

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.

ESPOSIZIONE UNIVERSALE DEL 1900 A PARIGI

LE COSTRUZIONI METALLICHE MODERNE NEI LORO RECENTI PROGRESSI

(Continuazione)

*

Il *Padiglione Schneider e C.*, che viene ultimo in questa rassegna delle strutture metalliche per gli edifici dell'Esposizione, è degno della rinomanza mondiale della Ditta che lo ha costruito per collocarvi i suoi prodotti. L'espressione singolare del suo aspetto esterno svela l'intento di creare un

edificio appropriato allo splendido materiale di artiglieria terrestre e marittima ch'esso contiene. Infatti la vastissima cupola rivestita di gesso colorato in rosso-bruno, sulla quale spicca la tozza sagoma della lanterna, simula una gigantesca torre corazzata, che domini colle sue bocche da fuoco le rive della Senna. Del resto, il Padiglione non è soltanto una cornice grandiosa della bellissima mostra fatta dalle officine del Creusot; ma per la novità del tipo, per l'arditezza delle dimensioni e per le opere preparatorie che richiese allo scopo di adattare l'area su cui si eleva, lo si deve considerare come il più splendido modello, che attesti l'eccellenza de' suoi costruttori nel campo della lavorazione del ferro.

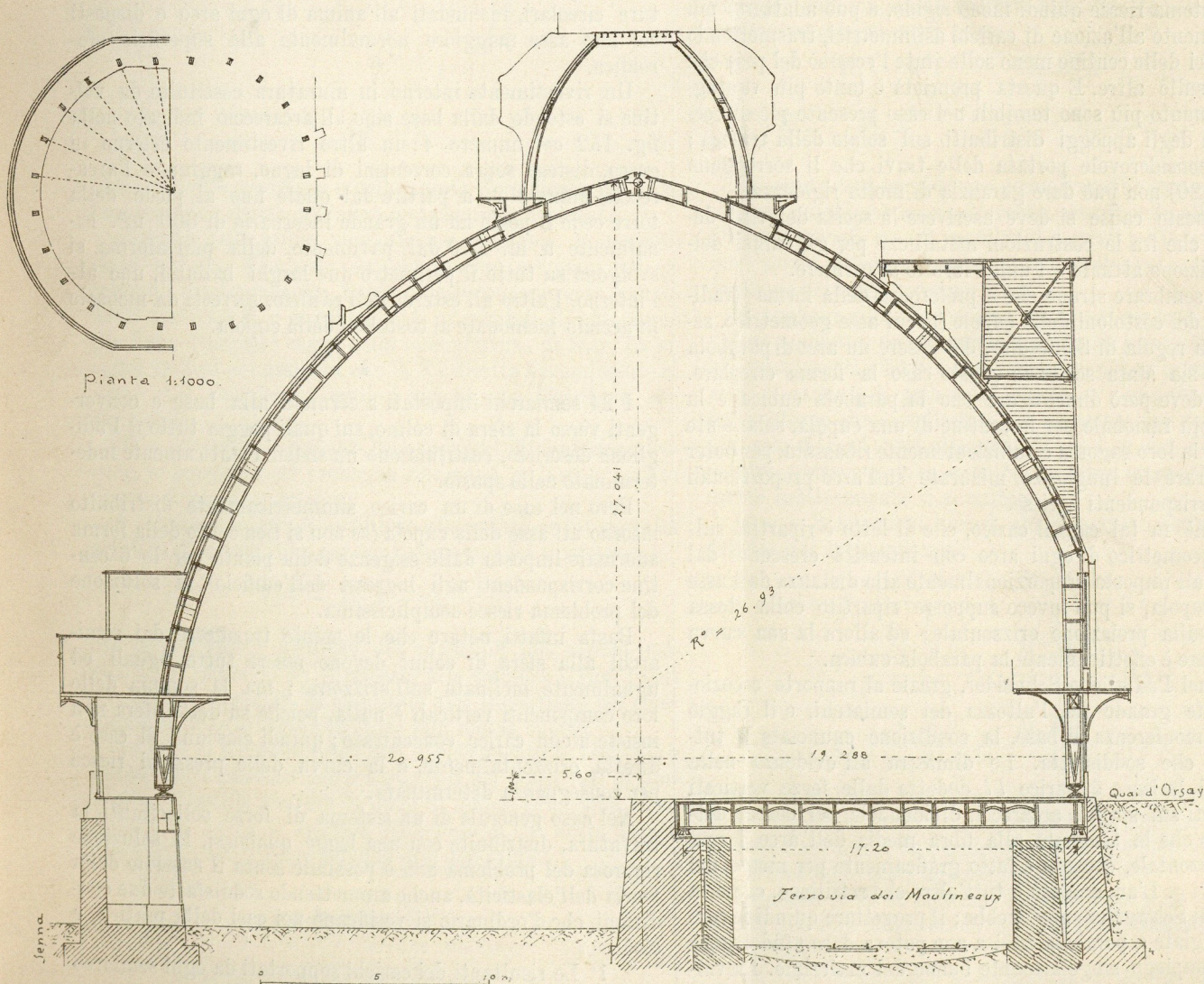


Fig. 151-152. — Pianta e sezione del Padiglione Schneider.

La cupola sorge sulla sponda sinistra della Senna, quasi esattamente sul prolungamento dell'*Avenue de la Bourdonnais*, ove la ferrovia dei *Moulineaux* passa in trincea coperta di fianco al *Quai d'Orsay*. L'area occupata dal Padiglione, come risulta dalla sua pianta nella fig. 151 e dalla sezione nella fig. 152, consta di due parti: una a livello della banchina del fiume, l'altra sopraelevata di m. 5,60, sorretta dal solaio metallico, che copre la trincea della ferrovia. Per creare un conveniente appoggio all'ossatura della cupola, si dovette quindi elevare sulla parte più bassa un muro sufficientemente robusto, che raggiungesse il livello della piattaforma superiore, e costruire di fianco ai muri della trincea due altri piedritti di appoggio del solaio, abbastanza resistenti per sorreggerne con sicurezza l'enorme peso proprio (tonn. 300 circa), il sovraccarico dei colossali pezzi di artiglieria esposti, e le pressioni trasmesse dalle centine del Padiglione.

La struttura metallica dell'edificio appartiene a quel tipo di cupole sorrette da costoloni articolati alle imposte, di cui non mancano numerosi esempi. Però, a differenza della disposizione comunemente adottata, i semiarchi che reggono con arcarecci e correnti il rivestimento emisferico dell'edificio non convergono su di una cintura di colmo, che porti la lanterna; ma si appoggiano ad una sfera in ghisa di 40 cm. di diametro, che ognuno di essi abbraccia lungo un arco di meridiano di 120° di ampiezza, ed in cui vengono, per così dire, a confondersi le 12 cerniere di sommità.

Il sistema riesce quindi meno rigido, e può adattarsi più prontamente all'azione di carichi asimmetrici, trasmettendo ai vertici delle centine meno sollecitate l'eccesso del peso che grava sulle altre. E questa proprietà è tanto più vantaggiosa quanto più sono temibili nel caso presente piccoli cedimenti degli appoggi distribuiti sul solaio della trincea; ove la considerevole portata delle travi che li sorreggono (m. 17,20) non può dare garanzia di molta rigidità.

A queste cause si deve ascrivere la scelta del tipo descritto, che fra le costruzioni metalliche per gli edifici dell'Esposizione attuale è l'unico fornito di cerniere.

Può sembrare strano che a preferenza della forma tradizionale dei costoloni delle cupole (il cui asse geometrico, secondo la regola di Schwedler, dev'essere un arco di parabola cubica) sia stata scelta in questo caso la forma circolare. Non si deve però dimenticare che la parabola cubica è la curva più razionale per le centine di una cupola, solamente quando la loro sagoma è sufficientemente ribassata, per poter considerare le lunghezze misurate sull'arco proporzionali alle corrispondenti ascisse.

Poichè in tal caso il carico, che di fatto è ripartito sull'asse geometrico di ogni arco con intensità crescente dal vertice all'imposta proporzionalmente alla distanza dall'asse della cupola, si può invece supporre ripartito colla stessa legge sulla proiezione orizzontale; ed allora la sua curva funicolare è effettivamente la parabola cubica.

Ma nel Padiglione Schneider, grazie al rapporto eccezionalmente grande fra l'altezza dei semiarchi, e il raggio della circonferenza di base, la condizione enunciata è tutt'altro che soddisfatta. Lo dimostra all'evidenza nella fig. 155 la linea di carico 77, dedotta dalle forze verticali insistenti sui singoli arcarecci, dividendole pel coseno dell'angolo che la tangente alla fibra media dell'arco forma coll'orizzontale, come si è fatto graficamente per mezzo dei triangoli *g*. L'andamento è tutt'altro che rettilineo, come la regola di Schwedler supporrebbe; il progettare quindi le centine foggiate a parabola cubica non poteva dare affidamento di un impiego singolarmente buono del materiale. Prevalsero allora i criteri estetici; e secondo una norma, che si va facendo ogni giorno più comune, si scelse la forma circolare.

*

Sugli archi della cupola, alla distanza di m. 4,68 dall'asse del padiglione, vengono ad impostarsi rigidamente le costole della torre, che convergono in alto verso un solaio su pianta circolare di m. 3,60 di diametro, il quale costituisce il terrazzo di coronamento dell'edificio all'altezza di m. 39,30 dal pavimento.

In pianta il Padiglione copre un circolo di m. 20,955 di raggio, sul quale sono distribuite alla distanza costante di m. 3,50 le 24 articolazioni d'imposta delle centine.

Soltanto in corrispondenza delle tre porte d'ingresso, rivolte verso il Palazzo dell'Esercito e dell'Armata, verso il *Quai d'Orsay* e verso l'*Avenue de la Bourdonnais* rispettivamente, il contorno circolare è sostituito per un arco di 45° d'ampiezza dalla sua corda, sulla quale si eleva nel piano verticale una grande vetrata, che termina all'incontro della superficie sferoidale del rivestimento.

In ciascuno di questi tre ottanti due costoloni riescono naturalmente deformati nella loro parte inferiore, dovendosi impostare in punti interni alla circonferenza perimetrale, come indica la pianta nella fig. 151 e il semiarco di destra della sezione nella fig. 152. Per conseguenza, sino all'altezza di m. 9,40 dal piano delle articolazioni, essi si elevano verticalmente come piedritti, per incurvarsi più in alto secondo la sagoma comune a tutte le altre centine fino alla sfera di colmo.

La copertura è sorretta da 10 arcarecci in forma di cinture circolari, inchiodati all'anima di ogni arco e disposti col loro asse maggiore normalmente alla superficie sferoidica.

Un rivestimento interno in muratura costituito da volte si estende dalla base sino all'arcareccio indicato nella fig. 152 col numero 4; un altro rivestimento esterno in gesso, disteso sopra correntini di legno, raggiunge l'arcareccio numero 3, a partire dal quale fino al piede della torre cede il posto ad un grande lucernario di 300 m². Finalmente a m. 4,50 dal pavimento della piattaforma si svolgono su tutto il perimetro due larghi ballatoi, uno all'interno, l'altro all'esterno dell'edificio, sorretti da mensole in acciaio inchiodate ai costoloni della cupola.

*

I 24 semiarchi impostati a cerniera alla base e convergenti verso la sfera di colmo, sui quali poggia tutto il Padiglione descritto, costituiscono un sistema staticamente indeterminato nello spazio.

Però nel caso di un carico simmetricamente distribuito intorno all'asse della cupola (se non si tien conto della forma anormale imposta dalle esigenze della pianta per le 6 centine corrispondenti agli ingressi dell'edificio), la soluzione del problema riesce semplicissima.

Basta infatti notare che le spinte trasmesse dai semiarchi alla sfera di colmo devono essere tutte uguali ed ugualmente inclinate sull'orizzonte; ma la somma delle loro componenti verticali è nulla, poichè su detta sfera non insiste alcun carico concentrato; quindi ciascuna di esse è diretta orizzontalmente, e la curva delle pressioni riesce per conseguenza determinata.

Nel caso generale di un sistema di forze sollecitanti la travatura, distribuite con una legge qualsiasi, la soluzione rigorosa del problema non è possibile senza il sussidio della teoria dell'elasticità, anche ammettendo soddisfatte due condizioni, che d'ordinario si verificano nei casi della pratica, e cioè:

1° Le risultanti dei carichi sopportati da ogni semiarco giacciono nel piano del suo asse geometrico;

2° Il sistema di forze applicato alla cupola ammetta

un piano di simmetria AB , passante per l'asse verticale C del Padiglione, e bisecante l'angolo formato dai piani di due semiarchi contigui.

Quest'ultima condizione si avvera di fatto per le pressioni dovute all'azione del vento, quando la direzione in cui esso spira è parallela al piano AB .

Ciò posto, si immagini eseguito un taglio secondo il piano AB , e si consideri l'equilibrio di una delle mezze cupole risultanti (indicata in pianta nella fig. 153) sotto l'a-

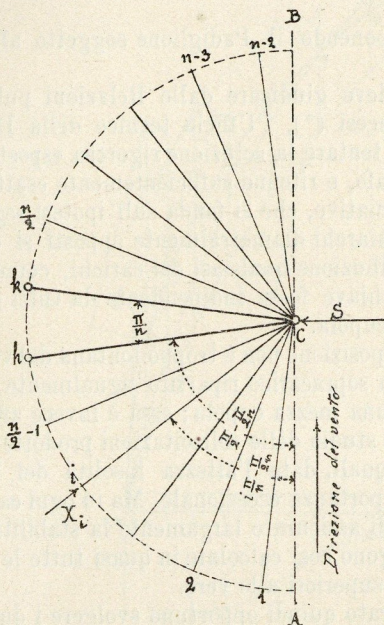


Fig. 153.

zione delle forze esterne e della spinta S applicata in C , che rappresenta l'effetto dell'altra mezza cupola asportata.

In virtù della prima supposizione premessa, le reazioni delle cerniere d'imposta devono giacere nei piani dei semiarchi corrispondenti; basta quindi conoscerne le componenti verticali V_i e le componenti orizzontali H_i che hanno per linea d'azione i raggi della circonferenza di base. La seconda ipotesi poi assicura che la S è diretta normalmente al piano AB , rispetto al quale i carichi sono distribuiti con simmetria.

Se n dunque è il numero dei semiarchi di ogni mezza cupola, le incognite del problema sommano a $2n + 1$. Fra di esse si possono scrivere:

1° n equazioni di equilibrio alla rotazione intorno alla cerniera di colmo (una per ogni semiarco) del tipo seguente:

$$V_i r - H_i h - m_i = 0;$$

ove m_i è il valore assoluto del momento dei carichi insistenti sul semiarco $O_i C$ rispetto alla cerniera C (fig. 154);

2° tre equazioni di equilibrio alla traslazione pel complesso di tutte le forze applicate alla mezza cupola.

Se però si scelgono come assi di riferimento la verticale e l'orizzontale passanti per C e giacenti nel piano AB di simmetria, è inutile scrivere la terza di queste equazioni, che è l'unica di tutto il sistema risolvibile in cui entra l'incognita S ; ci limiteremo dunque alle due prime:

$$\sum_{i=1}^n V_i = \sum P$$

$$\sum_{i=1}^n H_i \cos \left(\frac{i\pi}{n} - \frac{\pi}{2n} \right) = - \sum U;$$

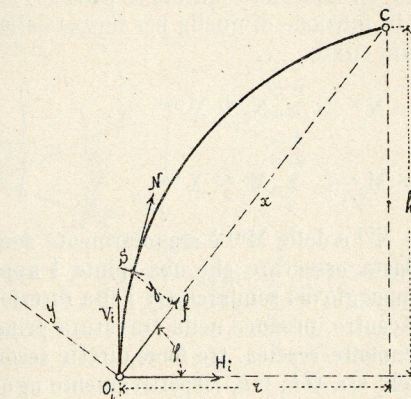


Fig. 154.

nelle quali le P sono le componenti verticali delle forze gravanti sul sistema preso in esame; le U sono le loro componenti orizzontali parallele al piano AB , prese con segno positivo se hanno il senso indicato dalla gran freccia, negativo se hanno il senso opposto; e finalmente la numerazione dei semiarchi procede sulla circonferenza di base da A verso B .

