

L'INGEGNERIA CIVILE

ED INDUSTRIALE

PERIODICO TECNICO

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

RESISTENZA DEI MATERIALI

RISULTATI DI ESPERIENZE SUL CEMENTO ARMATO

a tensione semplice ed a flessione

CON RIGUARDO SPECIALE AI FENOMENI CHE SI VERIFICANO
in seguito allo scaricamento (1)

Col titolo (2) che tradotto in italiano è posto in testa al presente scritto, il prof. Schüle di Zurigo ha pubblicato i risultati di un'importante serie di studi sperimentali sul cemento armato in un elegante fascicolo, che fa seguito ai nove volumi di Rendiconti (Mitteilungen) dei lavori compiuti sotto la direzione del Tetmajer, suo illustre e compianto predecessore, nel Laboratorio annesso al Politecnico federale.

Scopo precipuo delle ricerche esposte è quello di indagare le leggi della resistenza a flessione nelle strutture in ferro e cemento, per giudicare in quale misura diano affidamento i metodi di calcolo oggi comunemente seguiti nel progettarle, e dedurre al tempo stesso elementi di applicazione diretta nella scelta dei limiti di deformazione come criterio di collaudo. Si tratta dunque di quesiti già ripetutamente affrontati con esperienze eseguite prima su saggi di piccole dimensioni e recentemente dal prof. Guidi, nel Laboratorio da lui diretto presso la Scuola di Torino, su travi paragonabili a quelle che si adoperano nelle costruzioni (3).

Ora le nuove ricerche del prof. Schüle, eseguite con mezzi sperimentali assai notevoli e con diligenza somma, in parte confermano, in parte anche gettano nuova luce sui risultati già noti, e recano inoltre un contributo largo di osservazioni originali, che in una questione tanto complessa e importante meritano d'essere segnalate all'attenzione di chi si occupa sia praticamente sia teoricamente dell'argomento. Parvero quindi opportuni i seguenti cenni illustrativi.

*

La monografia è divisa in tre capitoli. Il primo è dedicato alle *prove a tensione*, eseguite allo scopo di preparare gli elementi necessari all'interpretazione delle esperienze

(1) Dal *Giornale del Genio Civile*, luglio, 1906.

(2) « Resultate der Untersuchung von armiertem Beton auf reine Zugfestigkeit und auf Biegung unter Berücksichtigung der Vorgänge beim Entlasten ». — Volume in 4° di 141 pag. con 70 fig. nel testo e 7 tav. in fototipia, edito dal Laboratorio stesso coi tipi di F. Lohbauer. — Zurigo, 1906.

(3) Ing. C. GUIDI. — « Risultati sperimentali su conglomerati di cemento semplici ed armati ». (*Ingegneria Civile*, volume XXX, fasc. 17°, pag. 257-264 e tav. XVI).

sulle travi inflesse, sia con sezione rettangolare, sia a T, di cui si tratta negli altri due Capitoli.

Per la tensione si prepararono saggi prismatici con teste forate di sezione quadra di cm. 14 di lato in una 1^a serie, e di 11 in una 2^a; parte in conglomerato semplice, sperimentati dopo 4 anni di stagionatura, parte armati variamente, fabbricati con impasti di 300 e di 500 kg. di cemento per m³, e sottoposti alle prove da 1 a 5 mesi dopo l'esecuzione.

Gli allungamenti prodotti nelle successive fasi di caricamento e scaricamento furono misurati coll'apparecchio Bauschinger, applicandolo sia al conglomerato, sia direttamente ai ferri dell'armatura, messi appunto perciò a nudo con fori aperti nelle teste dei saggi per non indebolirne la parte prismatica.

Dal confronto dei risultati ottenuti risultò che dopo una stagionatura di 5 mesi, la concordanza degli allungamenti misurati sui due materiali è molto soddisfacente per saggi debolmente armati (1 0/0) e rimane tale fino ai massimi sforzi; mentre per quelli con robusta armatura (3,6 0/0) cessa d'esserlo una volta oltrepassata la tensione unitaria apparente di 12 kg./cm².

Al di là di essa gli allungamenti nel conglomerato crescono più lentamente di quelli nel ferro, come se lo sforzo fosse direttamente applicato all'armatura e da questa trasmessa al saggio; finchè, varcati certi limiti, che nelle esperienze di cui si parla corrisposero a tensioni unitarie nel ferro comprese fra 102 e 198 kg./cm², si formano le prime fessure.

Questo fenomeno appare con maggiore evidenza per brevi stagionature (da 30 a 45 giorni), nel qual caso, se l'armatura ha molta importanza, la massa cementizia è quasi inattiva.

Paragonando poi le massime deformazioni unitarie raggiunte nei campioni semplici e in quelli armati prima della fessurazione, il prof. Schüle poté confermare sopra saggi di grandi dimensioni, fabbricati con impasti analoghi a quelli usati in pratica, l'attitudine scoperta dal Considère nel conglomerato di allungarsi maggiormente, se unito ad armature di ferro. E la riconobbe in maggior grado negli impasti poveri di cemento.

Ciò si potrebbe spiegare, a parere di chi scrive, supponendo una disgregazione minutamente frazionata della massa, tenuta insieme dall'aderenza delle particelle fra di loro e col ferro; poichè, meglio della vecchia ipotesi della plasticità,

questa nuova, già messa innanzi da parecchi autori, si può conciliare coi fenomeni sopra notati sull'influenza della stagionatura nella concordanza degli allungamenti del metallo e del conglomerato.

È però certo che in tale ipotesi la detta concordanza perderebbe il significato che comunemente le viene attribuito di collaborazione dei due materiali nella resistenza a trazione, la quale dovrebbe cessare appena varcati i limiti degli allungamenti di cui è capace il conglomerato solo.

Per altra parte il prof. Schüle ricerca direttamente il rapporto fra le tensioni unitarie simultanee nel ferro e nel cemento, invece di dedurlo come quoziente dei moduli di elasticità dei due materiali: e ciò allo scopo di non trascurare l'influenza delle deformazioni permanenti nel conglomerato. Un'importante tabella raccoglie i risultati di questa indagine, dando valori del detto rapporto compresi fra 5 e 20,7 in corrispondenza agli sforzi riferiti alla sezione apparente. Li trasforma poi nei valori equivalenti del *rapporto di ripartizione*, che l'A. definisce come quoziente della percentuale dello sforzo sopportato dal ferro alla percentuale della sezione retta del saggio rappresentata dall'armatura, e che suggerisce come di comoda applicazione in alcuni calcoli.

Finalmente negli ultimi paragrafi del 1° Capitolo discute l'effetto delle deformazioni permanenti nello smalto cementizio, che hanno per effetto di sopratendere il ferro; ed assegna come rapporti fra le tensioni apparenti prodotte in esso dalla ripetizione di un carico già raggiunto e le tensioni effettive, dei numeri compresi fra $\frac{3}{4}$ e $\frac{2}{3}$.

*

Le prove a flessione riguardano:

A) Travi di sezione rettangolare (cm. 20 × 30) sperimentate da una pressa Amsler, con appoggi a m. 1,50, e caricate simultaneamente in due punti distanti cm. 30 e simmetricamente situati. I saggi di questa serie in numero di 6 appartenevano a due gruppi di 3 campioni ciascuno, i primi eseguiti con impasto contenente 200 kg., gli altri con 500 kg. di cemento per m³. Per ciascuna terna un saggio era privo di armatura; gli altri due armati secondo il sistema Hennebique con 4 tondini da 15 mm. in uno di essi e da 22 mm. nell'altro.

B) Travi a T con nervature larghe 15 cm., sporgenti 25 cm. dalla soletta di cm. 60 × 8, rastremata alle estremità per infilare il saggio nei telai di testa della macchina costituenti gli appoggi.

