata dal campo magnetico. Ora il prof. Curie avrebbe constatato che il radio emette dei raggi deviabili nel campo magnetico, analogamente ai raggi catodici, e dei raggi non deviabili, analogamente ai raggi X; che tanto gli uni che gli altri rendono l'aria conduttrice dell'elettricità e che i raggi deviabili sono carichi negativamente come i raggi catodici.

I raggi di Becquerel non si riflettono, non si rifrangono, non si polarizzano, mentre prima d'ora tutti i movimenti vibratorii sembrava non potessero essere caratterizzati senza di questi tre fenomeni.

Le sostanze radioattive presentano la proprietà di scaricare i corpi elettrizzati; un elettroscopio carico viene scaricato, avvicinandosi un corpo radioattivo, con tanta maggiore rapidità quanto maggiore è la attività del metallo; questa scarica avviene anche attraverso un vaso di vetro, oppure facendo arrivare sull'elettroscopio una corrente d'aria che passi su sostanze radioattive. La scintilla elettrica di un rocchetto d'induzione fra due vie indifferenti, sceglie quella sulla quale si trova il radio, ed il fenomeno ha luogo anche ad una certa distanza.

Le polveri dei corpi radioattivi inducono le proprietà radioattive a tutti gli oggetti circostanti; l'aria stessa è resa conduttrice per modo che non si può eseguire alcuna misura di precisione, gli apparecchi non essendo più isolati.

Risulterebbe dalle misure del prof. Curie che la potenza d'irradiazione è di 10 milionesimi di watt, e che lo spostamento di materia corrispondente sarebbe di 1 mmg. circa in un miliardo d'anni!

La radioattività fu pure studiata da Schmidt, che l'osservò sui composti del torio.

Risulterebbe da tutte queste ricerche che la radioattività è una proprietà atomica, la quale sembra inerente alla materia che ne è dotata, e non può essere distrutta né con un cambiamento dello stato fisico, né con una trasformazione chimica. Qualsiasi sostanza inattiva venisse aggiunta, ha per effetto di diminuire l'attività, operando ad un tempo e come materia inerte e come sostanza assorbente.

Riscaldando della pechblenda nel vuoto si estriccono dei prodotti di sublimazione assai attivi, in piccolissima quantità. Il prodotto gasoso raccolto, e racchiuso in un tubo di vetro, agisce ancora all'esterno come una sostanza naturalmente radioattiva. Durante un mese si ottennero impressioni fotografiche molto nette, e così pure la scarica di corpi elettrizzati. A poco a poco la radioattività andò diminuendo e poi scomparendo del tutto. Esaminato allo spettroscopio, questo gas manifestò le strisce dell'ossido di carbonio. La pechblenda contiene pure l'argon e l'elio, ma i loro gas non sono radioattivi. Le condizioni di produzione di questo gas attivo e la sparizione della sua attività non sono ancora abbastanza spiegabili.

Lo zinco, lo stagno, l'alluminio, l'ottone, il piombo ed anche la carta prendono con facilità un'attività indotta, la quale non sparisce che dopo lavatura a grand'acqua della piastra impressionata. L'attività aumenta colla durata dell'esposizione fino ad un certo limite; sopprimendo l'azione radiante, l'attività diminuisce e tende a divenire nulla.

Il signor Debierne ottenne coll'attinio effetti di radioattività indotta molto intensi. Egli attivò sali di bario mantenendoli in soluzione con sali di attinio; ebbe il massimo degli effetti sul precipitato di solfato di bario lasciato lungo tempo a contatto dell'attinio, ritirando il quale, il bario rimane attivo. I sali di bario così attivati posseggono in parte soltanto le proprietà del radio. Il bario attivato rimane attivo dopo diverse trasformazioni chimiche; quest'attività è dunque una proprietà atomica. Il cloruro di bario, attivato è molte volte più attivo dell'uranio metallico; esso è spontaneamente luminoso. Ma il bario attivato si distingue dal radio in ciò, che esso non ne ha lo spettro e che la sua attività diminuisce a poco a poco col tempo.

Il polonio, il radio e l'attinio rendono fluorescenti il solfuro di zinco, il solfato di uranio, il platino-cianuro di bario, e quest'azione ha luogo anche attraverso ad una lamina metallica. Il signor Becquerel osservò lo stesso fenomeno sui sali di uranio, sul diamante, sulla blenda, come pure sulla carta, sul vetro, sul cotone.