Rimangono così $n - 2$ quantità staticamente indeterminate, che conviene scegliere fra le componenti orizzontali delle reazioni di appoggio degli n semiarchi, escludendone due; per esempio, quelli indicati nella fig. 153 colle lettere h e k ; cosicchè si potrà porre:

$$H_1 = X'; \quad H_2 = X'' \dots;$$

$$H_{\frac{n}{2}+2} = X^{(\frac{n}{2})} \dots; \quad H_n = X^{(n-2)}.$$

Ciò equivale a considerare come travatura principale del sistema quella che ne risulterebbe, sostituendo alle cerniere d'imposta degli $n - 2$ semiarchi segnati nella pianta con linee sottili, altrettanti appoggi scorrevoli senza attrito nella direzione dei raggi corrispondenti.

Si applichi allora il teorema dei lavori virtuali alla travatura suddetta, considerando nei singoli punti del sistema gli spostamenti effettivi che hanno luogo per le reali condizioni di carico e di posa della cupola, e supponendo che le forze esterne che la sollecitano si riducano successivamente alla sola $X' = 1$, poi alla sola $X'' = 1$, e così di seguito, mentre tutti i carichi e tutte le altre quantità staticamente indeterminate si annullano.

Le $n - 2$ equazioni lineari, che si possono scrivere, sono del tipo qui sotto indicato:

$$\left. \begin{aligned} 0 &= \int_{O_i} \left(\frac{N_i N_i^{(i)}}{F} + \frac{M_i M_i^{(i)}}{I} \right) ds + \\ &+ \int_{O_h} \left(\frac{N_h N_h^{(i)}}{F} + \frac{M_h M_h^{(i)}}{I} \right) ds + \\ &+ \int_{O_k} \left(\frac{N_k N_k^{(i)}}{F} + \frac{M_k M_k^{(i)}}{I} \right) ds \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

purchè si ammetta che il raggio di curvatura dei semiarchi della cupola sia tanto grande, rispetto all'altezza della loro sezione trasversale, da permettere di far uso delle espressioni del lavoro delle travi ad asse rettilineo.

I simboli N ed M indicano lo sforzo normale ed il momento flettente nelle sezioni dei semiarchi denotati dagli indici affissi.

Gli apici distinguono le sollecitazioni dovute alle condizioni ipotetiche di carico da quelle corrispondenti al reale

stato di equilibrio del sistema, e queste si possono notoriamente esprimere in funzione di quelle per mezzo delle relazioni già altra volta citate:

$$\left. \begin{aligned} N_i &= N_i^o + \sum_1^{n-2} N_i^{(m)} X^{(m)} \\ M_i &= M_i^o + \sum_1^{n-2} M_i^{(m)} X^{(m)} \end{aligned} \right\} (11^{bis})$$

Il calcolo delle $N^{(i)}$ e delle $M^{(i)}$ è singolarmente semplice in questo caso. Basta osservare che una spinta 1 applicata alla cerniera di appoggio del semiarco Oi nella direzione del raggio e verso il centro, produce nella travatura principale, supposta assolutamente scarica, tre forze dirette secondo le corde dei semiarchi Oi , Oh , Ok , rispettivamente uguali a:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{\cos \phi} &= f \\ -\frac{1}{2 \cos \phi} \left[1 + \frac{\cos \left(\frac{i\pi}{n} - \frac{\pi}{2n} \right)}{\sin \frac{\pi}{2n}} \right] &= f_h^{(i)} \\ -\frac{1}{2 \cos \phi} \left[1 - \frac{\cos \left(\frac{i\pi}{n} - \frac{\pi}{2n} \right)}{\sin \frac{\pi}{2n}} \right] &= f_k^{(i)} \end{aligned} \right\} (14)$$

nelle quali espressioni compare l'angolo ϕ , che ciascuna delle corde forma col piano orizzontale di appoggio, come è indicato dalla fig. 154.

Nella stessa figura è tracciato un sistema di coordinate xy , alle quali è riferito l'asse geometrico di un semiarco qualunque. Valendosi di esse si deduce subito:

$$\left. \begin{aligned} N_i^{(i)} &= f \frac{dx}{ds} & M_i^{(i)} &= -fy \\ N_h^{(i)} &= f_h^{(i)} \frac{dx}{ds} & M_h^{(i)} &= -f_h^{(i)} y \end{aligned} \right\} (15)$$

e analogamente per il semiarco Ok . Cosicchè le $n-2$ equazioni risolventi del tipo della (13) si riducono per mezzo della (15) alla forma seguente:

$$\left. \begin{aligned} fL_i + f_h^{(i)}L_h + f_k^{(i)}L_k &= \\ = \mathcal{L} \sum_1^{n-2} X^{(m)} (f f_i^{(m)} + f_h^{(i)} f_h^{(m)} + f_k^{(i)} f_k^{(m)}) \end{aligned} \right\} (16)$$

nella quale si è posto per brevità:

$$\mathcal{L} = \int \left[\frac{y^2}{I} + \left(\frac{dx}{ds} \right)^2 \frac{1}{F} \right] ds$$

e

$$L = \int \left[\frac{M^o}{I} y - \frac{N^o}{F} \frac{dx}{ds} \right] ds;$$

ove entrambi gli integrali si devono intendere estesi a tutto un semiarco; e gli indici coi quali si specificò il simbolo L stanno per indicare a quale semiarco corrispondano i valori di N^o e di M^o che figurano sotto il segno di integrazione.

*

Il calcolo delle centine del Padiglione Schneider fu eseguito in primo luogo nell'ipotesi di un carico distribuito simmetricamente intorno all'asse verticale della cupola. Un tale stato di cose si verifica quando si tenga conto solamente del peso proprio, della neve e della folla estesa ai ballatoi su tutta la loro lunghezza, e si trascurino le piccole

irregolarità di forma, alle quali si accennò nella descrizione della cupola. In tale ipotesi, per quanto è stato detto, la spinta trasmessa da ogni semiarco alla sfera in chiave è diretta orizzontalmente; cosicchè, concentrati i carichi in corrispondenza degli arcarecci, riesce subito determinato il poligono delle pressioni indicato nella fig. 155 colla lettera p e la spinta orizzontale $H = t. 5,10$.

Gli ingegneri costruttori calcolarono anche il sistema:

1° Supponendo i sopracarichi (neve sulla copertura e folla sui ballatoi) estesi soltanto ad una metà della cupola;

2° Supponendo il Padiglione soggetto all'azione del vento.

Ma, se si deve giudicare dalle Relazioni pubblicate nei periodici francesi (*), l'Ufficio tecnico della Ditta non si preoccupò di tentare la soluzione rigorosa esposta nel precedente paragrafo, e ritenne sufficientemente esatto un procedimento spicciativo, che si fonda sull'ipotesi seguente:

Due semiarchi diametralmente opposti si comportano per una distribuzione qualsiasi dei carichi, come se la loro cerniera in chiave fosse indipendente da tutti gli altri costoloni della cupola.

Questa supposizione non è troppo lontana dal vero, quando si tratti di un sopracarico ripartito ugualmente su tutti i semiarchi di una mezza cupola; essa è invece affatto ingiustificata nello studio delle sollecitazioni prodotte dall'azione del vento, le quali, data l'altezza insolita del Padiglione, sono di un'importanza eccezionale. Ma in ogni caso presenta il vantaggio di assicurare largamente la stabilità delle centine, che vengono così calcolate in quasi tutte le sezioni per sollecitazioni superiori alle vere.

Mi è sembrato quindi opportuno svolgere i due metodi di calcolo, non solo per poterne confrontare i risultati numerici, ma anche perchè dallo svolgimento del metodo rigoroso risulteranno alcune proprietà particolari pel caso presente, che semplificano assai i calcoli necessari.

*

Metodo approssimato. — Ritenuto che il vento spiri orizzontalmente, esercitando una pressione di 120 kg. per m^2 di superficie normale alla sua direzione, ed ammesso che la pressione unitaria sopportata da un elemento qualunque valga $P \cos^2 \alpha$, ove α è l'angolo che la direzione del vento forma colla normale alla superficie in quel punto, si calcolarono le forze applicate agli arcarecci del semiarco destro, nonchè la risultante V delle spinte sopportate dal corrispondente settore del cupolino (fig. 155).

Di quest'ultima si cercarono le componenti passanti per E ed H , supponendo per semplicità l'ossatura metallica $EFGH$ munita di articolazioni, poi si composero tutte le forze dovute all'azione del vento coi carichi verticali aventi gli stessi punti di applicazione, e si tracciò il poligono funicolare $p'p'$, che connette le risultanti così dedotte e passa per le tre cerniere del sistema. Esso fornisce tutte le quantità necessarie al calcolo delle centine nell'ipotesi semplificativa premessa, e rende sensibile all'occhio l'importanza eccezionale delle sollecitazioni dovute all'azione del vento, col suo andamento assolutamente diverso da quello del poligono delle pressioni p , e col valore notevolmente maggiore della nuova spinta orizzontale che gli corrisponde, $H = t. 8,0$.

(*) MICHEL-SCHMIDT, *Montages des Ponts et Charpentes*. — « Mém. et Com. rend. de la Société des Ingénieurs civils de France », settembre 1900.

Nel fascicolo 9° del XXXVII volume del « Génie Civil », è anzi detto esplicitamente, che, grazie alla sfera di articolazione in chiave, si può fare un calcolo rigoroso delle spinte orizzontali degli archi senza ricorrere alla teoria dell'elasticità.

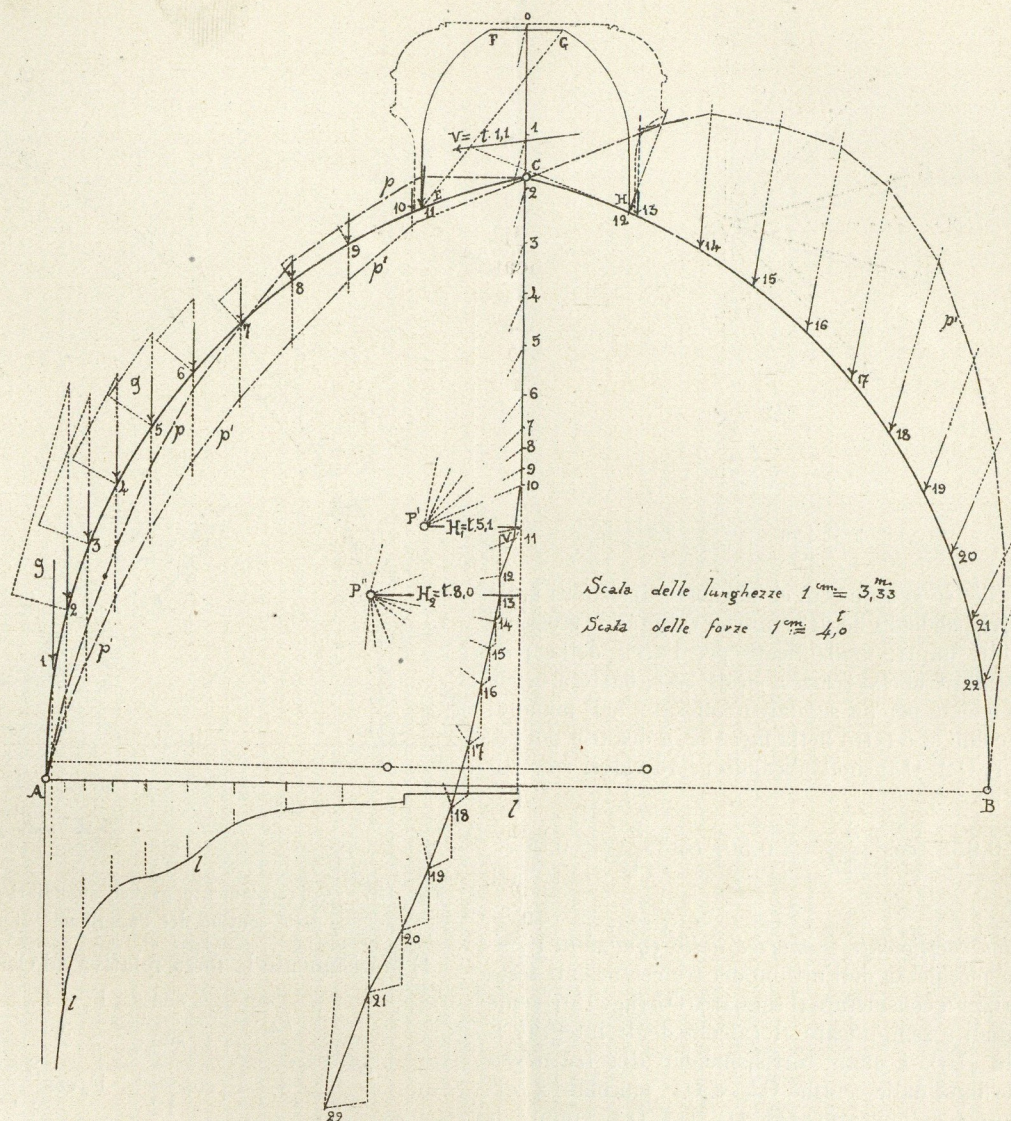


Fig. 155. — Trattazione grafica approssimata delle centine del Padiglione Schneider.

*

Il metodo rigoroso studia il regime degli sforzi nel sistema dei semiarchi, che costituiscono nel loro complesso la parte portante della cupola, e ne calcola le componenti orizzontali delle reazioni, scelte come quantità staticamente indeterminate per mezzo di $n - 2$ equazioni del tipo della (16).

Nel caso presente, essendo il numero n degli archi interi del Padiglione uguale a 12, si dovrebbe risolvere un sistema di 10 equazioni lineari. E, sebbene alcune proprietà speciali dei coefficienti di dette equazioni permettano di dedurre molto più agevolmente che nei casi ordinari i valori delle incognite, pure, per non andare incontro ad una eccessiva complicazione di calcoli, ammetteremo:

1° Che a due a due le centine adiacenti subiscano le stesse deformazioni, cosicchè ad ogni coppia di esse si possa sostituire un semiarco collocato nel piano bisettore, la cui sezione corrente abbia area e momento d'inerzia doppi della corrispondente sezione di una centina;

2° Che siano trascurabili le forze trasmesse dal cupolino sovrastante, le quali sono davvero assai piccole, come risulta dalla trattazione approssimata premessa.

Se queste ipotesi possono sembrare alquanto arrischiate, si pensi che qui non ha tanta importanza un calcolo rigoroso dell'ossatura metallica della cupola, quanto un con-

fronto fra i due metodi di risoluzione, e che questo confronto non riesce alterato da una modificazione arbitraria nelle disposizioni accessorie del sistema, ma guadagna in evidenza per la semplicità dell'esempio.

Infatti, la risoluzione del problema posto in questi nuovi termini, dipende da quattro sole equazioni lineari del tipo della (16), essendo $n = 6$; e la travatura, a cui esse si riferiscono, in virtù dei ragionamenti svolti nella discussione generale del metodo, è la mezza cupola rappresentata in pianta dalla fig. 156.