I 4 tondini dell'armatura, parte dritti, parte ripiegati, ma senza staffe, furono scelti di mm. 15 per 5 esemplari e di mm. 22 per gli altri 6. L'impasto dosato per tutti con 300 kg. di cemento raggiunse nel periodo delle esperienze per 6 campioni la stagionatura di un anno circa, per gli altri quella di 6 settimane.

L'apparecchio di prova, appositamente costruito da Amsler per simulare le condizioni di un carico ripartito con uniformità è un ingegnoso tipo di pressa multipla, messo in seguito in commercio, capace di esercitare in 7 punti distribuibili a volontà sulla lunghezza utile di m. 4, pressioni tutte eguali inflettenti la trave.

Gli organi che trasmettono le dette pressioni sono i caratteristici stantuffi uscenti senza guarnizione da altrettanti cilindri, che ricevono olio in pressione da una stessa condotta, sulla quale è innestato un manometro a colonna di mercurio registrante lo sforzo, che per ogni stantuffo può salire a 3 tonn., ovvero facendo uso di un conveniente riduttore, a 18 tonn.

Tanto per i saggi A, quanto per quelli B, furono fatte misure diligentissime delle frecce di incurvamento con viti micrometriche ad un $\frac{1}{100}$ di mm., nonchè misure di allungamenti ed accorciamenti nel ferro dell'armatura e nel conglomerato con apparecchi Bauschinger a livelli diversi. Il caricamento procedette a gradi con ritorno per ogni nuovo carico raggiunto al carico iniziale.

*

La discussione dei risultati ottenuti per i due tipi di travi fatta nel 2° e nel 3° Capitolo rispettivamente, si svolge in entrambi sotto una quantità di aspetti diversi. Come termine assoluto di confronto servono i dati dedotti sopra saggi cubici di eguale stagionatura, preparati coi medesimi impasti.

La resistenza unitaria determinata schiacciandoli è messa a confronto, per le travi a sezione rettangolare, con quella presunta nella zona compressa durante la flessione, deducendo l'area reagente dalla profondità delle fessure, e supponendovi uniformemente ripartito lo sforzo.

Il cemento così calcolato, certo inferiore a quello che effettivamente dovette sopportare il lembo estremo della sezione, vi appare tuttavia un po' più grande della resistenza allo schiacciamento di saggi cubici (l'A. trova una compressione media di 250 e di 350 kg./cm² nelle travi formate con impasti dosati con 200 e 500 kg. di cemento rispettivamente).

Ciò conferma il differente modo di resistere allo schiacciamento dello smalto cementizio nelle sollecitazioni a pressione ed a flessione.

Quanto alle tensioni massime sopportate dal ferro nei casi in cui la rottura ebbe luogo in modo normale, l'A. le riconobbe uguali al carico di snervamento, secondo quanto fu messo in chiaro dal prof. Guidi fin dai primi suoi studi sull'argomento.

Nuova luce invece portano i risultati delle presenti ricerche sui casi in cui la rottura è determinata dallo sforzo di taglio sugli appoggi, e sull'importanza dei ferri ripiegati per resistervi, segnatamente quando manchino collegamenti trasversali (come nei saggi a T sperimentati).

In condizioni prossime alla rottura, distrutta l'aderenza tra il ferro e il conglomerato e fessurata sugli appoggi la massa cementizia, l'A. ritiene che le barre diritte, quantunque anco:ate, riescano inattive, e che quelle ripiegate si comportino appunto come il tirante di una trave armata a 2 contraffissi, del quale imitano perfettamente la disposizione.

In tale ipotesi la tensione sopportata dall'armatura ammette sugli appoggi una componente verticale che neutralizza una parte dello sforzo di taglio, lasciando al conglomerato il compito di sopportare il restante. Ciò permette all'A. di valutarne la resistenza al taglio nel fenomeno della

flessione e confrontarla coi risultati di esperienze dirette. A conforto poi della tesi è dimostrato che nei saggi che presentarono rotture anormali in seguito a sfasciamento delle estremità, a partire da certi valori del carico, la legge di incremento delle frecce corrispose abbastanza bene a ciò che risulterebbe da calcoli diretti, supposta metà dell'armatura inattiva.

*

Notevolissima è in entrambi i capitoli la discussione del grado di sicurezza presentato nell'esperienza dai singoli campioni, rispetto ai carichi per i quali si sarebbero progettati, calcolandoli secondo le due teorie limiti fondamentali. E precisamente:

1° Nell'ipotesi della perfetta collaborazione dei due materiali (teoria limite inferiore) in ragione dei loro moduli di elasticità, il cui rapporto, secondo le prescrizioni provvisorie svizzere, fu supposto uguale a 20, assumendo poi la compressione di sicurezza nel conglomerato pari a 35 chilogrammi/cm².

2° Nell'ipotesi del conglomerato cementizio assolutamente inetto a reagire per tensione, adottata (sia per il calcolo dell'asse neutro, sia per quello del massimo cimento dei materiali) (teoria limite superiore) (1). In questa, seguendo le norme tedesche, che per le prime la adottarono, l'A. ritenne il carico di sicurezza del conglomerato di 40 kg./cm², e il rapporto dei moduli di elasticità pari a 15; mentre nelle Prescrizioni, votate recentemente a Perugia dall'Associazione italiana per gli studi dei materiali (che la considerano pure come metodo regolamentare di calcolo) detto rapporto è fissato uguale a 10.

Risultarono lievi differenze fra i gradi di sicurezza valutati rispetto ai due metodi di calcolo. Alquanto superiori furono tuttavia quelli dedotti in base al 2°, malgrado il valore più elevato delle tensioni unitarie ammesse per esso. Maggiore uniformità poté l'A. ottenere, calcolando con entrambi i metodi in base alla resistenza del ferro (1000 kg./cm²), sicchè, riferendosi ai saggi che presentarono forme normali di rottura, poté affermare nelle Conclusioni che come gradi di sicurezza medii sono probabili i numeri compresi fra 2,2 e 3,2. Supposto allora che, in una costruzione pratica a solaio in cemento armato, metà del carico totale sia rappresentato dal peso proprio, si dovrebbe poter aumentare il carico accidentale da 3,4 a 5,4 volte prima che la rottura intervenga.

Quando però si verifica la rottura per taglio, il detto grado può discendere al disotto di 2 con evidente rischio per il calcolatore.

*

Nel Capitolo 2° l'A. si sofferma inoltre sul risultato di precedenti suoi studi, consistenti nella misura delle deformazioni di alcune travi in cemento armato inflesse, fatta in corrispondenza di 7 fibre ugualmente distanziate, scelte su entrambe le pareti laterali di ciascun saggio.

(1) Secondo la ben nota classificazione del prof. Canevazzi. L'A. invece indica le due ipotesi coi nomi di « béton elastico e di béton fessurato » rispettivamente.

Citando i risultati ottenuti, e illustrandoli per mezzo di alcuni diagrammi riferiti al profilo della sezione con ordinate uguali agli allungamenti ed agli accorciamenti desunti, conclude che l'ipotesi dell'indefornabilità delle sezioni piane è troppo lungi dall'essere soddisfatta, e che quindi tutti i metodi di calcolo oggi seguiti, fondandosi su di essa, si debbono riguardare come semplicemente empirici.

Al quale proposito, pur riconoscendo l'importanza che a questa affermazione dà la diligentissima esecuzione delle prove fatte dall'A., è tuttavia bene tener presente che, dato il numero insufficiente di apparecchi Bauschinger di cui il Laboratorio disponeva, le osservazioni sulle 7 fibre scelte non si poterono eseguire simultaneamente. Dovettero quindi influire sulle letture fatte i noti fenomeni di accumulazione delle deformazioni permanenti, che l'A. stesso mette del resto così bene in luce; e non è improbabile che ad essi debbasi, almeno in parte, la forte divergenza segnalata fra i risultati della prova e la legge scelta fino ad oggi come fondamento delle teorie.