Il radio poi gode della proprietà curiosa di essere spontaneamente luminoso. La luce emessa non ha tale intensità da poter essere veduta alla luce del giorno, ma è sufficiente per poter leggere di notte chiaramente. La luce emessa emana da tutta la massa del prodotto, a differenza dei corpi fosforescenti ordinari, nei quali la luce non emana che dalla parte precedentemente illuminata. Coll'umidità, la luce diminuisce di intensità, ma si rianima coll'essiccamento. E pare che tale luminosità sia duratura, mentre non vi si ravviserebbero variazioni anche nello spazio d'un anno. Si ottengono tubi luminosi mescolando molto solfuro di zinco con pochi centigrammi di cloruro di bario, contenente tracce di radio.

I sali di radio godono anche di proprietà chimiche molto interessanti. Sotto la loro azione, l'ossigeno è trasformato in ozono; il platino-cianuro di bario viene trasformato in un sale bruno, meno fluorescente; sono fenomeni d'ossidazione. La porcellana ed il vetro assumono un color violetto o bruno; e la colorazione non è superficiale, né sparisce lavando con acidi; essa ha luogo in tutta la massa. Il sal gemma, il cloruro di potassio, la carta si alterano e si coloriscono. I cristalli incolori divengono gialli, poi rosei; ma il colore sparisce in soluzione.

L'azione fotografica di queste nuove sostanze radioattive è estremamente rapida a piccole distanze; ma va diminuendo col crescere della distanza. Con un tubo contenente qualche centigramma di cloruro di bario e di radio si ottiene la radiografia di una busta di compassi a 20 cm. di distanza con una posa di alcune ore; se la distanza è di un metro, occorrono alcuni giorni; in quest'ultimo caso si hanno prove di maggiore finezza.

In conclusione, noi ci troviamo dinanzi ad una serie di fenomeni nuovi e meravigliosi. Abbiamo nuovi metalli, spontaneamente luminosi, i quali producono dell'elettricità, agiscono sulle lastre fotografiche, coloriscono il vetro, e tutto ciò senza che dessi subiscano modificazioni apprezzabili.

Essi producono dell'energia, e non sembra che l'attingano a sorgenti esterne, il che verrebbe da urtare contro i nostri principii di meccanica, di fisica e di chimica.

A spiegazione di questi fenomeni, il signor Gustavo Le Bon emise un'ipotesi, che parrebbe abbastanza bene giustificata.

Egli ammette che le proprietà dei corpi radioattivi sieno dovute a

reazioni chimiche mobilissime, le quali si fanno e si disfanno sotto l'influenza di una causa semplicissima e, per esempio, di minime variazioni di temperatura. Egli cita ad esempio il solfato di chinino, riscaldato su carta in contatto di una parete metallica a 120°, diviene fosforescente, poi si spegne, e la fosforescenza rinasce posando la carta su di una parete fredda. Il fenomeno è accompagnato da sviluppo di elettricità. Ed il Le Bon ammetterebbe che siano l'idratazione e la disidratazione a produrre il fenomeno.

Venne osservato che il freddo prodotto dall'ebullizione dell'aria liquida, aumenta la luminosità del radio; che il cloruro di radio è stato fuso a circa 800° ed è rimasto attivo e luminoso.

Dal punto di vista fisiologico, si hanno fenomeni non meno interessanti; il sale di radio agisce sulla retina dell'occhio per la semplice applicazione sua sulle tempie, in modo che, pur tenendo chiusi gli occhi, si distingue un bagliore. La pelle è colorata, quasi bruciata, per il semplice contatto diretto, e le foglie degli alberi diventano secche.

Alla scoperta di tali proprietà non tarderanno a seguire le applicazioni, ond'è da augurarsi che le sorgenti della produzione siano più abbondanti e l'estrazione meno onerosa.

Ci troviamo ad ogni modo in presenza di una materia che può attraversare i corpi materiali; quindi non può trattarsi né di gas, né di vapori, né di molecole, ma bensì di atomi dissociati, di una forma ultima della materis, tale che i corpi possano emetterne indefinitamente senza perdere sensibilmente di peso. Queste particelle, conducendosi come la corrente elettrica, per quanto riguarda la deviazione, proverebbero che sono animate da una velocità estremamente grande. Eccoli dunque in un campo di studi affatto nuovo, in presenza di una forma di materia totalmente diversa da quella finora studiata in chimica, tale fors'anche da farci ammettere in un modo evidente l'unità della materia.

Eccoci dunque, conclude il signor Besson, ad una nuova sosta nella lunga storia della scienza; quando abbiamo voltato una pagina, ci accorgiamo che il libro è appena cominciato e che la verità, che si cerca, si allontana quando già si crede di afferrarla.