Valendoci poi del principio della sovrapposizione degli effetti, limiteremo lo studio alle forze dovute all'azione del vento; essendosi già calcolate le sollecitazioni prodotte dai carichi verticali ugualmente ripartiti intorno all'asse della cupola per mezzo del poligono delle pressioni p tracciato nella fig. 155. Intanto è chiaro che, spirando il vento in direzione orizzontale parallelamente al piano di traccia XX' (fig. 156), la pressione unitaria in un punto M della superficie di coordinate sferiche ω e ϕ vale:

$$P \cos^2 \phi \cos^2 \omega;$$

e, quindi dalle pressioni applicate all'arco di meridiano OX si possono dedurre le forze relative ad un altro arco qualsiasi di meridiano di longitudine ω , moltiplicandole per

ed i termini noti delle quattro equazioni lineari che risolvono il problema; esse sono:

$$\begin{aligned} 22,268X^I + 14,728X^{II} - 12,097X^{III} - 17,006X^{IV} &= -440,888 \\ 14,728X^I + 13,765X^{II} - 8,503X^{III} - 12,097X^{IV} &= -325,933 \\ -12,097X^I - 8,503X^{II} + 13,765X^{III} + 14,728X^{IV} &= 287,765 \\ -17,006X^I - 12,097X^{II} + 14,728X^{III} + 22,268X^{IV} &= 399,371 \end{aligned} \quad (16')$$

Da queste appare che il determinante dei coefficienti è doppiamente simmetrico rispetto alle diagonali, e che le somme dei coefficienti situati su ciascuna verticale hanno un medesimo valore (*).

Cosicchè, sommando termine a termine le quattro equazioni, si deduce l'uguaglianza:

$$X^I + X^{II} + X^{III} + X^{IV} = -10,096,$$

che permette con operazioni semplicissime di eliminare una qualunque delle X , per esempio la X^{IV} . Basta eseguire questa eliminazione per la 2^a e la 3^a delle (16'), e poi sommarle membro a membro, per dedurre subito una relazione fra due sole incognite:

$$X^{II} + X^{III} = -4,412;$$

per mezzo della quale con facili sostituzioni si ottiene un sistema di due equazioni in X^I ed X^{II} per esempio, che risolvono immediatamente il problema.

I valori delle incognite sono:

$$\begin{aligned} X^I &= -10^t,096 & X^{II} &= -7^t,247, \\ X^{III} &= 2^t,835 & X^{IV} &= 4^t,412. \end{aligned}$$

Il primo di essi soltanto ha importanza nel calcolo delle cernite. Esso ci dice che la spinta orizzontale prodotta in ciascuno dei semiarchi, che formano un angolo di 15° col piano diametrale OX parallelo alla direzione del vento, vale $H = t.10,096$, mentre la trattazione approssimata fornisce il valore notevolmente più grande $H' = t.12,23$ (**). Così pure le reazioni delle cerniere A e B , che, secondo la trattazione approssimata, hanno per linee d'azione Aa' e Bb' , risultano invece dalla soluzione esatta dirette secondo Aa e Bb (fig. 157).

Per conseguenza le tensioni unitarie massime nelle singole sezioni dedotte col metodo rigoroso sono assai minori di quelle ricavate col primo procedimento esposto; per la sezione S , ad esempio, la prima vale 6,3 kg./mm², la seconda 4,5 kg./mm².

Concludendo, il calcolo di questo nuovo tipo di cupola non si può fare convenientemente senza ricorrere alla teoria dell'elasticità. Essa sola, potendo determinarne con rigore le numerose incognite, avrebbe permesso di scoprire il vero regime degli sforzi, e di conseguire una economia notevole nel peso del materiale impiegato: e questo vantaggio si sarebbe ottenuto senza dover superare esagerate difficoltà di calcoli, grazie alle singolari proprietà del sistema d'equazioni risolvibili.

(Continua)

Ing. M. PANETTI.

(*) Queste proprietà si sarebbero potute dimostrare *a priori* valendosi delle espressioni analitiche (14) delle f ; e una tale discussione condurrebbe a conseguenze di una certa importanza e generalità. Ma poichè tali considerazioni non si confanno con l'indole del presente lavoro, mi parve preferibile lasciare che risultassero dalla risoluzione numerica, riservandomi di trattare l'argomento in apposita Nota.

(**) Lo si dedusse tracciando nel poligono delle forze della fig. 157 i lati CD e DV equipollenti alle reazioni delle cerniere A e B , e moltiplicando la componente orizzontale della prima per il coefficiente 0,933, che permette di passare dai valori delle forze relative ad un semiarco collocato nel piano OX a quelle insistenti su di un altro semiarco che formi con OX un angolo $\omega = 15^\circ$.

ESPOSIZIONE UNIVERSALE DEL 1900 A PARIGI

I PALAZZI DELLE NAZIONI

(Veggansi le Tavole XII, XIII, XIV, XV e XVI)

(Continuazione)

*

La *Gran Bretagna* termina il primo gruppo dei Palazzi delle Nazioni, che incomincia, come abbiamo veduto, col Padiglione Italiano.

Un conveniente spazio di separazione dal Palazzo del Belgio, che vi fa seguito (Tav. XIV), il quale spazio è frangeggiato verso la Senna da duplice scalinata di discesa al piano della bassa banchina, permette al Palazzo dell'Inghilterra di poter godere per due lati almeno della facciata, del vantaggio di più lunghe visuali.

Ne è l'architetto il signor Edwin L. Luytens che, senza eccessive pretese riprodusse, tale quale, esternamente, Kingston House, una nobile villeggiatura, costruita al principio del secolo XVII, sotto il regno di Giacomo I, a Bradfort sull'Avon, nel Wiltshire, presso Salisbury; dessa è considerata come modello purissimo di quello stile che l'Inghilterra cerca ancor oggi di diffondere nella sua arte moderna.

Ha l'aspetto di una costruzione di mattoni in vista, di colore molto giallo, con alte e rosse canne da camino agli angoli, con tetti a frontoni e finestre d'abbaini in facciata, con ampie vetriate inquadrature da intelaiature, porticine piccole esternamente, con balconate coperte o *bou-windows*, di aspetto del tutto moderno; nel complesso il palazzo è d'una grande sobrietà che per gli Inglesi non è priva di eleganza, ma che ai moltissimi, a Parigi e nella Via delle Nazioni, può benissimo parere meschina.

Il Palazzo ha poi la specialità di non essere punto quello che rappresenta, ma una costruzione interamente metallica; piattaforma di base, muri, soffitti, scale, tutto è di ferro; la costruzione muraria è solo rappresentata nell'intonaco di cemento che ne costituisce le pareti tanto esterne che interne.

Internamente poi la Gran Bretagna ha voluto farci penetrare nella vita intima delle sue famiglie aristocratiche, presentando nel proprio Palazzo un tipo di abitazione privata modello, bene illuminata, bene riscaldata, decorata ed ammobigliata con molto gusto dai primi tappezzieri ed ebanisti di Londra, e con tutte le eleganti comodità della vita britannica moderna. Le diverse sale essendo nei diversi stili, compiono pure all'ufficio di presentarci la storia retrospettiva dell'arte in Inghilterra, dalle tappezzerie e decorazioni ai vetri istoriati, dai mobili alle tele dei primari artisti.

Cinque sale al pianterreno, ossia: un vestibolo con profusione di luce, ornato di arazzi bellissimi, dipinti sulle pareti dal più celebre dei preraffaellisti, il Burne-Jones; due saloni di ricevimento ricchi di mobili e di oggetti d'arte; la mostra della biblioteca della città di Bath, che non è lungi da Kingston-House; ed una splendida sala da pranzo di stile moderno.

Per uno scalone monumentale si accede al piano superiore dove, colla riproduzione della grande galleria di Kingston-House, si ammirano le tele preziosissime di Reynolds e Lawrence, le scene popolari di Hogarth, i paesaggi e le marine di Constable, di Bonington e di Turner, ed altri capolavori provenienti dai Musei nazionali inglesi. In questo stesso piano: una camera da letto, un gabinetto da toilette ed una sala da bagno completano il saggio della casa inglese moderna, elegante e piena di *comfort*.

Nel sottopiano si è trovato posto per una pregevole mostra di apparecchi per estinzione degli incendi.

*

Il *Palazzo del Belgio*, grandioso ed imponente (Tav. XIV), e tra i più belli, è la riproduzione, nella più assoluta integrità, nel colore della pietra antica, e nelle esatte dimensioni, del Palazzo municipale di Audenarde, edificato sui disegni dell'architetto Enrico Van Peede di Bruxelles dal 1527 al 1530.

Per felice combinazione, la sua lunghezza di facciata (m. 25,50) era press'a poco quella di cui potevano disporre gli architetti Acker e Mankels, incaricati di tale riproduzione, la quale è stata accuratissima pure nella esecuzione dei calchi.

Durante il Medio Evo, quando ogni città del Belgio si governava da sè, l'*Hôtel de Ville* coll'alta torre da cui vibrava la campana del Comune, era per tutte le città segnale di potenza e di ricchezza. Quello di *Bruxelles*, con 80 metri di facciata e la sua torre elevantesi a 104 metri, costruito nella prima metà del XV secolo; quello di Lovanio della stessa epoca, e quello di Audenarde, elevato tre quarti di secolo dopo, sono considerati come i tipi di maggior valore artistico; ma l'*Hôtel de Ville* di Audenarde, malgrado le sue modeste proporzioni, supera gli altri due per delicatezza di fregi ed armonia di linee. La struttura architettonica è di una semplicità grandissima, e di una simmetria perfetta; ma la ornamentazione fine e squisita, propria del terzo periodo dell'arte ogivale, detto gotico o fiammingo, non lascia scoperta in alcun punto la menoma parte di parete.

La facciata principale, che a Parigi è stata rivolta ad Est, verso il piazzale che lo distacca dal Palazzo Britannico, ha innanzi a sè un porticato a pianterreno, assai ristretto, di sette arcate, coperto da terrazzino, mentre sull'arcata di mezzo sorge per due terzi incassata nell'edificio la torre di 5 piani oltre il terreno, la quale ha 40 metri di altezza, con un cupolino ornatissimo, a forma di corona reale, che sorregge la statua di un guerriero. L'arcata della torre al 1° piano ha forma di loggia e da essa si facevano le gride al popolo. Nel piano immediatamente superiore al cornicione della facciata, è in quadrato un grandioso orologio.

La decorazione architettonica, che è identica su tutte le facciate, appare abbastanza dalla Tav. XIV, ossia dalla facciata che guarda il fiume, ed il campanile anzidetto che per effetto di prospettiva lo si vede appena per la punta ottagonale, sorge in tutta la sua forma quadrata al disopra del tetto inclinatissimo, adorno di vari ordini di abbaini, al quale rimane addossato.

Il Palazzo occupa un'area di 644 metri quadrati, ed il Belgio ne ha fatto un Museo.

A pian terreno, oltre alla sala della Stampa con una esposizione di tutti i giornali del Belgio, due altre sale con vedute panoramiche contro le pareti, e quadri ed *albums* numerosi permettono ai visitatori di ammirare i monumenti di cui sono ricche le città del Belgio ed i capolavori della pittura fiamminga.

Al piano superiore una gran sala in cui campeggia il famoso camino policromo monumentale dell'*Hôtel de Ville* di Audenarde, ed altre sale, sono state arricchite di preziosissime opere d'arte, di arazzi e di mobili antichi.

*

Il *Palazzo della Norvegia*, tutto in legno, di color grana inteso, onde in Norvegia si fanno spiccare le case sul cielo grigio e sulla neve, coi suoi fregi di pescioni rossi su fondo verde, è opera pregevole ed accurata dell'architetto Sinding Larsen. Ma la casa rustica del Pescatore norvegese non poteva naturalmente non trovarsi a disagio fra il ricco Palazzo del Belgio e quello non meno maestoso dell'Impero Germanico.

La costruzione si avvanza fino al parapetto della Senna col suo immenso balcone rosso filettato in bianco. Su d'un primo tetto, le cui falde scendono parallelamente alla facciata, ne sta a cavalcioni un secondo più elevato ed in direzione perpendicolare, l'uno e l'altro coperti di scaglie verdi e sormontati da piccoli campanili a cuspidi molto acute (Tav. XIV).

La Norvegia, oltrechè nelle diverse Sezioni, al Campo di Marte ed agli Invalidi, ha esposto nel proprio Palazzo le sue principali singolarità, ciò che essenzialmente costituisce la ricchezza della nazione: prodotti ed arnesi da pesca e da caccia, legnami, pelliccie ed animali naturalizzati.

Al pianterreno, nel centro di un gran salone, in una vetrina col busto di Nansen, ed il modello del *Fram*, la famosa nave, sono esposti i ricordi dell'ardito esploratore delle regioni polari, i sacchi di pelliccia in cui dormì, i sandolini, le slitte, i due ultimi cani.

Tutto all'ingiro la Direzione governativa della pesca, quella dei ponti ed argini, dei porti e fari, delle ferrovie e della navigazione concorsero largamente a rendere interessante la mostra con *albums* di fotografie, disegni ed acquarelli e tavole statistiche. Interessanti pure tutti i particolari delle operazioni per il taglio dei legnami, il galleggiamento sui fiumi e l'imbarco in mare dei legnami norvegesi, che dopo la pesca sono la maggiore ricchezza di quella nazione forte e laboriosa.

Le gallerie superiori, colle armature del tetto in vista, verniciate di bianco con filetti verdi, sono egualmente istruttive per pittoresche vedute, per ornamenti di reti disposte a festoni ed altri ordigni da pesca, per saggi di renne, di foche, di orsi e leoni marini naturalizzati, per collezioni di pelliccie, di uccelli marini singolari, di modellini di case norvegesi delle diverse epoche e dei principali mezzi di trasporto sulle vie ordinarie o sui ghiacci.

*

Il *Palazzo della Germania* non è la riproduzione servile di un monumento del passato, ma una creazione originale, che è per altro il frutto dello studio complessivo d'un'epoca.

Il progetto era stato messo a concorso; ed il sig. Bohnstedt, l'architetto vincitore del premio, aveva divisato di rievocare sulle rive della Senna il ricordo di uno di quei numerosi manieri che nell'epoca feudale vennero ad ornare le rive del Reno.

Ma l'imperatore Guglielmo II, che seppe preparare e condurre la Germania a conseguire a Parigi una seconda non meno splendida vittoria nel campo moderno dell'industria e dell'arte, aveva pure ravvisato nel progetto premiato un carattere troppo feudale; ed il disegno fu rifatto completamente, ispirandolo più strettamente a quello stile germanico del XVI secolo, che segnò il principio del Rinascimento, e che ritorna come stile moderno negli edifici più belli e più recenti di Monaco e di Berlino (Tav. XV).

Sintesi adunque della vecchia e della nuova architettura, il palazzo della Germania col suo campanile dall'altissima freccia e le piccole torricelle in sporgenza, colla sua profusione di frontoni acuti e dentellati, colle graziose finestre e i suoi balconi, brilla, anche troppo ornato d'oro, e ne' suoi affreschi di grande finezza fa sfoggio d'un'architettura filosofica e simbolica.

Le pitture sulle quattro facciate rappresentano i quattro elementi: l'aria, l'acqua, la terra ed il fuoco, ma elementi essenzialmente germanici. Onde la terra è raffigurata nella facciata principale a sud, verso la via delle Nazioni, dal nano Mime che lavora la spada di Siegfried ed ha accanto a sè il cofano pieno dell'oro del Reno; il fuoco è nella facciata ad est, dove è simboleggiato Siegfried che entra nell'incendio a destare Brunilde; l'acqua è rappresentata ad

ovest dal mare insidioso popolato di ondine; e l'aria è dal lato verso la Senna.