Anche per la determinazione dell'asse neutro l'A. non crede sufficientemente attendibili gli ordinari metodi di calcolo. Dalle misure seguite risulta, ciò che anche il prof. Guidi aveva segnalato, che, col crescere del carico, esso si sposta rapidamente verso la zona compressa, e raggiunge presto una posizione che conserva quasi stabilmente, dopo formate le prime fenditure, fino a che lo sforzo sopportato dall'armatura non si avvicina al limite di snervamento del ferro adoperato.

La posizione che pel detto asse si deduce colla teoria limite superiore non sarebbe, secondo il prof. Schüle, abbastanza prossima a quella che l'esperienza rivela. Nelle sezioni rettangolari, per esempio, l'asse neutro calcolato riuscirebbe alquanto più alto del vero per i carichi praticamente ammissibili. L'opposto avverrebbe nelle travi a T. In generale poi influiscono assai:

a) la stagionatura, che attenua l'importanza della sezione metallica rispetto alla posizione di detto asse, e riduce la zona compressa;

b) il numero di rinnovazioni del carico colle quali l'asse neutro va abbassandosi: fatto assai singolare su cui l'A. si arresta per darne una spiegazione, ricorrendo alla plasticità del conglomerato.

Sotto sforzi assai piccoli finalmente anche queste esperienze dimostrano che la posizione dell'asse neutro non è lontana da quella che la teoria limite inferiore suppone.

*

Lo studio della ripartizione delle tensioni nell'interno delle travi inflesse fu eseguito ricavando dalle prove a compressione sopra saggi di identico impasto e di uguale stagionatura il diagramma che lega gli accorciamenti agli sforzi, i quali, secondo il metodo di sperimentare costantemente seguito dall'A. nelle presenti prove, si fecero crescere per gradi ritornando ogni volta al carico iniziale.

Riconosciuto per le travi a T sufficiente accordo fra la

resistenza a rottura per schiacciamento del conglomerato nella prova a pressione semplice e quella calcolabile, come sopra è ricordato, nella flessione (1), tale diagramma fu adottato come mezzo di traduzione degli accorciamenti osservati nella zona compressa in sforzi di compressione a cui essi dovettero verosimilmente corrispondere.

L'A. valuta l'approssimazione di questo metodo al 10 %.

Risultato di tale ricerca fu la determinazione del braccio di leva della coppia resistente anche per carichi inferiori a quelli che produssero screpolature nelle travi sperimentate. E per tutti i campioni concordemente (salvo per uno) risultò che per piccoli carichi il detto braccio è notevolmente minore di quello che si desume sia coll'una sia coll'altra delle teorie limiti, mentre si accosta a quello che fornisce la teoria superiore a mano a mano che le condizioni di caricamento si avvicinano a quelle di rottura.

Il cemento del conglomerato a compressione sarebbe dunque, entro i limiti in cui le costruzioni effettivamente lavorano, maggiore di quanto i calcoli lasciano supporre, e lo sarebbe tanto più quanto maggiore è la stagionatura. Un apposito quadro contiene chiaramente esposti i termini di questo importante confronto; ma l'A. stesso, rilevata l'insufficiente uniformità dei rapporti che vi sono registrati, rinuncia a dedurre un coefficiente di correzione delle formule comunemente usate.

Riconosce poi che tale eccesso per le travi a T è assai maggiore che per quelle a sezione rettangolare, e che per ciascun carico cresce col numero di ripetizione dello sforzo.

Finalmente, per quanto riguarda le frecce di incurvamento, il prof. Schüle conferma l'esistenza già riconosciuta di due leggi distinte prossimamente lineari, l'una corrispondente ai limiti di carico che la trave disarmata potrebbe sopportare, entro i quali dimostra una grande rigidità, l'altra che si verifica in seguito e vale fino in prossimità alla rottura, con abbassamenti in aumento assai più rapido.

Il calcolo teorico fatto in base al momento d'inerzia valutato secondo la teoria limite inferiore, dà per la freccia risultati prossimi a quelli che l'esperienza rivela nella prima fase.

Se invece quale momento d'inerzia si assume quello del sistema risultante della sola porzione compressa, combinata colla sezione metallica, si ottengono all'incirca i valori della freccia nella 2^a fase. In entrambi i casi però l'A. avverte che per questi calcoli quale rapporto dei moduli di elasticità dei due materiali debbesi adottare il numero 10 (2).

Per le travi a T in particolare, la 1^a legge è assai incerta, riscontrandosi anche fra campioni assolutamente analoghi gravi divergenze di comportamento; e la seconda si rivela nettamente soltanto dopo l'apparizione delle prime fessure.

(1) Si è indicato il procedimento a proposito delle travi a sezione rettangolare, per le quali la coincidenza qui asserita non fu però riconosciuta.

(2) È appunto quello che già le citate « Prescrizioni normali per la esecuzione delle opere in cemento armato » proposte dall'Associazione italiana prescrivono per il calcolo dei sistemi iperstatici, o, ciò che fa lo stesso, delle deformazioni.

Perciò l'A. presenta in una tabella i rapporti fra le frecce totali osservate e le portate in corrispondenza ai successivi carichi ripartiti raggiunti, e giunge alle conclusioni che, quando tali rapporti sono compresi fra $\frac{1}{800}$ ed $\frac{1}{600}$, le condizioni statiche della trave sono già compromesse.

Le deformazioni residue allo scomparire del carico dipendono in alto grado dalla stagionatura, e raggiungono per piccoli sforzi valori relativi assai elevati per il ferro, ciò che spiega la sua sopra-tensione al ripetersi degli sforzi. Per carichi maggiori diminuiscono di entità.

Le frecce permanenti invece vanno aumentando col carico e raggiungono il valor massimo, circa il 38 % all'apparire delle prime fenditure. In media per travi di recente formazione si possono valutare intorno ad $\frac{1}{4}$ delle frecce totali.

*

Le conclusioni principali che nell'interesse di chi legge ci siamo permessi di raccogliere dall'importante monografia, e di mettere qualche volta a confronto coi risultati di altri studi sperimentali eseguiti fra noi, possono dare un'idea della mole e dell'interesse del lavoro, ma non della copia eccezionale di dati e di elementi utili al progettista ed allo studioso che esso contiene.

Tali elementi sono raccolti in numerose tabelle e in grafici, che rivelano all'occhio, nel modo più evidente, le leggi e le proprietà dei fenomeni indagati.

Da tutta la memoria, come dal riassunto finale dei principi in essa dimostrati sperimentalmente, risulterebbe che i metodi comuni per calcolare le tensioni interne non danno, neppure prossimamente, un'idea del modo di comportarsi d'una struttura in cemento armato.

Sono quindi giustificate, conclude l'A., le semplificazioni di metodo consistenti nell'assegnare con criteri poco meno che arbitrari la posizione dell'asse neutro, come quelle di supporlo a metà spessore nelle piastre e nelle travi di sezione rettangolare, e coincidente col profilo inferiore della soletta nelle travi a T colla nervatura tesa.

Sebbene alcuni di questi criteri, e segnatamente il secondo, siano già stati accolti e suggeriti come metodi sperimentativi di verifica da alcuni dei nostri autori (1), è certo che desteranno vive discussioni le osservazioni sulle quali si fonda il prof. Schüle per pareggiarli ai metodi fino ad ora ritenuti più rigorosi, tacciando questi come altrettanto malsicuri.

Nè si può credere che sull'opportunità di accogliere o rigettare l'ipotesi della conservazione delle sezioni piane sia stata detta l'ultima parola, quantunque la monografia del prof. Schüle rappresenti certamente un passo molto importante nell'interpretazione del meccanismo interno, col quale le costruzioni in cemento armato resistono alla flessione.