(Société des Ingénieurs Civils de France).

BIBLIOGRAFIA

Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction. — Deuxième session.

Tome I. — *Documents généraux*. — Un volume in-4°, di 86 pagine, con figure, Lire 3.

Tome II. — *Rapports particuliers. Métaux*. — Un vol. in-4°, di 351 pagine con molte figure nel testo e 46 Tavole a parte, L. 25.

Tome III. — *Rapports particuliers. Autres matériaux*. — Un vol. in 4°, di 253 pagine con numerose figure nel testo, Lire 17.

Prezzo dei tre volumi presi insieme, Lire 40.

Con Decreto 9 novembre 1891 del Presidente della Repubblica, veniva costituita in Francia, sotto la presidenza di Alfredo Picard, ispettore generale dei Ponti e Strade, una Commissione tecnica per lo studio dei metodi di prova dei materiali da costruzione, il cui scopo principale era quello di formulare delle norme generali da adottarsi nelle dette prove, e di stabilire le unità da prendersi come termine di paragone. Questa Commissione, collo stesso decreto, veniva divisa in due sezioni, l'una delle quali per le questioni relative ai metalli, l'altra per tutti gli altri materiali da costruzione.

Non è necessario ch'io insista sopra l'importanza dei lavori commessi a questa Commissione, i quali, devono condurre all'unificazione dei metodi di prova, poichè è noto essersi poco dopo fondata ufficialmente l'Associazione internazionale, con scopi affatto identici, a cui Bauschinger fin dal 1882 aveva cercato di dare vita; era quindi un bisogno generalmente sentito fra i tecnici. D'altra parte, in seguito all'introduzione di grandi macchine per le prove dei materiali per scopi speciali, ed alle numerose esperienze e ricerche che dal 1850 in poi si andavano facendo, si era venuto constatando che risultati numerici identici di una resistenza o di un allungamento, potevano in realtà corrispondere a qualità di materiali ben diverse, secondo il modo col quale erano state eseguite le prove sopra di essi, cioè a dire, secondo le dimensioni dei provini sottoposti ad esame, le forme loro, gli sforzi esercitati, ecc., donde la necessità di rendere uniformi i metodi di prova, affinché i risultati fossero paragonabili.

Con questo non è detto che tali metodi di prova una volta stabiliti, non debbano più variare; ciò sarebbe un'esagerazione. Le nostre cognizioni sulle proprietà dei materiali vanno arricchendosi e progredendo ogni giorno, per cui anche i metodi di prova devono progredire di pari passo. Ma, come osservava il Ministro dei Lavori Pubblici nella sua proposta, è incontestabile che si rende un grande servizio tanto agli industriali che fabbricano i materiali da costruzione, quanto alle imprese che li mettono in opera e alle autorità e ai privati pei quali i lavori vengono eseguiti, determinando i metodi di prova che attualmente sono da raccomandare, e soprattutto definendo in modo

abbastanza solenne, affinché si imponessero a tutti, *per il presente e per un avvenire più o meno lontano*, i generi di prova e le unità da prendersi come termini di paragone.

La Commissione si è messa subito all'opera, e nel 12 maggio 1893 chiudeva una prima sessione dei suoi lavori; la Relazione, pubblicata in quattro grossi volumi è opera veramente magistrale e costituisce uno dei più preziosi contributi allo studio dei metodi di prova dei materiali da costruzione. Essa fu presentata ai Congressi internazionali, per l'unificazione di tali metodi, tenutisi a Chicago nel 1893 e a Zurigo nel 1895, e fu meritamente assai apprezzata.

Ma in quella prima sessione si era riconosciuta la necessità di nuove esperienze e di ricerche complementari, per meglio approfondire lo studio di varie questioni, sulle quali non era stato possibile di prendere delle deliberazioni definitive; per alcuni materiali poi, quali il legname e le pietre naturali e artificiali, era stato giuoco-forza aggiornare lo studio relativo, sicché la Commissione vedevasi aperta alla sua attività un campo vasto e, diremo, quasi vergine; e si accinse a percorrerlo con quella energia e solerzia che l'avevano accompagnata nella sua prima sessione.

Dopo sette anni circa di lavoro assiduo e fruttifero, alla vigilia della grande Mostra Universale, durante la quale doveva tenersi il Congresso internazionale dei metodi di prova, la Commissione credette venuto il momento di fare una nuova tappa nella sua marcia, e diede termine ai lavori della seconda sessione, consegnando il risultato delle proprie ricerche in una serie di rapporti, che formano tre splendidi volumi, pubblicati in questi giorni presso l'editore V. va Carlo Dunod di Parigi, e dei quali noi intendiamo appunto di dare un breve resoconto ai lettori dell'*Ingegneria Civile*.