Nell'interno del Palazzo non troviamo che la sintesi della coltura tedesca, artistica ed intellettuale. Si entra per una bella porta nella Via delle Nazioni, superando una gradinata di 10 a 12 scalini. Un vestibolo molto vasto, dominato nel mezzo da un bel busto dell'Imperatore, sostiene ai fianchi due scaloni di marmo, con parapetti dorati di rame martellato. Attorno al vestibolo, un certo numero di sale, semplici, a tinte chiare con rilievi d'oro, con una notevole esposizione fotografica e libraria. Quivi la filologia, la storia dell'arte, la musica sono nel loro regno. Sfilano nelle raccolte di riproduzioni e nelle nitide edizioni i classici italiani, pittori, scultori, architetti; ed anche la musica nostra, il canto. Ne mancano le vivaci Riviste d'arte moderna, di cui alcune sono popolari anche in Italia: *Pan*, *Dekorative Kunst*, *Ver Sacrum*, *Jugend*. Altre sale ed altri documenti della produttività delle stamperie e litografie tedesche troviamo al primo piano; ricordiamo, a mo' d'esempio, i lavori della Stamperia imperiale, le celebri carte geografiche del Gotha, la raccolta fotografica del cielo (nebulose e comete) del prof. Wolf, Direttore dell'Osservatorio di Heidelberg. Ricordiamo la sala del Museo Sociale e le grandi figure dipinte sulle pareti: la Religione, la Patria, il Lavoro, la Carità, la Giustizia..., illuminate da una luce tranquilla che attraversa i vetri colorati dell'Istituto speciale della pittura su vetri, di Berlino. Notiamo, passando tra le cose esposte, il villaggio ridente delle celebri case operaie delle fabbriche Krupp ad Altenhof.

Le ultime quattro sale sono riproduzioni fedeli di quelle abitate da Federico il Grande, e contengono una collezione inestimabile ammiratissima dei quadri di Watteau, di Lancret, di Pater, di Chardin, ed i migliori esemplari del mobilio del XVIII secolo. E fu certo cavalleresco pensiero dell'Imperatore di Germania quello di mandare a Parigi per quest'occasione i tesori d'arte francese appartenenti alle collezioni imperiali.

Nel sottopiano la Germania ha collocato, come l'Italia, la sua esposizione vinicola.

*

Il *Palazzo della Spagna*, nobile ed austero, che fa seguito a quello della Germania, copre un'area di oltre 800 metri quadrati; esso ha dopo di sé una larga via di 20 metri, che lo separa dal Palazzo del Principato di Monaco, e che permette di vederlo, almeno da questa parte, con un sol colpo d'occhio a conveniente distanza nel suo armonico complesso (Tav. XV).

Dell'architettura della Spagna si conosce generalmente dal pubblico soltanto la moresca, ed i lettori ricorderanno il palazzo che nel 1878 la Spagna eresse nella Via delle Nazioni, distesa allora nel Campo di Marte lungo la Via *de la Bourdonnais*.

Ma la Spagna ha pur essa seguito il movimento generale nell'evoluzione e nell'esplicazione delle diverse forme dell'architettura, attraverso il corso dei secoli, nei diversi periodi dell'arte; e lo fece imprimendovi sempre alcunchè di particolare.

Nel XIV secolo, dopo le vittorie di Ferdinando il Cattolico, quando la potenza spagnuola stendevasi nei due emisferi, ed arricchivasi dei tesori del Nuovo Mondo, mentre le lettere e le arti rifiorivano di nuovo splendore, sorsero pure innumerevoli edifici di magnificenza non prima conosciuta. E fu allora che gli architetti spagnuoli, pure partecipando al movimento di evoluzione in quel tempo comune a tutta Europa, diedero, sotto il regno di Carlo V, opere esteticamente superiori a quelle delle altre contrade. Ond'è perfettamente spiegata l'importanza dagli Spagnuoli attribuita alla produzione architettuale della Rinascenza nel loro

paese, e ben si comprende che essi abbiano preferito di sintetizzare nel loro Palazzo in riva della Senna quell'epoca brillante dell'arte nazionale e che fu pure caratterizzata dall'influenza esercitata dallo stile dei *plateros* (artisti in oreficeria), che nella Spagna, la quale fu per tanto tempo in possesso dei tesori del Messico e del Perù, ebbe un'interpretazione monumentale mai avuta in altro paese.

Il Palazzo adunque è nello stile del Rinascimento spagnuolo, ed il suo architetto, il signor José Arioste y Velada, ne trasse i particolari da diversi monumenti storici ed artistici di quell'epoca: l'Università di Alcala (1553), la facciata principale dell'Alcazar di Toledo, l'Università di Salamanca, ed il Palazzo dei conti di Monterey (1530) pure a Salamanca, oggi proprietà di Casa d'Alba.

Il Palazzo Spagnuolo occupa un rettangolo di metri 25 × 28,50, al quale è appoggiata all'angolo nord-est una torre quadrata di 8 m., che si protende sul terrazzo del Lungo Senna.

La torre, dell'altezza di 26 metri, sormontata da una bella terrazza, riscontrasi ancora in molti palazzi del Rinascimento, quale ricordo degli antichi castelli feudali.

Nel mezzo del Palazzo vi è un cortile quadrato, recinto da un loggiato a colonne su piedistalli isolati e da un altro piano di gallerie sovrapposte, un grandioso *patio*, quale riscontrasi pure nell'architettura moresca; nel bel mezzo si innalza la statua in bronzo di Velasquez; da un lato, un elegante scalone per accedere al piano superiore.

Nelle sale laterali nessun ingombro: collezioni eleganti di musica del secolo XVIII, di arazzi ricchissimi scelti dalla collezione di oltre 2000 tappeti delle Gallerie Reali, la più ricca del mondo e che si fa vedere al pubblico due volte sole all'anno; il trono di Carlo V, le reliquie di Boabdil (1481), ultimo re moro di Granata; armi ed armature dei tempi di Carlo V e di Filippo il Bello, lavori stupendi, in gran parte di artisti italiani.

Al primo piano: bronzi, vasi, antichità moresche, oreficerie, smalti, ecc., dei Musei nazionali di Madrid. In una parola, e tranne alcune sale riservate alla Commissione Reale ed agli Uffizi, la Spagna ha destinato il proprio Palazzo ad un'Esposizione d'arte retrospettiva.

*

Il *Palazzo del Principato di Monaco*, venuto anche esso a porsi in linea sulla riva della Senna tra le Grandi Nazioni, riproduce l'antico mastio ed il Palazzo *Renaissance*, di residenza del Principe; la sua facciata principale sta di fronte al Palazzo della Spagna. Coi suoi loggiati bianchi, dipinti a fresco e la terrazza delle palme parrebbe una gaia villa del Golfo, se non avesse avanti a sé, precisamente verso la Senna, quell'enorme torrione feudale di colore grigio cupo, irto di merli, colle vedette bucate di feritoie e, tuttavia abbracciata a mezza altezza, da una svelta galleria (Tav. XV e XVI).

Diresse la costruzione il signor Tessier, architetto parigino, sui piani dei suoi colleghi di Monaco, signori Marquet e Médecin.

Entrando nel bel cortile, che ha nel mezzo un magnifico *parterre* di palmizi e di fiori, troviamo tutto all'ingiro disposti i pochi ma squisiti prodotti del Principato: agrumi, profumerie, vini, trecce di paglia e mobili. Una interessante collezione di disegni e fotografie di villini e di case, le fotografie dei grandiosi alberghi, delle ville, dei saloni, delle scale, dei giardini, danno un'idea esatta del lusso di quella terra favorita dalla natura, ma pur troppo maledetta dalla coscienza del mondo civile.

Al piano superiore, le ricche e copiose collezioni scientifiche del Principe Alberto ne' suoi 15 anni di esplorazione

alle Azzorre, nei paraggi di Terra Nuova, allo Spitzberg; ed il progetto del superbo Museo Oceanografico di Monaco, che ha 100 metri di lunghezza, e la cui costruzione si sta ultimando.

Il *Padiglione della Svezia* è certamente il più bizzarro di tutti i Palazzi ufficiali che stiamo visitando. Lo si potrebbe dire un capriccio del suo architetto, signor Fernando Boberg (Tav. XV e XVI). Ha in sé della montagna e della nave; ma pare che l'architetto abbia voluto ricordare alcuni motivi del suo grandioso edificio eretto nel 1887 a Stoccolma per l'Esposizione Scandinava, col quale aveva ottenuto un gran successo.

Quel capannone a cupola, che costituisce la costruzione principale, quella torricella di comando colla passerella del ponte e l'antenna imbandierata, quelle ghirlande di cordami, di gavitelli e di orifiamme, rappresentano nel loro complesso una specie di corazzata, ma tutta di legno venuto dalle foreste svedesi, essendoché tanto le pareti, come il tetto, sono egualmente rivestite, come si fa colle nostre ardesie, di squame brune di legno, difese da uno strato d'olio e vernice essiccante.

Nella gran sala ottagonale, coperta a cupola, è una serie quasi infinita di quei prodotti delle piccole industrie ispirati dalla Società degli amici del lavoro manuale, e che rappresentano il lavoro così del contadino come del dilettante per far parere meno lunghi e non meno proficui i quattro mesi di neve.

Ogni lato del grande ottagono è occupato da una sala; e in una le tessitrici bionde, nel loro grazioso costume svedese, maneggiano il telaio tessendo tappeti e tovaglie; in altra i lapponesi, rimpiccioliti dai loro eterni ghiacci, stanno cesellando piccoli oggetti d'argento, e in fondo, due panorami bellissimi: una notte d'inverno con aurora boreale, ed una notte d'estate, due viventi quadri di quelle strane notti del Nord, del pittore Tiren, riscuotono l'ammirazione universale.

Notiamo fra tante cosuccie esposte, le trine famose di Wadstena, fabbricate dal secolo XIV in poi.

Nè vogliamo dimenticare la « Sala Reale » sulla cui parete di fondo è rappresentato il Castello Reale di Stoccolma, nel più moderno stile Scandinavo.

*

Il *Padiglione della Grecia* scompare quasi in altezza tra i palazzi giganteschi delle altre Nazioni (Tav. XVI). L'architetto francese, sig. Luciano Magne, che insegna architettura alla Scuola francese di Belle Arti ed ha vissuto molto tempo in Grecia, ha creduto bene di mostrarci l'arte greca sotto un aspetto che è meno noto, quello dell'epoca bizantina, verso il nono secolo, traendo da sei o sette chiese di quell'epoca, che tuttora esistono in Atene, gli elementi costitutivi e di ornamentazione per un edificio, nel quale la parte esterna murale non è che una scorza, ma la struttura è tutta metallica e smontabile, dovendosi trasportare e rimontare in Atene per uso di piccole esposizioni annuali di belle arti.

La simmetria ed il parallelismo sono ad ogni modo sempre le caratteristiche dell'arte greca; una croce a bracci uguali, e nel mezzo una cupola bassa su tamburo elevato su quattro archi allacciati da penacchi. Gli angoli esterni della croce, occupati da quattro annessi coperti da quattro cupolini ottagonali. Le quattro facciate dell'edificio, terminate a frontone secondo l'inclinazione del tetto; alla facciata principale ed alla sua opposta due ampi portici d'accesso, sostenuti da colonne e coperti da capriate a tetto; sulle altre due facciate, e così su quella verso la Senna, un portico minore in emiciclo.

Le pareti sono fatte di mattoni in vista a strati alternati di colore albicocco e di un azzurro turchese; le tegole

tonde dei tetti sono rosee anch'esse del medesimo tono delle pareti.

L'ornamentazione è di una grande sobrietà, consistendo tutta nell'alternata disposizione di fascette di mattoni smaltati, nelle finestre geminate, con archivolti intrecciandosi ed archi di scarico.

Dai finestrini variopinti penetra nell'interno una luce mite, chiesastica. Graziosi nell'interno i pilastri quadrangolari, di ferri sagomati, decorati nei riquadri con lamiere stampate a fogliami e trafori, contornate ai margini dalle teste dei chiodi ribaditi in vista.

La Grecia, non avendo esposto nelle diverse sezioni, ha destinato il proprio Palazzo a far conoscere ed apprezzare i prodotti del suolo e dell'industria; e la mostra è stata intesa da un punto di vista essenzialmente commerciale. Onde vediamo, cuoi, tabacchi, uva di Corinto, vini e liquori, olii, spugne e resine; merletti e tessuti, e qualche saggio dei famosi marmi.

Solo alcune fotografie dell'Acropoli, del Partenone, dell'Eretteo, e le riproduzioni galvanoplastiche degli scavi recenti di Delfo e di Olimpia, ricordano al visitatore quella che fu un tempo la madre delle Arti. Alcuni quadri nell'interno, e qualche statua all'esterno di artisti contemporanei fanno desiderare una risurrezione che nulla lascia presagire sia per avverarsi presto. Ciò nondimeno la statua equestre di Colocotronis, l'eroe dell'indipendenza ellenica, collocata verso il terrazzo della Senna (visibilissima sulla nostra Tav. XVI), con una fiera mossa della destra addita ai visitatori il Padiglione della Grecia.

*

Il *Palazzo della Serbia* viene l'ultimo della linea, ossia è il primo, ritornando, dei Palazzi delle Nazioni in riva alla Senna (Tav. XVI). L'architetto signor Baudry lo ha composto nello stile serbo-bizantino, desumendone, come per il vicino Palazzo ellenico, gli elementi da edifici religiosi di quell'epoca; nè per verità sappiamo se esista realmente in Serbia alcun avanzo di edifici civili del periodo bizantino.

Il disegno nel suo insieme ha somiglianza molta con quello del vicino Padiglione della Grecia, ma più alto ed anche più ornato, il Padiglione Serbo, la cui ossatura è tutta di legno, con rivestimento di gesso, ha le pareti in figura di striscie di pietra grigia da taglio alternate con corsi di mattoni. La cupola e i due campanili sono coperti di metallo imitante il bronzo.

Occupi 300 mq., e rappresenta un vero sforzo da parte di un paese che conta al massimo un milione e mezzo di abitanti. Contiene una mostra interessante di prodotti nazionali, essenzialmente minerari ed agricoli; la Serbia produce ed esporta in abbondanza vini, sete e carni di maiale.

Vi è pure rappresentata la scuola politecnica e militare di Karageorgevitch, la manifattura dei tabacchi serbi che sono tra i più rinomati. Infine i più bei costumi nazionali, dai colori vivaci e svariati, carichi di ricami e di gioielli, costituiscono un museo etnografico di non comune interesse, tutto decorato di tappeti nazionali e di tende.

*

Sulla Tavola XVI vediamo in parte apparire alcuni altri edifici dell'Esposizione; vediamo per esempio, a destra, la passerella sulla Senna, a monte e contro il ponte dell'Alma, colla sua bizzarra decorazione a remi e rostri; la stazione della linea sotterranea che percorre la trincea coperta dei Moulineaux; la parte culminante del *Pavillon de la Presse* che spunta dalla folta alberata; vediamo pure un lembo del Padiglione del Messico, e in lontananza per buona parte della sua altezza di 300 metri la torre Eiffel.

(Continua)

G. SACHERI.

CHIMICA INDUSTRIALE

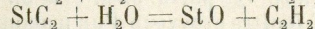
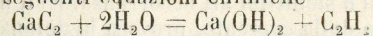
IL NERO D'ACETILENE E SUOI DERIVATI.