M. PANETTI.

(1) Cfr. C. GUIDI, *Le costruzioni in béton armato* - Appendice alle sue lezioni sulla *Scienza delle costruzioni*.

ESPOSIZIONE INTERNAZIONALE DI MILANO

del 1906

IV.

LE FACCIATE DEGLI EDIFICI PRINCIPALI
IN PIAZZA D'ARMI*Veggansi le tav. X e XI.*

La *Galleria del Lavoro*, che degli edifici in Piazza d'Armi è riuscito, anche dal lato architettonico, il più grandioso, non ha ricevuto una facciata la quale si estendesse per tutta la lunghezza dell'edificio, che è di ben 250 metri, e da cui sarebbe potuto trarre un effetto ben più maestoso ed imponente. Essa fu invece limitata ad una sessantina di metri in avanzo, sull'asse della grande galleria centrale, che ha la larghezza di circa 30 metri. Questa facciata consta di tre grandi portali d'ingresso (Tav. X, fig. 1) dei quali quello di mezzo soltanto apre l'adito alla bella rotonda, e da essa alla galleria centrale, mentre i due portali laterali che stando all'apparente loro destinazione, dovrebbero dare ingresso a due navate parallele alla centrale, non riescono che a sbucare di fianco in una galleria la quale corre perpendicolarmente alla galleria centrale. Direbbersi pertanto che la grandiosa facciata sia stata per così dire adattata all'edificio, ma che non sia la sua, in quantochè essa accenna esternamente ad una disposizione di gallerie che è diversa da quella adottata.

Considerato indipendentemente dal complesso di gallerie alle quali è stata applicata, la facciata della Galleria del Lavoro, è senza dubbio riuscita una delle più importanti e più ricche della Piazza d'Armi, ma devesi anche dire che sotto il rapporto architettonico abbiasi voluto significare con essa il trionfo del massiccio. Basta considerare quei due piloni intermedi, due veri colossi destinati... a sorreggere un bastone. Non è sempre facile evitare la pesantezza che viene causata dall'enorme massa di un edificio. Nè poteva bastare una decorazione carica di ritriti fronzoli e mascheroni con nicchie vuote, e riquadri in alto e trifore ai piedi. Si è cercato pure di alleggerire assecondando gli spigoli e gli archi con listelli punteggiati da lampadine elettriche, come usano adornare gli edifici da spettacoli e le *hermesse*. Ma veniamo agli elogi; e degno di elogio, e senza reticenza, è l'alto rilievo che fascia lo stibolate ai fianchi dell'ingresso centrale, e che ci ricorda la famosa porta monumentale del Binet all'ultima Esposizione di Parigi. Lo scultore Antonio Carminati ha fasciato maestosamente i due piloni intermedi di figure al vero, arditamente modellate, palpitanti di vita e di espressione, e significanti un nobile concetto sociale. Egli ha reso il *Canto del Lavoro*. Sono valorosi operai e vispe giovanette che si avviano in balde schiere al lavoro, avendo sulle spalle gli strumenti della loro fatica. Li guida la Fortuna che sparge sui loro passi i doni della Cornucopia; e dietro alle figure simboliche della ceramica, dell'industria del legno, dei metalli, delle arti tessili, dell'agricoltura, vediamo la Civiltà che bacia sulla fronte l'operaio mentre all'ombra di un grand'albero gode il meritato riposo. Si disse, e non a torto, che questo plastico poema del Carminati, non dovrebbe avere la sola vita effimera di una Esposizione, ma venire tradotto in bronzo; e noi vorremmo pure che con uguale sentimento d'arte venissero ricordati coloro che logorando la vita negli studi e negli affanni delle ricerche, prepararono colle invenzioni od iniziarono coll'ardimento il fulgido avvenire delle industrie, per cui è tanto migliorata ai giorni nostri l'esistenza dei lavoratori.

La grande vetrata a ventaglio che chiude l'arcone centrale ed il sottostante frontone della porta d'ingresso sono meno felici.

La Cupola, benchè ricordi un poco, quella più grandiosa del D'Aronco alla Esposizione d'Arte Moderna di Torino del 1902, appare all'esterno troppo depressa, e sembra quasi decapitata. Internamente invece essa copre la bella rotonda, o salone d'onore di 23 m. di diametro, ed ha l'altezza di 30 metri. Armonico nelle proporzioni generali, ed elegante nelle decorazioni, la grande cupola è ravvivata dalla luce che irradia tutto all'ingiro dai grandi lucernari e dai pregevoli affreschi di Mario Grandi, raffiguranti il Genio, la Scienza e l'Arte, l'Architettura, la Pittura, il Lavoro e l'Agricoltura.

Ma ritornando alla facciata, è innegabile che l'impressione generale che riceve la massa dei visitatori guardandola nel suo complesso è buona, e gli appunti fatti non scemano il merito della triade di Architetti che nella brevità del tempo e colla scarsezza dei mezzi disponibili sono riusciti a vincere non poche difficoltà, mostrandosi pure valenti costruttori e così sotto il punto di vista tecnico, che dal lato economico, avendo eretto gallerie di una certa grandiosità ed imponenza abbastanza aerate e non prive di eleganza, per quanto non siano di dimensioni straordinarie.

Oltre all'entrata principale, di cui abbiamo fin qui discorso, parecchie altre secondarie danno accesso alle diverse gallerie dai diversi punti del perimetro; ed abbondano anch'esse di decorazioni in stucco, decorazioni generiche, nelle quali non appaiono attributi del lavoro meccanico che accennino alla destinazione dell'edificio. Questi però non mancano sulle pareti perimetrali del grandioso edificio, ma sono semplici ruote negli attici, e semplici pendolini conici isolati in sui pilastri; la serie è monotona e più che emblemi si direbbero insegne di giocattoli e trastulli da bambini.

L'edificio per la Mostra dei *trasporti marittimi* trionfa nel bel centro di Piazza d'Armi col suo faro imponente, dell'altezza di 55 metri, destinato ad essere il punto di orientamento del visitatore fra i molti edifici e la miriade dei chioschi. La fronte principale di quest'edificio (Tav. X, fig. 5) è di effetto grandioso, e si presenta anche bene dall'alto della stazione d'arrivo della ferrovia elettrica elevata che congiunge le due parti dell'Esposizione.

La base del faro al disotto dei rostri, per quanto ricca di decorazioni e di ornamentazioni simboliche, doveva necessariamente riuscire alquanto massiccia. Meno armonizza con essa la parte sottostante col grande portale fiancheggiato di bianche aquile, in una posizione discutibile, avendo un'ala distesa, e l'altra contro muro ripiegata all'insù. Se dobbiamo considerare questa parte inferiore come un secondo basamento, esso è di architettura discordante, e se il faro va considerato a sè, perchè alquanto più indietro, allora non è logico che si imposti sul tetto di un altro edificio. Con ciò intendesi semplicemente di far notare le grandi difficoltà, e talora insormontabili, a cui va sovente incontro un architetto, nello sviluppo di un'idea, se questa non è da bel principio felicemente concepita ed estrinsecata nelle sue linee fondamentali.

L'idea della navigazione è pure eccellentemente rappresentata da due torri di navi corazzate con alberi e pennoni che si elevano ai lati, ed in basso da due grandiosi gruppi allegorici di sirene, e deità marine nelle due vasche di fontane che fiancheggiano l'entrata.

I balconcini che servono di coronamento ai quattro pilastri parallelepipedi, e che crediamo vogliano rappresentare ponti di comando, hanno piuttosto l'aspetto di gabbie non finite.