Il primo di questi volumi contiene i documenti generali, ossia il Decreto di nomina della Commissione, la lista delle persone che la compongono, il Rapporto del Ministro dei Lavori Pubblici al Presidente della Repubblica, i discorsi pronunciati alla seduta di chiusura dei lavori della 2ª sessione, la Relazione generale che costituisce la sintesi dei singoli Rapporti particolari, e le decisioni ultime adottate.

Abbiamo già detto che la Commissione era stata fin dall'origine divisa in due sezioni, perciò anche i Rapporti particolari corrispondono a questa divisione; quelli della sezione *A* formano la materia del secondo volume, mentre quelli della sezione *B* sono compresi nel terzo volume. Nelle ricerche intraprese così isolatamente si venne presto a trovarsi in presenza di questioni d'ordine affatto generale e si deliberò allora di trattarle in seduta plenaria, riunendo cioè le due sezioni, e i Rapporti che vi si riferiscono fanno pure parte del terzo volume.

*

Le Relazioni della sezione *A* sono in numero di 19, tutte dirette allo studio particolareggiato dei metodi di prova in uso per lo passato e fino ad oggi, allo scopo di determinarne le proprietà dei metalli, le loro qualità intime e i loro difetti nascosti.

La Commissione ha classificato i diversi metodi in tre grandi categorie: prove fisiche, prove chimiche e prove meccaniche.

Alla prima di esse si riferiscono cinque delle Relazioni contenute nel primo volume; nell'una Osmond espone l'influenza degli elementi complessi dipendenti dalla composizione chimica del metallo, dalla sua struttura e dagli sforzi interni che determinano o compromettono le proprietà di resistenza dei metalli d'ogni specie. Barba mostra in che modo le condizioni di fabbricazione, le ineguaglianze di temperatura durante il raffreddamento dei pezzi lavorati, contribuiscono a provocare tensioni interne suscettibili di dar luogo a rotture. Guillin e Lenclet esaminano la correlazione fra l'aspetto della superficie di una sbarra d'acciaio sottoposta a prove meccaniche, e le proprietà di questo acciaio. Osmond, in una seconda Memoria, tratta delle applicazioni di cui è suscettibile la metallografia microscopica nella fabbricazione delle rotaie. Finalmente l'ingegnere Léon Lévy comunica delle curve di raffreddamento di alcuni acciai.

Nella seconda categoria, prove chimiche, una Relazione sola è stata presentata, è del chimico Carnot, il quale, colla competenza a lui particolare, riassume tutte le cognizioni attuali sull'analisi chimica dei ferri, delle ghise e degli acciai.

La terza categoria delle prove meccaniche si suddivide in studi teorici e in ricerche sperimentali. Nella prima sottodivisione si hanno tre Relazioni di Hartmann, di Mesnager e di Ricour, sul modo di trasmissione degli sforzi nelle prove meccaniche, sui metalli e sul limite dell'elasticità. Già fin dal 1830 il capitano Duguet aveva messo in rilievo l'insufficienza della teoria alla spiegazione completa dei fatti che si osservano nel lavoro dei metalli; ora il comandante Hartmann, coi suoi studi veramente geniali e profondi, ha messo in evidenza certe deformazioni, che l'applicazione degli sforzi provoca nei pezzi metallici prima e dopo il limite di elasticità fino alla rottura, ed è stato condotto a stabilire una teoria dell'elasticità basata sulla considerazione della polarizzazione delle molecole.

Mesnager dimostra nella sua Relazione come i risultati ottenuti da Hartmann conducano a considerare d'ora innanzi nel meccanismo della deformazione permanente il risultato di scorrimenti interni, e ne deduce delle conseguenze pratiche relative al numero dei coeffi-

cienti necessari, per definire la natura di un metallo. Ricour è riuscito ad indicare la possibilità di stabilire, mediante deduzioni matematiche, un legame tra i fenomeni osservati e le teorie generali, che ammette la scienza attuale, per rappresentare la costituzione molecolare dei corpi.

La pratica non ha potuto ancora ben formulare, almeno in modo definitivo, le applicazioni che le nuove osservazioni permettono di fare, ma ciononostante, nelle Relazioni indicate e in quella generale, si danno delle indicazioni atte a fissare l'attenzione degli sperimentatori per l'avvenire.