La fabbricazione del carburo di calcio ne' forni elettrici dà sempre luogo ad una notevole quantità di prodotto di basso rendimento in acetilene di cui l'impiego finora è stato sempre difficile. Invero, da' forni elettrici a funzionamento continuo di rado si ottiene un carburo di qualità superiore, capace cioè di sviluppare a freddo, in presenza dell'acqua, almeno 300 litri di acetilene per chilogramma, e da' forni elettrici a funzionamento interrotto quasi sempre si produce un carburo di calcio ch'è coperto da un discreto strato di scorie trattenenti del carburo insieme col carbone e con la calce. Inoltre, in qualunque modo si fabbrichi, il carburo di calcio sottoposto all'azione de' frangitoti si riduce, oltrechè ne' pezzi richiesti di limitato volume, anche in frammenti e polvere. E' vero che il carburo di qualità inferiore e la massima parte de' frammenti e della polvere prodotti da' frangitoti si rifondono, e che le scorie frammiste con le miscele non ancora trasformate si riimpiegano nelle cariche successive, ma è anche vero che con queste operazioni ulteriori, richiedenti peraltro una certa spesa d'energia, non si riesce mai ad impedire che si accumulino nelle officine un'abbondante quantità di prodotto di scarto. Questo prodotto che naturalmente non può da un lato essere acquistato da' consumatori nè dall'altro essere conservato da' fabbricanti, anche perchè decomponibile per l'azione dell'umidità, trova quasi sempre posto definitivo nel carburo di buon rendimento in acetilene. Per ciò che risulta danneggiato è sempre il consumatore che dal carburo acquistato sul mercato non potrà mai ricavare quella quantità di acetilene che normalmente si suole garantire. Il danno a volte può essere anche maggiore di quello che appare a prima vista. Se, ad esempio, per l'illuminazione di 100 becchi consumanti ciascuno 20 litri di gas all'ora si utilizzasse del carburo acquistato al prezzo di 50 o 40 lire il quintale, ma di cui il rendimento in acetilene invece di essere quello normale garantito, di 300 litri cioè per chilogramma, fosse di 260 litri, dopo 3000 ore di accensione verificabili in un anno, si sarebbero consumati, oltre i 200 quintali di carburo preventivati, altri 30 comportanti la perdita non lieve di 1600 a 1200 lire.

Per l'ulteriore sviluppo dell'industria acetilenica è indispensabile che il carburo del commercio sia di qualità superiore, sia imballato nelle officine di produzione senza polvere e cascami, e all'atto dell'arrivo sul sito di consumo non contenga se non quella prodottasi pel trasporto. Ma, del pari, è indispensabile che le stesse officine trovino un impiego remunerativo de' loro residui. La soluzione, adunque, del problema della utilizzazione di questi prodotti di scarto è di estrema necessità commerciale.

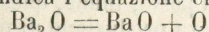
Ma un altro problema riflettente l'industria acetilenica, pure di grand'importanza industriale, merita di essere risoluto: il problema della utilizzazione degli altri carburi alcalino-terrosi.

E' noto, già da qualche tempo, che tutti i carburi alcalino-terrosi danno a freddo, per reazione con l'acqua, dell'acetilene puro e de' residui, alcuni de' quali di grande valore industriale. Le seguenti equazioni chimiche



mostrano, invero, che se con l'acqua si decompone il carburo di calcio, bario e stronzio, si ottiene sempre l'acetilene puro ed inoltre la calce idrata, la barite e la stronziana rispettivamente. Se la calce idrata può considerarsi un prodotto d'importanza industriale trascurabile, eccetto nel caso in cui con tenui spese si possa rigenerare allo stato di calce viva ne' siti stessi ove s'è prodotta, l'ossido di bario, invece, e l'ossido di stronzio sono composti che si prestano a notevoli impieghi e che anzi formano oggetto di speciali fabbricazioni.

L'ossido di bario, ad esempio, per la proprietà che possiede di decomporsi a temperatura elevata con produzione di ossido inferiore, com'indica l'equazione chimica seguente



è la materia prima cui industrialmente si ricorre per la preparazione dell'ossigeno. Fu il Boussingault che per il primo se ne servì a tale scopo procurandoselo, mediante la calcinazione, dal nitrato di bario per ripristinarlo, dopo compiuta la predetta decomposizione, dal protossido assoggettato alla temperatura di 1000° C. circa in una conveniente corrente d'aria, e quindi disossidarli di nuovo, e così di seguito. E' al Brin, però, che si deve il perfezionamento di un tal metodo di preparazione. Egli, infatti, obbligando l'aria, prima d'introdurla nelle storte riempite di biossido di bario, ad attraversare la calce caustica per liberarla dell'anidride carbonica e del vapore d'acqua, rese possibile la trasformazione continua del biossido in ossido e viceversa — il che, secondo il processo di Boussingault, si rendeva difficile dopo un certo numero di successive disossidazioni ed ossidazioni pel fatto che i detti corpi diminuivano enormemente la porosità del prodotto. Lo stesso Brin, inoltre, riuscì a ridurre anche la spesa del combustibile necessario servendosi dell'azione concomitante dell'innalzamento di temperatura e della pressione per far assorbire l'ossigeno dal biossido di bario invece di usare, come faceva il Boussingault, temperature alternativamente maggiori e minori.

Fra le svariate applicazioni dell'ossigeno basta ricordare il suo frequente impiego per ottenere temperature elevate, per depurare il gas-luce e il vetro, nella preparazione dell'olio cotto, e via dicendo.

Ma l'ossido di bario non s'impiega unicamente per la produzione industriale dell'ossigeno, serve anche per altre preparazioni, fra le quali quella dell'idrato di bario cristallizzato rispondente alla formula chimica $\text{BaO}_3 + 9\text{H}_2\text{O}$, di cui grande è il consumo nelle fabbriche di zucchero. Una di queste fabbriche, ad esempio, che lavori 10000 tonnellate di barbabietole all'anno, impiega da 15 a 20 tonnellate d'idrato di bario, potendosi ritenere che, in media, per una tonnellata di barbabietole si richiede da 1,5 a 2 chilogrammi d'idrato.

Tuttavia, sebbene le altre applicazioni della barite e quelle della stronziana siano pure importanti, non si è finora tentato di associare la fabbricazione di esse con quella dell'acetilene, come mostrano le ricordate equazioni chimiche. Il motivo sta appunto nel costo de' carburi di bario e di stronzio di molto superiore a quello del carburo di calcio, a causa dell'elevato prezzo delle materie prime, necessarie alla loro produzione, dipendente dalla limitata estensione de' relativi giacimenti minerari, a differenza di quelli di calcio che sono diffusissimi. E ciò malgrado che questi carburi si possano produrre anche facilmente per azione dell'arco voltaico su di una mescolanza di carbone e di carbonato di bario o di stronzio e presentino un rendimento in acetilene alquanto maggiore del carburo di calcio.

Ora, le brevi osservazioni fatte sono sufficienti per far intravedere che una convenienza economica potrebbe esservi se si riuscisse ad associare la fabbricazione della barite e della stronziana con l'utilizzazione de' residui delle officine di carburo od anche con la produzione di qualche derivato dell'acetilene che presenti un lucro maggiore dello stesso acetilene.

Fra i diversi tecnici che hanno finora preso in esame i due problemi suddetti a me sembra che il signor Hubou sia riuscito a proporre, non è guari, una soluzione pratica del tutto conveniente. Egli suggerisce di trasformare i carburi di cattivo rendimento in *nero commerciale* o *carbone amorfo*, prodotto che, com'è noto, è suscettibile d'innunerevoli e svariate applicazioni.

Convinto che l'attuazione della proposta di Hubou potrà influire sull'ulteriore sviluppo dell'industria acetilenica, non credo inutile riassumere le ricerche fatte da lui (1) ed esporre i vantaggi che dal nuovo metodo di fabbricazione possono derivare, dopo qualche richiamo a' processi attuali di preparazione del nero commerciale e al rendimento di essi.

*

Tutti i processi di fabbricazione de' diversi neri commerciali poggiano sul semplice principio della combustione d'un

(1) *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France*, giugno 1900.

idrocarburo in presenza dell'aria. Le materie prime organiche che pertanto s'impiegano, siano solide, liquide o gassose, possono essere naturali o prodotti di altre fabbricazioni. Sono di solito preferiti le resine, le naftaline, le essenze, gli oli, i petroli, i gas d'oli o di petroli.

I neri comuni o di qualità inferiore si producono quasi sempre con la combustione delle resine o degli oli catramosi in semplici camere o canne verticali sulle pareti delle quali si depongono; i neri fini leggeri, invece, si ricavano dagli oli o da gas d'oli o di petroli fatti bruciare in lampade o in becchi appropriati, per modo che le fiamme possano lambire le superficie che li raccolgono opportunamente raffreddate. Aumentando la quantità d'aria necessaria alla combustione, si migliora la qualità del nero, ma si diminuisce di molto il rendimento della sostanza organica che lo produce. I neri poi di qualità superiore sono questi stessi neri leggeri che, sottoposti ad alternativi lavaggi e calcinazioni, si sono liberati dalle materie catramose e grasse che l'inquinano. Fra i neri più fini che finora si conoscono sono quelli di petrolio d'America, quelli di Boujou e soprattutto quelli di Francfort.

Di qualunque qualità siano, i neri si fabbricano da per tutto a motivo del gran consumo che se ne fa. Quelli di qualità superiore naturalmente si utilizzano per le applicazioni più delicate, come per la fabbricazione degli inchiostri tipografici e litografici, delle vernici, delle lacche, de' colori, per la colorazione de' cuoi, degl'incerati, per le impressioni su' tessuti, per l'incisione, per la fotoincisione, ecc., ecc. Circa il prezzo di essi si può dire ch'è molto variabile: un nero comune si può acquistare anche per lire 0,50 il chilogramma; il costo di un nero finissimo invece può arrivare anche sino a 6 lire.

Ma i neri leggeri presentano diversi inconvenienti, fra i quali la perdita eccessiva di materia prima e la composizione variabile. In effetti il rendimento in nero della materia prima è sempre inferiore al 25 per cento; di rado, poi, il carbone contenuto in un nero leggero del commercio supera l'80 per cento, essendo il 20 per cento costituito di materie saline, oleose o resinose. Ambedue quest'inconvenienti derivano dalla natura stessa de' processi di produzione, i quali non assicurano la costanza della quantità d'aria occorrente per la combustione degli idrocarburi, nè quella della temperatura di formazione de' neri stessi.

S'è cercato già da qualche tempo di sopprimere od almeno di ridurre questa perdita considerevole di materia prima e di ottenere del carbone puro con la dissociazione degli idrocarburi per via pirogenica ed anche per via elettrolitica, pur impiegando correnti di alta tensione. Le prove fatte a tale scopo non hanno dato risultati cattivi, ma neppure sono stati sufficienti per realizzare de' metodi industriali di preparazione. E' innegabile, come già ho detto, che si migliora la composizione de' neri lavandoli e calcinandoli, ma non si può affermare che, ripetendosi tali ulteriori operazioni, si riesce a renderla uniforme. Un nerofumo, ad esempio, ottenuto per via pirogenica dalla decomposizione di un olio o di un petrolio, poi purificato con la benzina, alcool ed etere, ed infine essiccato, trattiene ancora con grandissima energia una piccola quantità d'idrocarburo e d'acqua e qualche volta anche di azoto. Nè riscaldato successivamente nel vuoto anche ad alta temperatura diventa affatto puro, chè, malgrado tutte le precauzioni, vi si trovano sempre tracce de' detti corpi. L'acqua, com'è ovvio, proviene dalla combustione degli idrocarburi ed è fortemente assorbita e tratteneuta dal nero a motivo della sua elevata porosità, oltre quella che trovasi nell'aria atmosferica allo stato di vapore, quando il nero stesso è conservato ne' magazzini.

In generale si può dire che sullo stato di finezza di un nero commerciale, sull'uniformità della sua composizione e sulla sua potenza colorante influiscono, oltrechè le materie prime donde proviene, anche, e soprattutto, il metodo di preparazione adottato, il numero delle alternative lavature e calcinazioni cui è stato sottoposto, e la perfezione con cui queste operazioni sono state compiute. Inoltre, qualunque sia stato il suo modo di fabbricazione, per produrne un dato peso occorre sempre un peso triplo e qualche volta anche quadruplo della materia prima adoperata.

*

L'acetilene è fra gl'idrocarburi conosciuti il più ricco di carbonio; perciò, impiegato come materia prima per la produzione del nerofumo, deve avere un rendimento maggiore di tutti gli altri idrocarburi ed anche deve fornirli più puro.

Il Moisson fu il primo che produsse il nero dall'acetilene facendolo bruciare incompletamente all'aria, ma anch'egli ottenne un prodotto che non aveva una composizione troppo regolare nè una tinta uniforme. Per purificarlo di più si potrebbe far assorbire l'idrogeno che contiene sotto forma d'idrocarburo e d'acqua dal cloro, dal bromo o da qualch'altra sostanza chimica appropriata. Tuttavia, dal punto di vista economico, il nerofumo ottenuto col processo della combustione incompleta dell'acetilene non può essere conveniente, imperocchè, avuto riguardo anche alle spese occorrenti per la sua ulteriore purificazione, il suo costo non può mai riuscire inferiore a quello degli altri neri leggeri conosciuti.

Amnesso, ad esempio, che un chilogramma di carburo decomposto con l'acqua fornisca 290 litri di acetilene, che abbia un costo di produzione di lire 0,25 e che presenti un rendimento in nero anche del 30 per cento, consegue che per avere un chilogramma di nerofumo occorrono metri cubi 3,333 di acetilene e, quindi, la non indifferente spesa per la sola materia prima di lire 2,90.

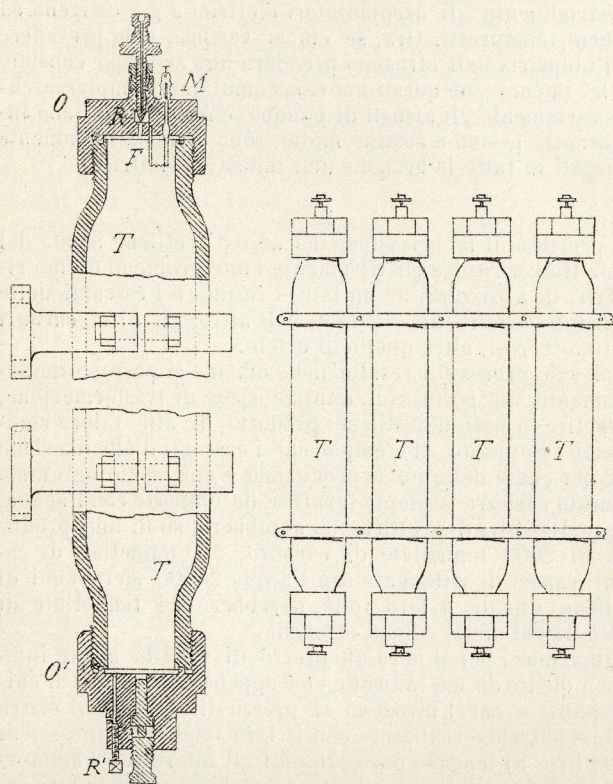
Chi, con un processo nuovo, semplice ed economico è riuscito, però, ad ottenere dall'acetilene un nero purissimo è stato, come già ho detto, il signor Hubou. Egli osservò che la natura endotermica dell'acetilene, la facilità con la quale si separa ne' suoi due elementi sotto l'azione d'una debole sorgente calorifica, ed il suo alto potere esplosivo, dovevano prestarsi ad una fabbricazione senza perdite d'un nuovo nero. Ed in effetti, fatto esplodere l'acetilene compresso ad una pressione poco elevata tra 2 e 5 atmosfere fuori del contatto dell'aria in recipienti chiusi di acciaio, poté separare dall'idrogeno il carbonio in una massa voluminosa e compatta.

L'Hubou aveva tentata dapprima la decomposizione dell'acetilene alla pressione ordinaria riscaldandolo in tubi o sottomettendolo all'azione delle scintille d'induzione elettrica; ma, constatato ch'essa procedeva lenta e sollevava anche diverse difficoltà pratiche, preferì operare sotto pressione ed utilizzare le proprietà esplosive di questo gas.

La composizione può iniziarsi in un punto qualunque della massa gassosa compressa o col mezzo delle scintille elettriche, o meglio ancora, con un semplice filo metallico reso incandescente da una corrente elettrica, imperocchè si propaga istantaneamente in tutta la restante massa.