Le corde che si incrociano tra gli alberi di nave ed il faro, servono per l'issamento del gran pavese, ossia di quella caratteristica serie di fiamme e banderuole sventolanti di varie foggie e colori, con cui si abbelliscono le navi nei giorni di parata.

Chi poi dall'accesso principale entri nel colossale edificio, che

copre un'area di ben 17 mila metri quadrati, riceve subito un'impressione di grandiosità meravigliosa; la galleria centrale larga 40 metri, sebbene suddivisa in tre campate è vastissima e superba.

La sua lunghezza è di 120 metri e da essa si diramano a croce altre gallerie non meno imponenti, e tra i bracci della crociera, altre sale e gallerie minori accolgono i prodotti e le invenzioni dell'arte nautica moderna delle principali nazioni sia in pace che in guerra.

Il faro elettrico, al quale di giorno accede il pubblico col l'ascensore per contemplare il magnifico panorama, e che tutte le sere proietta torrenti di luce tutto all'ingiro sulla vasta pianura, fu considerato per unanime consentimento come il *clou* dell'Esposizione di Piazza d'Armi. Ma l'effetto estetico e luminoso del faro è per noi eclissato ancora dalla importanza del suo proiettore, e come saggio scientifico, e come prodotto dell'industria nazionale. Questa del Salmoiraghi è stata un'al-tissima affermazione del genio italiano.

*

Dal punto di vista architettonico l'edificio destinato alla Mostra del *ciclismo ed automobilismo*, e successivamente ad altre mostre temporanee, è quello che riuscì a destare le generali simpatie per la sua novità ed originalità.

La facciata di testa della galleria principale (fig. 3 della Tav. X) è riuscita abbastanza simpatica anche a coloro che del nuovo stile non vogliono neppure ammettere il diritto alla esistenza. Ideata con sobria semplicità, essa ha, se non altro, il merito di rilevare nelle linee esterne l'interna struttura.

Nella parte inferiore, alquanto depressa, abbiamo una ornamentazione decisa, di stile barocco, con balaustre, frontoncini arcuati ed interrotti, orecchiuti mascheroni, e festoni e nastri che svolazzano. Sull'attico riuscito un po' pesante, spiccano in fuori dai quattro maschi estremi statue muliebri abbastanza ben modellate, e di buon effetto, sebbene da tutte penda con soverchia uniformità un lembo della gonna che scende ad aggiustarsi nella spaccatura dei frontoncini arcuati sottostanti. E non sarebbero certamente ammissibili in un edificio di carattere permanente quelle due statue perfettamente uguali a destra e sinistra del portale. Tutte codeste statue hanno dietro di loro altri piloni leggermente rastremati, i quali si elevano in alto senza uno scopo e finiscono con testa tronca ed assai carichi di ornamentazioni. Se ci proviamo a nascondere queste cuspidi, guadagna assai in effetto la parte superiore centrale dietro della quale si disegna con linea semplice il profilo della travatura metallica che copre la galleria principale, mentre la parete frontale è chiusa da vetriata con semplici linee verticali punteggiate da lampadine elettriche. In questa facciata non troviamo simboli allusivi al ciclismo, ma dessi non mancano sulle lesene delle pareti perimetrali del complicato edificio, e l'alto fregio che tutto lo circonda è reso leggero e vivace da geniali affreschi di motivi automobilistici.

Quest'edificio, essendo destinato a stare aperto al pubblico anche la sera, è sfarzosamente illuminato sia di dentro, sia di fuori; ed è tanta la luce interna che sfavilla attraverso la grande superficie vetrata, che la massa architettonica distacca in sicuro sopra un fondo di fuoco.

L'edificio per l'automobilismo, al pari dei due precedenti, ha diverse altre facciate d'ingressi secondari, e questo diciamo per avvertire che il compito degli architetti fu molto più laborioso di quel che potesse a prima vista sembrare.

*

La *carrozzeria* ebbe un fabbricato regolare e simmetrico appropriatissimo a gallerie per esposizioni. Sono infatti cinque grandi gallerie parallele e contigue di cui la centrale è larga 22 metri. La facciata (fig. 2 della Tav. X) di stile classico è pure tra le altre quella che per altezza e maestosità più ci ap-

paga; la linea è sempre grandiosa e l'occhio riposa su ampie superficie lisce. Come nelle gallerie interne, così pure in questa facciata, che occupa tutto uno dei lati maggiori dell'edificio, la triade degli architetti Bianchi, Magnani e Rondoni, ha avuto campo ad esplicarsi senza incagli. La parte centrale, che è alta 22 metri, raccordasi con le due estremità per mezzo di due bracci semplici con invetriate. In alto è scritta la destinazione dell'edificio, ed un fregio a colori ravviva alquanto la parte terminale superiore, che fiancheggiata dagli acroterii colle aquile è riuscita migliore assai della parte inferiore nella quale è disegnata una porta troppo semplice con uno scudo liscio e disponibile in alto e due mascheroni sui piloni.

I due corpi estremi in luogo dei due ingressi hanno ciascuno un avancorpo tondeggianti foggiate a veranda coperta a padiglione che permise a qualche espositore fortunato di dare maggior risalto e maggior richiamo alla propria Mostra. Un buon motivo floreale a vivaci colori occupa il fregio dei due corpi estremi, e l'attico che li sovrasta con ringhiera di ferro è un buon coronamento di grazioso effetto. Nel tutto insieme architettonico, sebbene non si trovino elementi nuovi, c'è movimento e grazia, che la fotografia non rende perfettamente, perchè la veduta è troppo obliqua. Vi si nota pure una certa sobrietà di stucchi e fra questi non mancano di originalità e bellezza i fogliami bianchi su fascia di fondo giallo che ricorrono al di sopra del semplicissimo stilobate.

L'edificio della carrozzeria non è tra quelli da illuminarsi e quindi la sua facciata ha pure il merito di non apparire delineata dai listellini di legno e punteggiata dalle lampadine elettriche.

Grazioso assai il motivo che a guisa di parapetto asseconda le rampe laterali per l'accesso alle gallerie dei vari tipi di carrozze, mentre nel centro vi è un'ampia gradinata di sei scalini.

La facciata parallela o posteriore verso il viale dei platani è pressochè identica a questa. Epperò è da osservare che la maggior parte degli edifici principali di questa Esposizione per essere stati disposti isolati gli uni dagli altri e con facciate da tutte le parti, debbono necessariamente avere costato assai per la decorazione esterna.

*

L'edificio per la *Mostra agraria*, benchè composto da una serie triplice di lunghe gallerie occupanti complessivamente una superficie di circa 20 mila metri quadrati, non ebbe una facciata propriamente detta che per un breve tratto col quale si volle figurare l'ingresso principale a tutta quella serie di gallerie, riuscite così importanti sia dal lato costruttivo, sia per la molteplicità delle cose esposte. E per verità anche la ubicazione di tale ingresso non si può dire abbia alcuna relazione od importanza colla grande distesa di gallerie destinate a quella mostra.

La posizione veramente centrale, per rispetto alla grande massa di gallerie destinate alle macchine agrarie, è stata invece occupata, siccome abbiamo veduto, dalla cosiddetta palazzina o casermetta dei pompieri per la mostra di tutto il macchinario di estinzione degli incendi.

Ciò non ostante, la facciata dell'ingresso principale alla mostra dell'agricoltura (fig. 6 della Tav. X) è da collocarsi tra i migliori esempi di quel che può fare lo stile moderno, ed è dovuto all'Architetto Bonghi dell'Ufficio tecnico dell'Esposizione, che studiò pure il progetto di tutta quella serie di bellissime gallerie destinate al gruppo dell'Agraria. In quest'esempio è palese la maniera dell'architetto D'Aronco, e vi troviamo reminiscenze degli edifici dell'Esposizione di Arte Decorativa Moderna di Torino del 1902, specialmente nelle due colonne decapitellate che stanno al centro, col balcone o parapetto che le congiunge, i regolini paralleli, le targhe circolari colle relative fronde, le strane

creste sui piloni panciuti e mozzati orizzontalmente, ingredienti tutti di ciò che si suole denominare stile nuovo, e che vediamo adoperati, non solo dal D'Aronco e dal Bongi, ma dalla pluralità dei nostri giovani architetti, che sembrano invasi dalla smania di simili novità divenute oramai convenzionali.