Le altre dieci Relazioni si riferiscono alle ricerche ed alle esperienze d'ordine pratico eseguite dalla Commissione, coll'intento di apprezzare in modo più completo alcuni punti di vista non ancora ben chiariti sui diversi metodi di prova. Si hanno così: due Relazioni sulla resistenza a uno sforzo di deformazione graduale agente per trazione; una per le prove alla bucatina a macchina (punzonatura); due sulla durezza dei metalli, un'altra sulla flessibilità dei cavi, due sulla resistenza composta, e finalmente le ultime due sull'omogeneità dei metalli, ossia sulle relazioni fra essa, le prove all'urto e la fragilità dell'acciaio.

I limiti di una bibliografia non ci permettono di accennare anche brevemente ai risultati ottenuti, poichè la molteplicità degli argomenti e il numero notevole di Relazioni, tutte importantissime, reclamerebbero una estensione considerevole. Tuttavia si può senz'altro concludere, che l'insieme degli studi fatti, ha condotto a considerazioni di un ordine elevato sopra la costituzione dei materiali da costruzione. Vi è il germe di una rinnovazione possibile delle attuali teorie della meccanica applicata.

*

Le Relazioni della sezione *B* sono in numero di otto e trattano dei vari metodi di prova applicabili: alle pietre naturali, a quelle artificiali, agli schisti d'ardesia per coperture, ai prodotti ceramici e ai materiali impiegati nella costruzione delle carreggiate stradali; indi trattano dell'igroscopicità delle pietre e della permeabilità dei materiali da costruzione. Per ben comprendere la portata di questi singoli rapporti, la Relazione generale fa una breve analisi dei lavori compiuti dalla stessa sezione *B* nella prima sessione, onde dimostrare avere essa in effetto riconosciuto, che parecchie delle questioni relative ai materiali di aggregamento delle murature, non potevano venire esaurite, senza nuove ricerche e nuovi studi, e che in certi punti sarebbe forse stato preferibile di ritornare ai metodi primitivi, in altri di ricercare delle nuove vie, sulla guida dei principii di fisica e di chimica stabiliti negli ultimi anni.

Circa le prove delle pietre naturali da costruzione, degli schisti d'ardesia e dei prodotti ceramici, si sono prese delle deliberazioni definitive assai importanti, che si trovano nel primo volume. Così pure dicasi delle prove relative ai materiali per le carreggiate stradali e alla pavimentazione; la Relazione di Monmerqué sull'ultimo argomento è una vera monografia, che sebbene per la vastità della materia non si presenti con quella precisione che distingue le altre Relazioni, tuttavia offre una quantità di notizie interessanti ed utili.

Circa la permeabilità dei materiali, risulta dalla Relazione di Trélat e Cordeau, che non vi è proporzionalità necessaria fra la porosità di un corpo e la sua permeabilità, sia ai liquidi che ai gas, che dipende dalla larghezza, dal numero e dalla capacità dei pori.

La Relazione Somasco esamina, fra le altre cose, l'influenza della permeabilità dei materiali sull'igiene dei locali abitati. Indi descrive i mezzi da impiegarsi per misurare la permeabilità dei materiali, e conclude che i materiali comuni hanno per l'aria atmosferica una permeabilità abbastanza grande, perchè non si possa trascurare l'influenza che il rivestimento esterno porta all'aerazione generale delle nostre abitazioni.

Le altre Relazioni, in numero di otto, si riferiscono allo studio dell'applicazione dei metodi di prova per i legnami e a diversi prodotti secondari impiegati nelle costruzioni.

Il legname, che ha una grande importanza ed applicazione nelle costruzioni, occupa il maggior numero di Relazioni, tre, trattano di esso; e cioè dei metodi di prova e delle condizioni di accettazione; poi della sua costituzione anatomica, e finalmente delle malattie a cui va soggetto. Importantissima è la seconda, dovuta alla penna di Thil; egli presenta un sunto metodico di tutte le nostre cognizioni attuali sulla costituzione intima e sul modo di resistenza dei legnami.

Le ultime cinque Relazioni trattano delle prove di oggetti di corda, cuoio, tela, panni e tessuti vari, di carte, e di caoutchouc.

Con questi cenni abbiamo voluto solo indicare gli argomenti trattati nei tre volumi; non potremmo, nemmeno in forma d'aforsimi, riassumere le conclusioni adottate dalla Commissione, per mancanza di spazio. Conviene quindi che i lettori interessati le leggano nell'opera annunciata, la quale segna su questa via un caposaldo di grandissimo valore, e per ciò si raccomanda da sè alle Autorità e Società che fanno eseguire lavori, agli ingegneri tutti ed alle Imprese.

Teramo.

GAETANO CRUGNOLA.