L'apparecchio adoperato dal signor Hubou nelle sue esperienze consta di un tubo T (fig. 158) di acciaio, molto resistente, chiuso all'estremità per mezzo di opportuni otturatori O ed O'. Il superiore O porta un rubinetto speciale R per l'entrata dell'acetilene e per l'uscita del gas dopo la reazione ed un morsetto isolato M che si prolunga di qualche centimetro nella cavità del tubo per collegarsi col filo metallico F fisso con l'altro capo alla base dell'otturatore medesimo. A questo morsetto ed al tubo stesso T si attaccano rispettivamente i capi d'una sorgente di forza elettromotrice destinata a fornire nel circuito elettrico così formato una corrente che per mezzo di un commutatore inseritovi può interrompersi o stabilirsi all'occorrenza. E' il filo F che, reso incandescente dalla corrente, provoca la detonazione del gas. L'otturatore inferiore O' porta anch'esso un rubinetto per l'uscita del gas ed è inoltre provvisto d'un manometro speciale.

Come si debba procedere per la fabbricazione del nero d'acetilene con quest'apparecchio è facile prevedere. Si vuota, innanzi tutto, d'aria il cilindro e lo si riempie di acetilene compresso. Fatto esplodere, si nota un rapidissimo innalzamento di pressione, che ben tosto riprende il valore primitivo a causa dell'idrogeno formatosi insieme col carburo in volume uguale a quello dell'acetilene introdotto. Si apre quindi il rubinetto superiore e si fa uscire l'idrogeno che si può raccogliere in apposito gazometro dopo averlo pulito in apparecchi lavatori; si tolgono gli otturatori e si vuota il tubo del carbone che lo riempie in massa polverulenta e compatta. Si rimettono a posto, infine, questi otturatori e si può procedere ad una nuova produzione di nero d'acetilene.



Figg. 158-159. — Apparecchio del signor Hubou per la fabbricazione del nero di acetilene.

Ma in questa come in tutte le successive produzioni è conveniente apportare qualche variante. Perciò, vuotato il tubo della nuova aria entratavi durante l'operazione di scarico del carbone, vi si fa rientrare l'idrogeno prima prodotto dal rubinetto R e lo si fa uscire dall'altro R' onde possa trascinare le tracce d'aria che eventualmente vi fossero rimaste. Si richiude quindi il rubinetto R' e s'introduce nel cilindro del nuovo acetilene compresso, per modo che in esso ora trovasi una mescolanza di acetilene e d'idrogeno, che naturalmente si fa detonare come prima. Le successive operazioni non cambiano da quelle testè dette.

L'operare con miscela d'acetilene e d'idrogeno è vantaggioso non soltanto perchè la decomposizione dell'acetilene stesso effettivamente avviene fuori dell'aria, ma anche perchè essa è meno energica e può regolarsi variando le proporzioni de' due corpi componenti.

E' ovvio che, volendosi aumentare la produzione del nero d'acetilene, si disporranno diversi di questi tubi, che possono collegarsi fra di loro mediante coppie di robuste fascie di ferro serrate con chiavarde contro le superficie esterne de' tubi medesimi e fissate anche contro un muro, come indicano le figure 158 e 159.

E' bene tenere presente che la decomposizione dell'acetilene si effettua nella ragione di un metro cubo d'idrogeno e di un chilogramma di nero per ogni metro cubo di gas acetilene.

Che questo processo di preparazione del nero, completamente diverso degli altri adoperati finora, debba dare un prodotto di qualità superiore, non può essere dubbio. Le analisi, del resto, e le prove fatte all'uopo hanno dimostrato chiaramente che questo nero d'acetilene ha diversi vantaggi sugli altri neri leggeri conosciuti, che si possono così riassumere:

1) Esso si produce con un metodo di elevato rendimento, circa quattro volte maggiore di quello conseguibile con gli altri. Infatti, decomponendosi l'acetilene fuori del contatto dell'aria e senza ossidazione, non v'è ragione di perdita di materia prima; si può dire che si ottiene quasi tutto il carbonio contenuto nell'acetilene, ch'è il 92,3 per cento.

2) Si raccoglie istantaneamente in gran massa compatta ed in piccolo spazio, a differenza degli altri neri, che richiedono per una uguale produzione maggior tempo, spesso anche un grande spazio, e si depongono sempre in massa suddivisa.

3) Ha un grado di purezza non ancora raggiunto da nessuno degli altri neri leggeri. Invero è tutto costituito di carbonio, e solo raramente può conservare tracce di sostanze estranee, le quali non superano mai i 2/10 per cento.

4) E' di una insuperabile tenuità e leggerezza.

5) Ha una tinta nera uniforme con riflessi leggermente turchini, tanto desiderata dagli industriali di nero, contrariamente agli altri neri commerciali, che hanno sempre una tinta nera irregolare con riflessi rossicci, proveniente da prodotti di ossidazione, che sempre contengono in quantità variabile.

6) Si applica assai bene, anzi meglio, a tutti gl'impieghi de' migliori neri leggeri. Si mescola, infatti, con facilità in tutte le proporzioni e senza formare alcun deposito con gli oli, le gomme, la destrina, la colla e le essenze. Perciò le vernici fabbricate con esso sono di qualità superiore e possono con vantaggio impiegarsi per le impressioni su' tessuti, per le tele cerate e pe' cuoi specialmente, pe' quali, com'è noto, si richiedono neri affatto neutri, puri e di estrema finezza. Le pitture ad olio, fatte con lo stesso nero, non lasciano grumi, si spandono regolarmente, non si sgretolano all'aria per qualsiasi variazione di temperatura e producono all'occhio la grata sensazione di un colorito caldo e deciso.

Nella fabbricazione, poi, degli inchiostri litografici e tipografici si presenta per varie ragioni eccellente. Invero, quelli litografici non ingrassano la pietra, che coprono invece nella misura voluta, e perciò permettono di aumentare il numero di esemplari conseguibili da una pietra litografica apparecchiata, di ridurre il lavoro di pulizia quasi continua di essa durante il tiraggio e di perfezionare gli esemplari medesimi, in quanto che le linee sottili, i dettagli minuti riescono più visibili e nettamente delineati.

Gli inchiostri tipografici, a loro volta, risultano di composizione regolare, tanto difficile ad ottenersi con gli altri neri, e però non presentano nè la tinta gialliccia, nè lasciano le impronte pesanti degli altri inchiostri.

Anche nella incisione e nella fotoincisione il nero d'acetilene sostituisce gli altri con vantaggio, in quanto che non richiede l'impiego della lacca bianca per smorzare i toni pesanti, e conserva nelle riproduzioni, in modo del tutto netto, i dettagli e le mezze tinte.

Raccomandabile d'al pari è per la fabbricazione degli inchiostri di china e delle lacche secche, imperocchè si scioglie nell'acqua meglio de' neri d'anilina.

Da questa esposizione delle proprietà caratteristiche del nero d'acetilene, sebbene troppo rapida e forse anche incompleta, si può pertanto concludere ch'esso è in grado di gareggiare vantaggiosamente co' più bei neri leggeri che finora si conoscono, e per conseguenza può essere venduto allo stesso loro prezzo. Avuto riguardo che un nero fino leggero può pagarsi, come ho già accennato, anche 6 lire al chilogramma e che i neri di petrolio d'America e di Boujou si vendono al prezzo variabile da 2 a 3 lire, se si stabilisse pel nero d'acetilene il prezzo di vendita di 2 lire il chilogramma, esso sarebbe di certo inferiore a quello che si dedurrebbe dal confronto con gli altri neri.

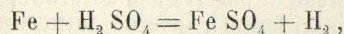
Mostrerò fra poco come, in base a tale prezzo, l'esercizio del nero d'acetilene è sufficientemente fruttuoso, anche non tenendosi conto de' lucri conseguibili con la vendita dell'idrogeno che si ottiene come sotto-prodotto.

*

Ed a proposito di questo gas, ch'è il più leggero fra tutti i gas conosciuti e che col processo Hubou si ottiene da un altro gas più pesante, se si riflette ch'esso è uno di quei corpi che per le applicazioni cui con utilità si presta, si preferisce produrre anche con metodi di preparazione alquanto costosi, il processo stesso acquista maggiore importanza. Chi conosce la storia dell'industria dell'idrogeno avrà certamente notato che gli sforzi de' tecnici sono stati diretti alla ricerca di metodi industriali capaci di produrre tale gas in modo

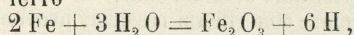
sempre più economico, onde le diverse applicazioni di esso potessero prendere tutto lo sviluppo che meritano.

A partire dall'antico metodo di Charle, per mezzo del quale l'idrogeno si produceva per azione dell'acido solforico sul ferro

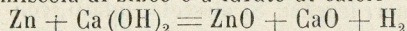


fino a quelli più recenti di Giffard, di Mayert e Rictler, di Hembert-Henry ed a quello recentissimo elettrolitico, si constatava precisamente un sempre crescente progresso nella preparazione industriale dell'idrogeno.

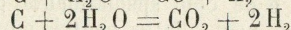
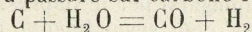
Col processo Giffard si otteneva per azione del vapore surriscaldato sul ferro



con quello Mayert e Rictler si preparava esente di sostanze acide riscaldando ad elevata temperatura tubi di ghisa riempiti d'una miscela di zinco e d'idrato di calcio



e con l'altro di Hembert-Henry, ritenuto fino a pochi anni or sono il più economico di tutti, lo si fabbricava obbligando il vapor d'acqua a passare sul carbone rovente



e riducendo dipoi l'ossido di carbonio in anidride carbonica mediante il vapore surriscaldato.

Quest'ultimo metodo fu anzi perfezionato dal Krupp che, impregnando il carbone di alcuni sali, principalmente carbonati alcalini, prima di assoggettarlo all'azione del vapore d'acqua, riuscì ad impedire lo svolgimento dell'ossido di carbonio e ad ottenere direttamente una miscela di gas molto ricca d'idrogeno.

Ma il metodo sul quale si fondavano fino ad oggi le maggiori speranze per la produzione di questo gas a buon mercato era quello per mezzo dell'elettrolisi dell'acqua.

Ora a questo metodo non converrà neppure più ricorrere, dal momento che il signor Hubou è riuscito ad offrircelo quasi gratuitamente, ad un prezzo bassissimo, come prodotto secondario della preparazione del nero d'acetilene.

Le principali proprietà per le quali l'idrogeno si è reso suscettibile di applicazioni industriali sono la sua superiore leggerezza ed il suo elevato potere calorifico. In grazia della sua leggerezza è utilmente impiegato pel rigonfiamento de' palloni areostatici; in grazia del suo potere calorifico è utilizzato per produrre alte temperature in tutte le industrie che impiegano il cannello a gas e che hanno bisogno di scaldare pezzi in atmosfera di gas puro, non che per la fabbricazione degli smalti, per la luce ossidrica, ecc., ecc.

Ma altri impieghi di esso saranno attuabili in avvenire. Mi limiterò a tale riguardo a fare due osservazioni:

1) Dalla decomposizione a freddo del carburo di calcio, in presenza dell'acqua, si ottiene l'acetilene e come sottoprodotto la calce idrata, ch'è circa nella proporzione dell'87 per cento della quantità di carburo impiegato. Ora, raccolta questa calce idrata in bacini di decantazione, si potrebbe ripristinare allo stato di calce viva utilizzando come sorgente calorifica l'idrogeno prodottosi dalla decomposizione dell'acetilene e che non costa nulla. Se questa calce risulta ancora di buona qualità, potrebbe mescolarsi col carbone per produrre nuovo carburo di calcio; se così non è, può sempre vendersi ad un prezzo anche basso con un certo vantaggio.

2) In grazia di alcune prove fatte si spera di realizzare industrialmente gli accumulatori elettrici a gas ossigeno ed idrogeno compressi. Ora, se ciò si verifica, è da prevedere che l'industria dell'idrogeno prenderà uno sviluppo considerevole, imperocchè questi nuovi accumulatori rimpiazzerebbero certamente gli attuali di piombo, che, sebbene siano ingombranti, pesino e costino molto, sono tuttavia largamente impiegati in tutte le branche dell'industria elettrica.

*

Il processo di fabbricazione del nero d'acetilene ideato dal signor Hubou risolve effettivamente i due problemi da me ricordati: di utilizzare, da un lato, i residui e i cascami delle officine di carburo di calcio, e, dall'altro, gli altri carburi alcalino-terrosi, oltre quello di calcio.

Col suo processo i residui delle officine si possono immediatamente sul posto, con minime spese di trasformazione, convertire in nero d'acetilene, prodotto di alto valore commerciale. Supposto, ad esempio, che i cascami d'officina siano il 12 per cento della totale produzione e che un chilogramma di questo carburo scadente fornisca, decomposto con l'acqua, appena 100 litri di acetilene, si avrebbero, su di una produzione di 2000 tonnellate di carburo, 240 tonnellate di cascami, capaci di sviluppare con l'acqua 24000 metri cubi di acetilene, i quali, a loro volta, darebbero 24 tonnellate di nero e 24000 metri cubi d'idrogeno.

Ritenendosi per il nero un prezzo di vendita anche inferiore a quello da me indicato, cioè appena di lire 1,50 al chilogramma, e per l'idrogeno il prezzo di lire 0,40 al metro cubo, si potrebbe realizzare con la loro vendita un incasso di 45600 lire. Si tengano pure presenti gli interessi e l'ammortamento del capitale d'impianto, si stabilisca per questi cascami anche un valore d'acquisto, che oggi non hanno, si calcolino le spese di compressione dell'idrogeno, si aggiungano altre eventuali spese secondarie; ma, con tutto ciò, non si potrà mai affermare che questa somma subirà una grande riduzione: una gran parte di essa resterà sempre un lucro netto.

Inoltre, le 1760 restanti tonnellate di carburo saranno di qualità scelta, e si potrà garantire con sicurezza la produzione di 300 litri di acetilene a 0° C. Potrebbero, anzi, vendersi ad un prezzo superiore; aumentato soltanto di 10 lire per tonnellata, si aumenterebbe il lucro dell'officina produttrice più di 15000 lire.

Ma v'ha di più. Anche la fabbricazione del nero d'acetilene dal carburo di buona qualità è vantaggiosa quando si compia nella stessa officina in cui si produce il carburo ed in una discreta quantità. L'apparecchio del signor Hubou, quando dovesse destinarsi a fabbricare il nero in queste condizioni, dovrebbe essere capace per lo meno di produrre annualmente 100 tonnellate di nero e conseguentemente 100000 metri cubi d'idrogeno. In base a queste cifre non è difficile prevedere il costo di produzione del nero medesimo.

Le spese da tenere a calcolo sono quelle relative all'acquisto della materia prima, l'ammortamento e l'esercizio dell'installazione, la mano d'opera, le spese generali, le spese d'imballaggio.

Il prezzo di produzione del carburo di calcio, a parità di condizioni, dipende soprattutto dal rendimento de' forni elettrici. In certe officine non si ottengono più di 2 chilogrammi di carburo per cavallo-giorno, in altre, invece, anche 3,4.

Quantità di carburo prodotto per cav.-giorno	Costo di produzione del carburo al kg.	Costo del carburo necessario per produrre 1 kg. di nero	Costo di produzione di 1 kg. di nero	Utile conseguibile dalla vendita di 1 kg. di nero d'acetilene
Kg.	Lire	Lire	Lire	Lire
2,00	0,320	1,09	1,39	0,61
2,20	0,297	1,00	1,30	0,70
2,40	0,275	0,93	1,23	0,77
2,60	0,252	0,86	1,16	0,84
2,80	0,229	0,78	1,08	0,92
3,00	0,206	0,70	1,00	1,00
3,20	0,183	0,62	0,92	1,08
3,40	0,160	0,55	0,85	1,15

Nella terza colonna della precedente tabella sono indicati approssimativamente i diversi prezzi della materia prima necessaria per la produzione di un chilogramma di nero in rapporto a diversi valori della quantità di carburo producibili in un'officina per cavallo-giorno ed a' relativi costi di produzione per chilogramma, che sono invece segnati nella prima e nella seconda colonna rispettivamente. Nel compilarla ho assunto per base la somma di lire 320, come prezzo minimo del costo di produzione di una tonnellata di carburo nelle officine in cui si realizza appena il rendimento di 2 chilogrammi per cavallo-giorno, ed ho inoltre ammesso che il carburo adoperato per la fabbricazione del nero d'acetilene renda soltanto 290 litri per chilogramma.