Ma ritornando alla facciata destinata ad ingresso principale della Mostra agraria, dessa è riuscita nel suo complesso innegabilmente originale e simpatica, ed anziché nascondere o tradire, siccome tante altre, l'interno, essa lascia completamente in vista l'organismo ben studiato e ben più grandioso delle retrostanti gallerie.

Di pregevole modellazione e di ottimo effetto decorativo, sono poi le due statue a destra e sinistra, due figure sedute, ma vigorosamente modellate dallo scultore L. M. Brivio, rappresentanti la terra e l'aratro, le quali, mentre concorrono a completare l'armonia dell'assieme, rilevano chiaramente la destinazione dell'edificio. Buono pure il basamento a grandi linee di quelle statue.

Meno riusciti quei due terrazzi laterali che girano a quarto di cerchio, sorretti da colonne tozze e massicce e dei quali non vedesi neppure lo scopo. Debolmente illuminata da luce radente di lampadine elettriche, la massa bianca di questa facciata appare di sera come fatta di stearina, le statue comprese.

*

Il padiglione speciale per gli *apparecchi di sollevamento*, sebbene non possa dirsi di primaria importanza in riguardo alla mole delle molteplici gallerie degli edifici principali, pure la sua facciata (fig. 4 della Tav. X), che è opera non dispregevole di un giovane architetto, l'Ingegnere Giuseppe Bergomi, abbiamo voluta compresa nella nostra raccolta, poichè è tra quelle che rivelano nei loro architetti l'intento ledevole e quasi diremmo lo sforzo di caratterizzare la destinazione dell'edificio.

Facendo astrazione dalla grue a ponte e carrello scorrevole, portata da due automotrici a vapore, e capace di sollevare 65 000 Kg. inviata dalla Casa Krupp, e che sebbene distante dalla facciata di una decina di metri, ha sulla fotografia l'apparenza di essere stata collocata troppo a ridosso, talmente che non permette la vista di alcuni particolari di decorazione, come certi nodi di cordami e certe puleggie nell'architrave retrostante; la vista del riguardante è più specialmente richiamata a quella gran centina a traliccio, verniciata di colore azzurro carico a simulare il ferro e maluccio imitata col legno, la quale è costituita dalle braccia arcuate e simmetriche di due grandi grue, riunite fra loro nel punto più elevato, a far l'ufficio di armatura all'arcone murale sovrastante, che povero di linee come di decorazione, è riuscito di effetto assai pesante. Nè più simpatici riuscirono quei massicci pulvinari bianchi, collocati in terra a servire come di base e di punto d'appoggio alle due braccia a traliccio. Il gran vuoto lasciato dall'arcone ha dovuto esser diviso in tre campate da due pilastri riuniti con architrave, decorato come già si disse.

I due spalloni laterali, terminati a torricella, hanno la base decorata da un'alta fascia, fregiata da gruppi di grosse catene, raccomandate a dischi uncinati, e rallegrata da fronde di lauri. Le torri, come tutto il resto, appariscono depresse, e così nella struttura, che vuol essere di legno, come nel colore marrone carico della vernice, riescono meno intonate alle altre parti della facciata. Meglio sarebbe stato sostituirlle con svelte gabbie per ascensori, o con quelle speciali incastellature provviste dei relativi apparecchi di sollevamento che veggonsi installate sui pozzi di accessi alle miniere e simili.

Al disopra dell'arcone centrale, alquanto più indietro dal piano della facciata, appare la fronte a due piovanti della galleria interna a completare la fisionomia tutta sua propria di questo padiglione.

*

Il grandioso edificio destinato all'*igiene* ha per ingresso principale un grazioso tempietto (fig. 6 della Tavola XI), dovuto alla multiforme ma sempre geniale fantasia dell'architetto Orsino Bongi, il quale pare siasi in questo caso proposto di fondere l'antico col moderno, e sia riuscito nel proprio intento senza incorrere in profonde disarmonie conservando all'elegante profilo accentuato di un pronao pompeiano la sua fisionomia architettonica caratteristica. Le linee generali sono piuttosto semplici, e tali ricorrono pure su tutti i lati di quel complesso di gallerie destinate ad accogliere gli apparecchi igienici delle principali nazioni.

Ai piloni laterali scendono dagli stemmi coronati di frondi le spire annodate di un gran serpente, il noto simbolo dell'arte farmaceutica, e questo motivo di decorazione troviamo ripetuto sui pilastri esterni addossati alle pareti perimetrali di tutto l'edificio.

Intorno alla base sono sei figure scultorie, alte una volta e mezza il vero, in costumi moderni. I due alti rilievi simboleggiano — con diversa espressione, ma sullo stesso motivo, nei due piloni — l'educazione igienica, l'apoteosi degli *sports* che fanno la tempra sana e gagliarda. Lo scultore Labò è riuscito a risolvere bene il problema di eseguire figure in costumi sportivi moderni senza cadere nel banale.

*

L'edificio per la mostra dell'*aeronautica* e quello della *metrologia* destinati entrambi a racchiudere per un lato il vasto parco per gli aerostati ed i dirigibili, vennero riuniti da un padiglione d'ingresso, di cui la fig. 4 della Tav. XI ci porge una veduta fotografica. Questo padiglione, che oltre a locali per dispensa di biglietti d'ingresso, contiene un vasto salone di pianta quadrata, per le Commissioni speciali degli spettacoli aeronautici, va distinto per la geniale idea d'essere terminato dalla superficie sferica di un gran pallone frenato, che pare stia per sollevarsi in aria, guidato verticalmente nell'incipiente suo moto ascensionale da una corona di ritti abbinati e tenuti in sesto da una cerchiatura decorativa, abbastanza originale e di buon effetto. La vernice esterna della grande sfera, imitante il colore degli aerostati ha pure la sua parte nell'effetto che si è cercato di ottenere; ma il piccolo edificio non ha invero altre caratteristiche sulle quali si possa fermare maggiormente la nostra attenzione. Le smilze colonne inferiori hanno capitelli floreali eccessivamente allungati. La corona che accerchia tutte insieme le cuspidi gemine, essendosi fatta di legno, appare, sebbene verniciata anch'essa di bianco, un pochino materiale.

Migliore aspetto di leggiadria offrono i due simmetrici porticati, o diremo meglio, passaggi coperti destinati a riunire il padiglione ai due edifici per le mostre di aeronautica e di metrologia, per quanto costruiti con struttura di legnami squadrati in vista.

Nulla poi di particolare ci offrono le vicine entrate alla mostra di metrologia ed alla orologeria svizzera, la quale ultima è se non altro caratterizzata da un gran quadrante di orologio, di più che 4 metri di diametro, reso luminoso di sera ed esposto dalla Ditta Fontana di Milano.

*

L'alto viadotto, di 1350 metri di lunghezza, della ferrovia elettrica destinata ad allacciare il Parco e la Piazza d'Armi, finisce in un grandioso padiglione a terrazze (fig. 1 della Tav. XI) che è la *Stazione di arrivo* in Piazza d'Armi. Posta di fronte all'imponente mole della marina ed al maestoso faro, nulla essa perde della sua grandiosità, della sua vaghezza.