Si può ritenere, senza essere molto lontani dal vero, che, in media, il costo della materia prima necessaria per fabbricare un chilogramma di nero sia di lire 0,85, potendosi essa produrre a lire 0,25 il chilogramma.

Senza entrare in minuziosi dettagli, si può ammettere con sufficiente approssimazione che l'impianto necessario a produrre 100 tonnellate di nero all'anno, dovendo comprendere un generatore completo d'acetilene con gazometro, una pompa col relativo motore per comprimere in apposito accumulatore l'acetilene, un apparecchio produttore del nero di acetilene, le canalizzazioni, i recipienti pel nero, ed il gazometro per l'idrogeno, richieda una spesa di 50000 lire.

Ed allora, computando per ogni chilogramma di nero prodotto la somma di lire 0,10 per l'ammortamento ed esercizio dell'officina, e somme pressochè uguali per le spese generali e mano d'opera e per gl'imballaggi, il costo di ogni chilogramma di nero non sorpasserà le lire 1,15.

Se invece di questo caso medio si vogliano considerare gli altri casi contemplati nella detta tabella, si avrebbero i risultati raccolti nella quarta colonna di essa.

Essendosi stimata la vendita del nero d'acetilene ad un prezzo medio di lire 2 per chilogramma, il lucro dell'officina varierebbe ne' singoli casi per ogni chilogramma di nero venduto, come mostra l'ultima colonna della medesima tabella.

Nel caso considerato da noi come medio, il lucro sarebbe di lire 0,85 per chilogramma, ossia di lire 85000 per le 100 tonnellate di nero prodotto. Se le 340 tonnellate di carburo che all'incirca sono occorse per la produzione di queste 100 tonnellate di nero fossero state vendute per l'illuminazione ad acetilene, poichè si può ritenere con sufficiente approssimazione che all'officina si possa acquistare al prezzo di 350 lire la tonnellata, il lucro sarebbe stato, invece, di lire 34000. Dunque con la trasformazione sul posto del carburo di calcio in nero d'acetilene si avrebbe per il caso supposto un guadagno in più di lire 51000, corrispondente a lire 150 per tonnellata di carburo.

Restano poi ancora a considerarsi i 100000 metri cubi di idrogeno che si sono prodotti con le 100 tonnellate di nero. Ammesso che le spese di compressione di questo gas richiedano una somma di lire 0,10 per metro cubo, e che lo si possa vendere a lire 0,40 al metro cubo, prezzo questo inferiore a quello oggi corrente, si avrebbe sempre per ogni metro cubo un beneficio di lire 0,30 e per 100000 metri cubi la non indifferente somma di lire 30000.

Dovendosi, però, considerare che una parte dell'idrogeno si utilizza perchè si mescola con l'acetilene nella sua decomposizione, si può ritenere che in totale si ricaverebbe dalla vendita dell'idrogeno un lucro di 20000 lire.

Ammesso pure che il carburo di calcio per l'aumentato prezzo del coke venga a costare di più di quanto come media si è supposto, e che possa anche costare all'officina 320 lire la tonnellata, restando nell'esempio supposto, sommati i lucri della vendita e del nero e dell'idrogeno, si avrebbe sempre un lucro di 80000 lire ch'è ancora sufficiente per far concludere ch'è più vantaggioso trasformare sul posto il carburo di calcio in nero d'acetilene che venderlo direttamente a' consumatori per l'illuminazione ad acetilene. Alla stessa conclusione si giungerebbe se si volesse anche alquanto ridurre il prezzo di vendita del nero d'acetilene stimato a 2 lire il chilogramma.

Ma il processo del signor Hubou per la preparazione del nero d'acetilene risolve anche, come ho già detto, l'importante pro-

blema dell'utilizzazione de' carburi alcalino-terrosi, di bario e stronzio, i quali, decomposti con l'acqua, danno, oltre all'acetilene, la barite e la stronziana, che sono prodotti di valore industriale di molto superiore a quello dell'idrato di calcio.

Utilizzandosi, ad esempio, nell'officina stessa dove si trasforma il carbonato di bario in carburo di bario, questo poi in barite ed acetilene, e quest'ultimo infine in nero d'acetilene ed idrogeno, si ha sufficiente ragione per ritenere che la barite debba venire ad avere un prezzo inferiore a quello, col quale c'è fornito dagli attuali processi di produzione, imperocchè la vendita del nero e dell'idrogeno compenserebbe, se non totalmente, almeno in gran parte, il maggior costo di produzione del carburo di bario.

E qui è opportuno fare un'osservazione. Ho già detto che uno degl'impieghi più notevoli della barite è la fabbricazione industriale dell'ossigeno secondo il processo Boussingault-Brin. Però merita di essere notato un metodo recente per produrre questo corpo, che secondo alcuni autori sembra destinato a sostituire tutti gli altri che si adoperano per lo stesso scopo, se non subito, certo in un avvenire non tanto lontano. Questo metodo si fonda sulla proprietà che l'aria liquida possiede di liberarsi facilmente dell'azoto e di ridursi perciò in un liquido ricco d'ossigeno. Ora, senza escludere la possibilità del vantaggio economico realizzabile con esso, non si può pertanto mettere in dubbio che il metodo suggerito da Hubou per la preparazione della barite è sempre preferibile agli altri metodi oggidì adoperati per produrla per tutte le restanti applicazioni cui così utilmente si presta.

*

L'opportunità d'attuare industrialmente il processo Hubou, che ho rapidamente esposto, mi pare che non si possa mettere in dubbio. Tuttavia mi piace di riassumere alcune osservazioni in risposta ad alcune obiezioni fatte o che eventualmente possono farsi al processo medesimo.

Si potrebbe osservare innanzi tutto che, essendo la produzione del nero subordinata a quella del carburo di calcio, non si avrebbe una sorgente continua di materia prima per esso o per lo meno sufficiente. Ora a ciò si può rispondere che per produrre 100 tonnellate di nero occorrono appena 340 tonnellate di carburo che sono sempre facili a prodursi, e che inoltre non si ha ragione di ritenere che la produzione annuale di carburo, che già ascende in tutto il mondo a 24000 tonnellate, possa decrescere e non aumentare, quando si constata che nuove officine di carburo si stanno impiantando ne' diversi paesi dove la forza motrice è a buon mercato.

Potrebbe anche osservarsi, anzi fu già osservato, che la produzione del nero d'acetilene non è priva di pericoli. Senza escludere che l'acetilene possa riuscire realmente dannoso quand'è liquefatto o fortemente compresso, si può affermare che quando la pressione del gas inizialmente non si faccia superiore alle 5 atmosfere e sia assicurata la resistenza degli apparecchi, l'esplosione dell'acetilene non può presentare che gli stessi pericoli de' motori a gas, a petrolio, ecc., le cui pressioni sono comparabili a quelle degli apparecchi Hubou. Del resto, l'esplosione dell'acetilene puro avviene soltanto in principio della produzione del nero, poichè come ho detto, successivamente essa è meno energica, mescolandosi l'acetilene con l'idrogeno prodotto. In pratica, in molti altri casi, come pel trasporto dell'acido carbonico, del Cl, dell'O, dell'H che pur tuttavia in commercio sono impiegati più diffusamente, si raggiungono pressioni molto maggiori.

Si è anche detto che una produzione di nero d'acetilene non riuscirebbe vantaggiosa se non quando fosse rilevante, ammesso, però, che possa trovare facile smercio, il che è dubbio. Ma anche quest'obiezione non ha ragione d'essere, imperocchè i molteplici usi a' quali può destinarsi e la grande importazione ed esportazione de' neri commerciali ne' diversi Stati mostrano, a chiare note, che l'industria del nero d'acetilene avrebbe fortuna in qualsiasi nazione.

Si è infine avanzato il dubbio che la fabbricazione del nero d'acetilene non può riuscire abbastanza economica per l'elevato prezzo del carburo e per quello troppo basso del nero stesso. Ma noterò subito che, anche attribuendo alle cifre suesposte un valore relativo, esse però escludono affatto un tal dubbio, imperocchè non bisogna dimenticare che, am-

messa come condizione *sine qua non* che una fabbrica di nero d'acetilene deve coesistere con quella di carburo, il costo di produzione di questo nero riuscirà sempre inferiore a quello col quale lo si può mettere in vendita, avuto riguardo alle sue speciali proprietà che lo rendono pregevole alla pari dei neri commerciali più fini finora conosciuti.

*

Dopo quanto ho fin qui esposto io credo che senza eccedere negli apprezzamenti si possano così riassumere i benefici conseguibili col processo Hubou di preparazione del nero d'acetilene, applicato in un'officina di carburo di calcio:

1) Esso permette di ricavare con certo vantaggio economico da' residui, dalla polvere e dalle qualità di carburo di calcio di rendimento in acetilene inferiore al normale, in modo affatto pratico, in gran quantità e senza perdite, un nero commerciale di valore, se non superiore, almeno paragonabile a quello dei migliori neri leggeri conosciuti.

2) Assicura anche con la trasformazione nello stesso prodotto dei carburi, così come si ricavano da' forni elettrici, un beneficio che, malgrado il costo rilevante dell'acetilene, non può mai essere inferiore a quello che si ricava ora dalla vendita dei carburi per l'illuminazione con questo gas.

3) Origina poi con lo stesso nero d'acetilene un sottoprodotto di notevole importanza commerciale, l'idrogeno, che può vendersi ad un prezzo di molto inferiore a quello raggiunto con gli altri processi di preparazione, compresi anche quelli più recenti, per modo che le diverse applicazioni industriali cui questo gas si utilmente si presta, possono prendere lo sviluppo che meritano ed altre ancora possono tentarsi.

4) Riserba, inoltre, per l'illuminazione ad acetilene, i carburi ad alto rendimento, i quali, perciò, protetti da ogni garanzia, possono costituire un prodotto scelto delle stesse officine di carburo di calcio.

5) Utilizza infine con vantaggio gli altri carburi alcalinoterosi privi ancora di applicazioni, imperocché, associata alla fabbricazione del nero d'acetilene e dei suoi derivati con quella della stronziaca e della barite, si possono vendere questi corpi di elevato interesse industriale ad un prezzo inferiore a quello assegnato oggi dagli attuali mezzi di produzione.

Effettivamente, dunque, come già ho accennato nel principio di queste mie note, il signor Hubou è riuscito a risolvere, in modo ingegnoso e del tutto pratico, col suo processo, i due importanti problemi che sembrava dovessero impedire l'ulteriore sviluppo dell'industria acetilenica. Ma il suo processo, già pregevole per ciò, lo è ancora di più, perchè offre la possibilità di ottenere altri prodotti chimici di grande valore industriale, solo variando le condizioni delle sue esperienze.

Con la preparazione del nero d'acetilene un nuovo campo di applicazioni si è aperto ad un'industria, la quale, sebbene ancora giovane, fa prevedere, con l'ulteriore suo crescente sviluppo, la possibilità di altre nuove applicazioni.

Ing. IGNAZIO VERROTTI.

NOTIZIE

Il ritorno della "Stella polare", dalle esplorazioni intorno al polo. — La *Stella polare*, il bene auspicato naviglio della spedizione ideata, organizzata e diretta da S. A. R. il Duca degli Abruzzi, tornava felicemente dal suo viaggio toccando le coste della Norvegia, il 5 settembre scorso.

La nave aveva dovuto far sosta nella baia di Tepliz a 81° 45' di latitudine boreale, davanti all'intransitabile cerchia di ghiaccio che cinge il polo. Di là partiva la squadra in escursione sui ghiacci sotto gli ordini del capitano Cagni, non avendo potuto guidarla il Duca in persona, come egli avrebbe pure bramato, stante l'amputazione dovuta da Lui subire di alcune falangi delle dita della mano sinistra, per effetto di congelazione. Alla squadra, ridotta da ultimo a quattro uomini compreso il comandante, toccò l'insigne onore di pervenire il giorno di San Marco, il patrono dell'antica Regina dei Mari (fatidica coincidenza) fino al parallelo 86° 33', astronomicamente determinato con ogni cura dietro l'altezza oraria del sole; mentre si sa, che il Nansen aveva dovuto arrestarsi all'86° 14'. Differenza non grande invero, per sé in via assoluta (non più di 19 minuti di grado, o altrettante miglia nautiche), ma che sarebbe assurdo di considerare alla stregua delle distanze ordinarie.

Fu nel 1827 che il capitano Parry poté raggiungere il parallelo 82° 45', il massimo accostamento al polo fino allora conseguito, e

dovette retrocedere allorché si accorse che la deriva generale dei ghiacci all'inghiù gli faceva perdere nella distanza più di quanto potesse guadagnare avanzando colle sue slitte.

Occorsero ben 73 anni di sforzi giganteschi per superare quei 3° 48' esistenti fra il punto più antico del Parry e quello ultimo del Duca degli Abruzzi. E ciò dà senz'altro la misura delle difficoltà.

S. A. R. il Duca degli Abruzzi, già illustre per viaggi di circumnavigazione, e per la sua spedizione all'Alaska, e profondamente versato nelle discipline cosmografiche e marinaresche, veniva dall'Accademia dei Lincei, in considerazione delle nuove conquiste, proposto a Socio nazionale per la geografia matematica e fisica.

(Atti della R. Accademia dei Lincei).

BIBLIOGRAFIA

Motori per fiumi senza bisogno di cadute. — Invenzione dell'ing. SEBASTIANO TESSITORE, prof. d'idraulica pratica nella R. Scuola d'applicazione degli Ingegneri di Napoli. — Estratto dagli *Atti del R. Istituto d'incoraggiamento* di Napoli. — Op. in-4° di pag. 65.

Il prof. ing. Tessitore cav. Sebastiano in questa sua memoria inserita negli *Atti del R. Istituto d'incoraggiamento* in Napoli, si propone di risolvere il problema d'utilizzare, trasformando in energia meccanica, l'energia cinetica del corso d'un fiume di poca pendenza, nel quale non sia fattibile stabilire un salto, cui applicare alcuno dei motori idraulici ora acquisiti all'industria.

Ed a tale scopo, oltre all'antica catena senza fine a pale, galleggiante, cui apporta modificazioni d'indole costruttiva, propone come motore specialissimo per fiumi le sue « ruote eliche multiple ».

Tale motore sarebbe sostanzialmente costituito da una serie di ruote a quattro pale elicoidali, interamente sommerse, racchiuse da un tamburo esterno che le rinforza, calettate a distanza di 60 cm. su d'un unico albero disposto secondo corrente nell'alveo del fiume, od in canale o condotto apposito di derivazione, capace della portata di magra del fiume stesso.

L'acqua, animata da forza viva, agirebbe per urto contro le pale di ciascuna ruota, imprimendo moto di rotazione all'unico albero sul quale le ruote eliche sono calettate; e premesso che il regime del corso d'acqua, dovuto alla portata ed alla pendenza del tratto considerato, si trovi invariato all'imbocco di tutte le ruote eliche costituenti il motore, l'A. verrebbe in un'applicazione numerica a trovar raccolti sul suo motore circa 1000 cavalli di forza, utilizzando con quello una portata di 20 mc., dotata di velocità corrispondente ad un dislivello di m. 0,54 in una tratta di 1300 metri.