È un edificio a due piani, inquantochè il marciapiede pei viaggiatori che accedono od escono dalle carrozze è a 7 metri di altezza sul suolo della Piazza d'Armi, e la comunicazione tra i due piani, sia per il pubblico che parte, sia per quello

che arriva, ha luogo rispettivamente a destra e sinistra per mezzo di ampie scalinate e di non meno ampi piani inclinati che sono generalmente preferiti, specialmente nei casi di folla stipata. Contornato pertanto da terrazzi e da ripiani di scala, e dalle rampe di ascesa e discesa anzidette, quest'edificio fini per essere di un effetto movimentato e grandioso, sebbene l'ossatura e la decorazione siano di tutto legname in vista, e le linee architettoniche principali siano tormentate da file di lampadine elettriche con cui si riesce di sera ad accrescere la magia del ben studiato edificio. Non è qui certamente il caso di esaminarlo ne' suoi minuti particolari decorativi; ma se non si può a meno di portare lo sguardo alla bizzarra terminazione delle quattro torri d'angolo portanti nove candelabri per ciascuna, è pure forza ammettere che nel loro complesso quell'ampia e luminosa tettoia armata, quel grandioso sviluppo di parapetti di terrazze e di scalinate, quelle eleganti e vivaci decorazioni policrome, fanno di questa stazione un vero titolo di elogio e di ammirazione per la triade di architetti Bianchi, Magnani e Rondoni, che dimostrarono di saper trattare le costruzioni in legno con non minore abilità delle altre in ferro od in muratura.

L'edificio è riuscito completo, non solo dal lato estetico, ma altresì da quello della sua perfetta utilizzazione, essendochè al piano superiore ed a quello intermedio trovarono posto una birreria ed un ristorante, e nei locali al suolo della Piazza d'Armi ha potuto comodamente ed elegantemente installarsi la stazione generatrice dell'energia elettrica per l'esercizio della ferrovia. Vi sono due gruppi generatori, l'uno di riserva all'altro, uno dei quali da 600 HP è costituito da un motore elettrico trifase a 3600 volt e 42 periodi, alimentato dalla conduttura della Società Edison e che comanda direttamente un alternatore monofase; l'altro da 500 HP, costituito da un motore a gas povero Langen e Wolf che comanda un altro alternatore monofase.

Questa ferrovia elettrica deve dirsi, a tutta lode dell'Unione Elettrotecnica Italiana, che se ne assunse l'impianto e l'esercizio, una delle parti più interessanti dell'Esposizione di Milano. Ed ha pure il merito di essere il primo impianto completo di trazione monofase che abbia funzionato in Italia.

*

Del grandioso palazzo per l'Arte Decorativa Francese è autore il valente e giovane architetto Orsino Bongi il quale ebbe prima il fiducioso incarico e poi la calorosa approvazione e la lode del Comitato francese.

Quest'edificio rettangolare di ben 200 metri di lunghezza e 50 metri di larghezza, ha due ingressi principali identici (fig. 3 della Tav. XI) sul mezzo dei due lati maggiori, e quattro ingressi secondari (fig. 5 della Tav. XI) nei quattro angoli smusati del grande rettangolo.

Dei due ingressi principali il motivo è costituito da un arcone trionfale segnato con due archi di cerchio non concentrici, e sorretto da due spalloni piuttosto massicci. L'ampio portale è tripartito in basso da un colonnato con trabeazione ed è superiormente chiuso da un'ampia vetrata istoriata.

Alla sommità dell'arcone fa pompa delle sue piume, (un po' minuscolo) il simbolico pavone. A destra e sinistra, due bei bassorilievi del professore Oreste Labò, simboleggiano l'uno l'arte pittorica, e l'altro la scultoria. Sull'architrave che sovrasta al triplice ingresso si leggono scolpite le storiche parole: *égalité, liberté, fraternité*. Sulla grande invetriata a colori, che vuol essere guardata dal di dentro, è rappresentata la Repubblica Francese nell'atto maestoso di proteggere le arti. Le finestre quadrate aperte l'una di seguito all'altra nelle pareti longitudinali di tutto l'edificio sono protette da una specie di tettuccio sporgente che è pure una delle caratteristiche dell'arte nuova.

La galleria trasversale, che congiunge i due ingressi prin-

cipali viene a creare col suo incontro colla galleria longitudinale un grande salone centrale, coperto da un caratteristico cupolone di base quadrata, di pretto stile francese, il quale si eleva a ben 20 metri di altezza; e domina maestoso sul centro dell'edificio.

Più graziosa ed armonica, e di piacevole aspetto, è la facciata (fig. 5 della Tav. XI) destinata agli ingressi secondari ai quattro angoli dell'edificio. Un intercolonnio sostiene una trabeazione terminata superiormente ad arco di cerchio, e divisa in tre campi, nei quali si leggono, in caratteri contorti e contraffatti, ma sacri al nuovo stile, le parole: *Arte Decorativa Francese*. La parte più grossa della decorazione si addensa sulle spalle terminali, intorno a certi scudi inghirlandati, contenenti il fascio littorio, e da cui pende la croce cavalleresca della legion d'onore. Nè manca la testa muliebre col berretto frigio.

Il gruppo statuario che sulla nostra figura sembra a prima vista occupare il vano centrale dell'intercolonnio, è invece più innanzi in una delle aiuole del giardino che ricche ed olezzanti di fiori per cura dei coltivatori francesi, circondano il padiglione sacro al lusso ed al buon gusto e che fu detto il *paradiso* delle signore.

*

Il Belgio raccolse, unico fra gli Stati accorsi all'Esposizione di Milano, tutte le sue Mostre in un solo recinto. La maestosa mole che serve di facciata, e segna l'ingresso principale alle gallerie del Belgio (fig. 3 della Tav. XI) è una vera e propria opera architettonica, concepita nello stile del Rinascimento fiammingo, e che pare destinata col suo intenso color mattone a fare impallidire le altre costruzioni di Piazza d'Armi, già di per sé stesse tutte bianche.

L'architetto Enrico Waes di Bruxelles si è fatto molto onore, e l'opera sua non è stata inferiore nè a quella del 1900 a Parigi degli architetti Acker e Maukels che riprodussero il gotico palazzo di città di Audemarde; nè a quella del 1878 pure a Parigi, dell'architetto Emilio Janlet la cui facciata di vero marmo, di 60 metri di lunghezza e di 32 metri di altezza, abbiamo allora illustrato con tavole e figure nel testo.

L'edificio tricuspidale dell'architetto Waes che ha un po' del chiesastico, è stato composto con elementi di storici palazzi belgi assai più grandiosi. Bene imitato il fondo rosso dei mattoni in vista, e le altre parti di finta pietra macchiata dal tempo. Le due torri alte 45 metri, i pinacoli, le cuspidi hanno sagome svelte ed attraenti, per noi inusitate, e che potrebbero imitarsi con successo. Sul pinacolo centrale elevasi un mistico San Michele impugnante la sua spada vittoriosa, mirabile opera di P. Braeke. Più in basso un fregio di ghirlande di fiori e di frutti, è interrotto a quando a quando da medaglioni da cui sporgono i mezzi busti dei grandi artisti belgi del Secolo XVI caratterizzati dai loro grandi cappelli alla Rubens.

Il padiglione del Belgio è generalmente molto lodato, sebbene in qualche punto sarebbe forse desiderabile una semplicità maggiore. Il porticato a sette arcate che si avvanza coperto a terrazza, ed al quale si accede da una grande scalea, conduce ad un primo ed elegante salone d'onore, nello stile del cinquecento, che riuscì trasformato in un ricco museo fiammingo.

Ai due lati del padiglione si estendono i giardini, anch'essi di stile fiammingo, che nelle loro forme geometriche inquadrano armoniosamente tutto l'insieme delle altre costruzioni e gallerie, nelle quali oltre ad 800 espositori rappresentano la miglior parte delle ricche e progredite industrie del Belgio.