Questo risultato, assurdo, ossia in contraddizione alle leggi generali sull'energia, perchè ricaverrebbe 1000 cav. là ove non ne sono disponibili al massimo che
$$\frac{1000 \times 20 \times 0,54}{75} = 144,$$
 è dovuto ad

una errata ipotesi che è conveniente far rilevare.

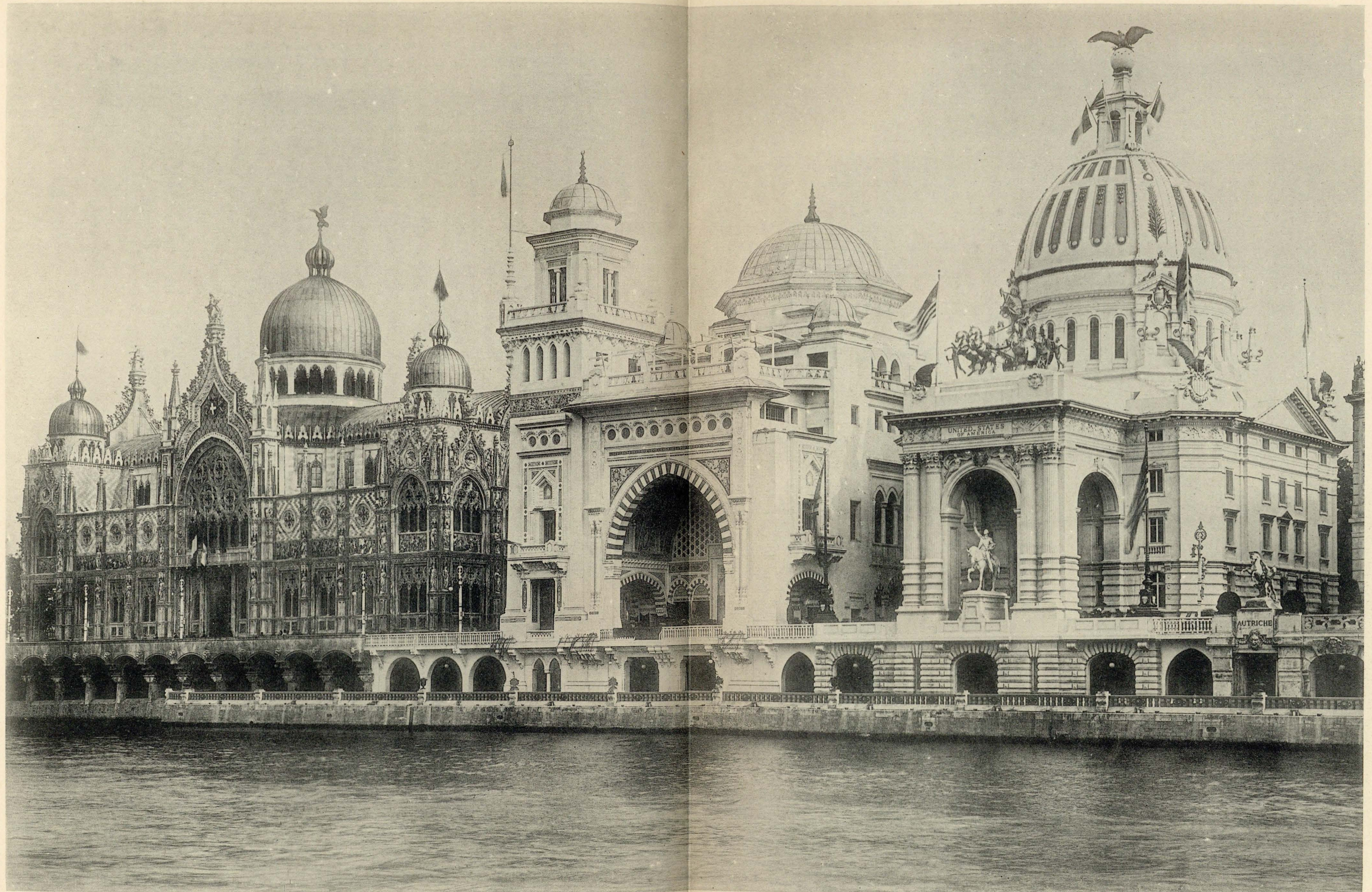
Non può essere conforme al vero la supposizione dell'A. in riguardo all'uguaglianza di regime nel corso d'acqua all'imbocco di ciascuna ruota. L'acqua, agendo per forza viva sulle quattro palette della prima ruota a monte, vi cede parte della sua energia a scapito della sua velocità; ed abbandonando la prima ruota con velocità minore di quella dovuta alla pendenza, quand'anche la portata si conservasse costante, viene ad urtare la seconda ruota elica con velocità minore, onde non può riversare sulla seconda ruota un lavoro motore uguale a quello versato sulla prima. Similmente sarà minore il lavoro versato sulla terza ruota in confronto a quello sulla seconda, e così di seguito, per causa delle successive diminuzioni nella velocità d'arrivo dell'acqua alle successive ruote eliche.

La macchina dell'A. utilizzerebbe tutta la forza viva del corso d'acqua nel tratto considerato, quando dall'ultima ruota elica l'acqua defluisse con velocità nulla, ed in questo caso la motrice, avendo assorbita tutta la forza viva dell'acqua, al massimo potrebbe sviluppare il numero di cavalli che alla portata ed al dislivello tra le due sezioni estreme del tronco di fiume considerato compete.

Ma evidentemente nemmeno in queste condizioni tale motrice potrebbe funzionare, poichè se all'efflusso dalla macchina la velocità si annulla, si verrebbe, se non di fatto però nelle conseguenze, a provocare un ristagno d'acqua a valle con conseguente elevazione del pelo liquido fino a raggiungere il livello a monte della motrice, con necessaria fermata della macchina per mancanza di pressione attiva sulle pale ad elica. E d'altra parte è risaputo che un motore idraulico ad urto (e tale è appunto la macchina dell'A.) al massimo sviluppa il 50 0/0 del lavoro teorico del salto cui esso è applicato.

Riassumendo quindi, il motore a ruote eliche multiple, per quanto riguarda il rendimento ch'esso potrebbe dare, non costituirebbe migliorìa rispetto ai motori idraulici fino ad ora costrutti; ed è poi ben lungi dal dare i risultati che l'A. avrebbe creduto d'affermare essendo errato il concetto su cui il ragionamento è basato. Con tutto ciò non si esclude che possa avere qualche conveniente applicazione, sempre quando però da esso non si pretenda una creazione d'energia, solo accontentandoci che trasformi l'energia che nella caduta d'acqua cui si applica è disponibile.

Ing. G. A.

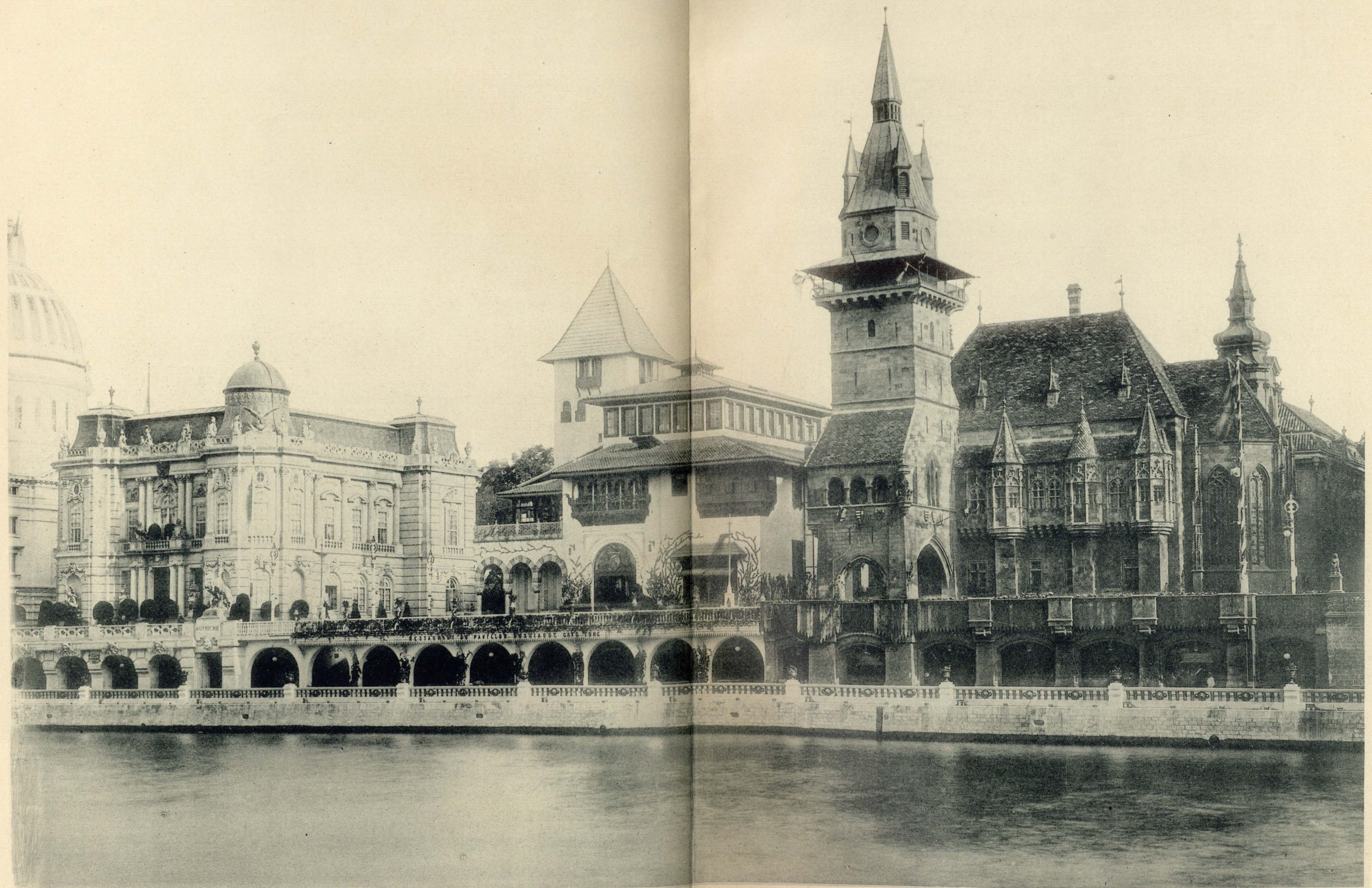


Fototipia Ing. G. MOLFESE.

Cliché LARGER, 13, Rue Chapon, Paris.

ESPOSIZIONE UNIVERSALE DEL 1900 A PARIGI.

I PALAZZI DELLE NAZIONI, VISTI DALLA SENNA: *Italia — Turchia — Stati Uniti d'America* (TAV. I).

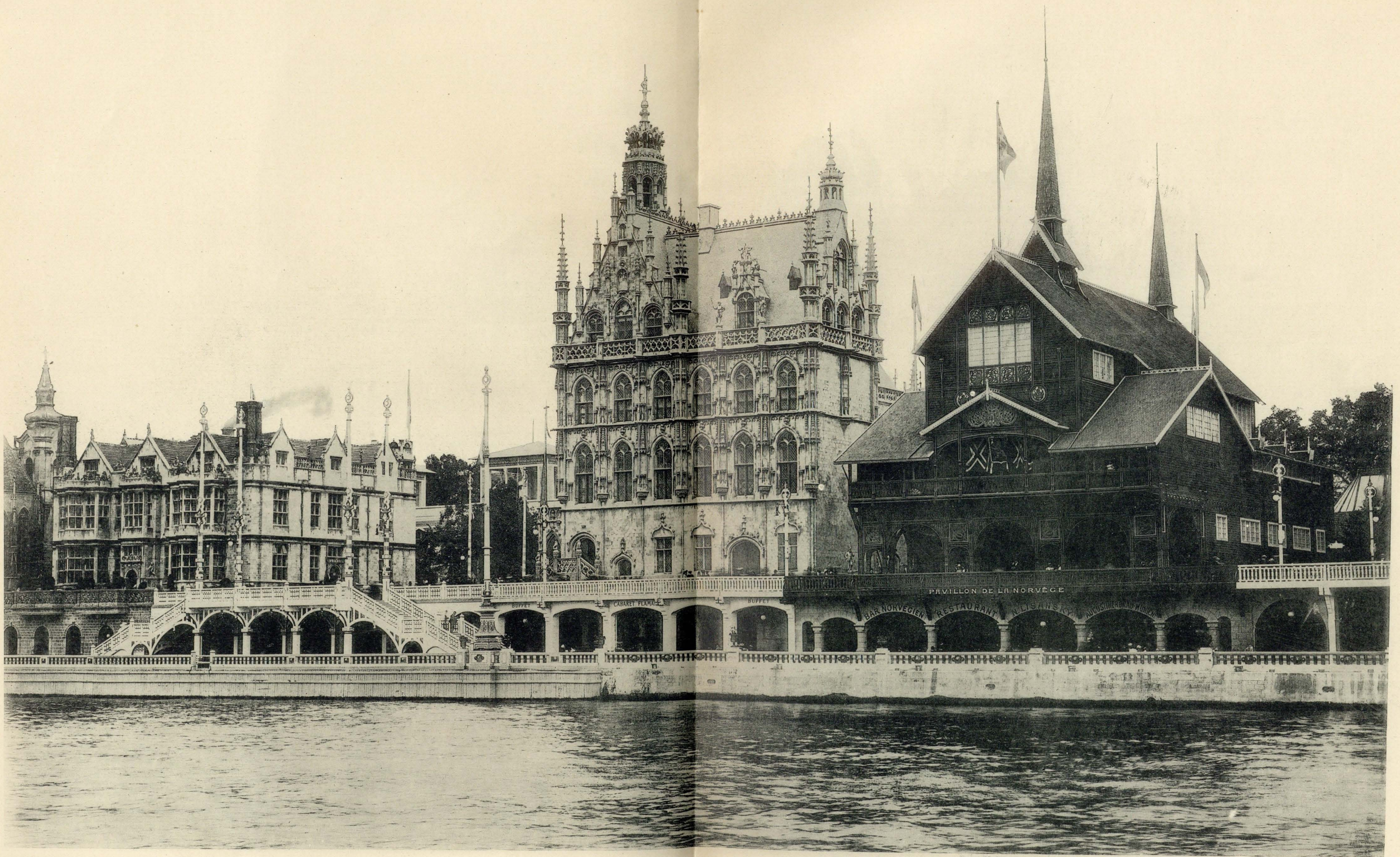


Fototipi Ing. G. MOLFESI.

Cliché LARGER, 13, Rue Chapon, Paris.

ESPOSIZIONE UNIVERSALE DEL 1900 A PARIGI.

I PALAZZI DELLE NAZIONI, VISTI DALLA SENNA: *Austria — Bosnia — Ungheria* (TAV. II).



Fototipia Ing. G. MOLFESE.

Cliché LARGER, 13, Rue Chapon, Paris.

ESPOSIZIONE UNIVERSALE DEL 1900 A PARIGI.
I PALAZZI DELLE NAZIONI, VISTI DALLA SENNA: *Inghilterra — Belgio — Norvegia* (Tav. III).



Fototipia Ing. G. MOLFESE.

Cliché LARGER, 13, Rue Chapon, Paris.

ESPOSIZIONE UNIVERSALE DEL 1900 A PARIGI.

I PALAZZI DELLE NAZIONI, VISTI DALLA SENNA: *Germania — Spagna — Monaco — Svezia* (Tav. IV).



Fototipia Ing. G. MOLFESE.

Cliché LARGER, 13, Rue Chapon, Paris.

ESPOSIZIONE UNIVERSALE DEL 1900 A PARIGI.

I PALAZZI DELLE NAZIONI, VISTI DALLA SENNA: *Monaco — Svezia — Grecia — Serbia* (Tav. V).