*

Con questi pochi cenni e colle poche illustrazioni delle tavole annesse abbiamo tentato di dare ai lettori un'idea, e più ancora di lasciare su queste colonne un ricordo duraturo di

quella che fu detta, e non a torto, la *Città bianca*, destinata dal capriccio degli uomini ad avere la gloriosa e rumorosa vita.... di sei mesi!

Iniziata col proposito che dovesse essere una semplice mostra dell'industria dei trasporti di terra e di mare, per festeggiare il compimento della grand'opera del traforo del Sempione, l'Esposizione di Milano andò man mano ingrandendosi e assumendo un carattere sempre più internazionale e di una vera esposizione generale. E ad esposizione aperta la stessa legge di continuo indefinito accrescimento hanno subito il concorso e la simpatia dei visitatori, nazionali ed esteri.

Prima ancora che questa grandiosa ed indimenticabile manifestazione del lavoro, delle arti e delle industrie, abbia a scomparire, vogliamo inviarle anche da queste colonne il nostro saluto, augurando che nel cuore di ogni italiano abbia a rimanere scolpita la memoria dell'opera grandiosa nella quale la città di Milano, coll'aiuto concorde di tutta la nazione, ha saputo presentare alle nazioni sorelle le virtù e le energie dell'Italia nuova.

G. SACHERI.

CHIMICA DOCIMASTICA

SUGLI AGGLOMERANTI IDRAULICI

Conferenza (1) del dott. O. REBUFFAT

Prof. nella Scuola d'Applicazione degli Ingegneri in Napoli.

I tre tipi di cemento idraulico oggi in uso, cioè le calce idrauliche, i cementi a presa lenta ed i cementi a presa rapida hanno una composizione chimica qualitativamente uguale e quantitativamente compresa tra limiti molto ristretti, come può vedersi dalle medie contenute nel quadro seguente:

	Si O ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ca O	Mg O	S O ₃	H ₂ O +C O ₂
Calce idrauliche più rinomate	22,0	2	1	63	1,5	0,5	10
Cemento a presa lenta, di <i>grappiers</i>	26,5	2,5	1,5	63	1	0,5	5
Cementi naturali a presa rapida	22 a 24	7 a 10	4 a 6	45 a 55	1 a 5	2 a 4	4 a 8
Cementi a presa lenta, di buona qualità	21 a 24	6 a 8	2 a 4	60 a 65	0,5 a 2	0,5 a 1,5	1 a 3

Non tutte le sostanze indicate in questo quadro hanno uguale importanza. Le esperienze di laboratorio ci hanno insegnato che i soli fattori essenziali dei prodotti idraulici sono la silice, l'allumina e la calce; le altre sostanze che nei calcari e nelle argille le accompagnano possono, sempre che non siano presenti in quantità anormali, avere solo influenza sulle modalità secondarie della fabbricazione.

La cagione delle rilevanti differenze che si riscontrano nelle proprietà degli agglomeranti idraulici non deve ricercarsi sempre nella sola variazione dell'indice di Vicat, $\frac{arilla}{CaO}$, e del modulo di Michaelis, $\frac{CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3}$.

Le esperienze industriali e gli studi di laboratorio sono oggi concordi nell'indicarci che, dentro i limiti di composizione sopra cennati, le proprietà del prodotto dipendono dal rapporto della silice all'allumina $\left(\frac{SiO_2}{Al_2O_3}\right)$ e dalla temperatura di cottura.

Nelle rocce calcaree il rapporto $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ è molto variabile: troviamo dei calcari siliciosi nei quali l'allumina è presente solo

in piccola quantità e dei calcari argillosi nei quali $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ va continuamente abbassandosi senza divenire però mai inferiore a 2. Questa variabilità di rapporto è perfettamente analoga a quella che si ritrova nelle argille e deriva tanto dalla esistenza di diversi silicati di allumina, quanto dalla mescolanza dei silicati di allumina con la silice, sia anidra che idrata. Le migliori calce idrauliche, quelle cioè che pure avendo un'energia idraulica considerevole godono ancora di una facile estinzione e di una lenta presa, si ottengono dalla cottura di calcari siliciosi e presentano un rapporto $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ di molto superiore a 3, rapporto che è più grande nelle calce più rinomate.

I calcari nei quali questo rapporto è basso non possono dare delle eccellenti calce idrauliche; perchè l'allumina accelera la presa, e quindi per mantenere l'estinzione spontanea e la presa lenta bisogna di necessità limitarsi ad un indice di idraulicità molto basso.

Quando $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ è $>$ di 5 la presa è sempre lenta; solamente col crescere dell'indice di idraulicità si passa da una calce idraulica ad un cemento a lenta presa. Così, ad es.: Calce idraulica del Teil, indice 0,40; cemento a lenta presa del Teil, indice 0,50.

Quando $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ è compreso fra 3 e 5, allora per un indice basso si ha un prodotto a presa lenta e per un indice elevato un prodotto a presa rapida: così calce idraulica di Argenteuil, indice 0,40; cemento a presa rapida di Argenteuil, indice 0,80; in ambedue $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ è eguale a 3,5.

Quando $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ è uguale o inferiore a 3 (ma superiore a 2) allora si ha un indice relativamente basso ed una cottura moderata, un cemento a presa rapida; e con lo stesso indice ed una cottura più forte un cemento a presa lenta; esempio: cemento di Vicat, indice 0,53.

Queste considerazioni di ordine generale non ci dicono ancora che ben poco sulla intima costituzione degli agglomeranti idraulici. Alle diversità delle proprietà fisiche, chimiche e tecniche che questi materiali ci presentano, devono corrispondere delle diversità nella costituzione chimica, e più precisamente, poichè i fattori essenziali sono sempre gli stessi, delle diversità nell'aggruppamento di questi fattori.

La brevità del tempo non mi permette di fare l'esposizione delle diverse teorie che da un secolo a questa parte sono state emesse sull'argomento e mi limito perciò a riassumere quello che è specialmente il frutto degli studi più recenti.

Il materiale che ha provocato il maggior numero di ricerche è stato il cemento a lenta presa o Portland. Questo materiale, per la consistenza lapidea e la struttura cristallina, si distingue nettamente dalle calce idrauliche e dai cementi a presa rapida che hanno struttura terrosa.

L'esame microscopico del cemento Portland è stato fatto la prima volta dal Le Chatelier (1887) con i seguenti risultati:

Cemento anidro. — L'esame microscopico di una lamina sottile tagliata in una pietra di cemento Portland mostra immediatamente due elementi predominanti che si trovano senza eccezione ed in tutti i saggi: 1° Dei cristalli incolori a doppia rifrazione debole, con sezione quadrata o esagonale, a contorni nettissimi, molto simili a quelli del cubo: è l'elemento più abbondante l'Alite di Törnebohm; 2° Nell'intervallo fra questi cristalli un riempimento di color carico, variante dal giallo-rosso al bruno-verdastro, a doppia rifrazione più forte di quella dei cristalli precedenti, ma senza contorni cristallino proprio (Celite di Törn). Oltre questi due elementi

(1) Dagli *Atti* della IV Riunione dell'Associazione Italiana per gli studi sui materiali da costruzione, tenuta in Perugia nel maggio 1906.

essenziali si incontrano degli elementi accessori varianti da un campione all'altro, cioè: 3° a) Delle sezioni cristalline analoghe alle precedenti, ma che si distinguono pel colorito giallastro, l'assenza completa di trasparenza e la finissima striatura secondo due direzioni intersecantisi a 60°. Questo elemento è poco abbondante, ma non manca quasi mai (Belite di Törn); 3° b) Dei cristalli piccolissimi a doppia rifrazione tanto forte da dare i colori di polarizzazione. Questo elemento poco abbondante manca spesso completamente (Felite di Törn); 3° c) Delle zone senza azione sulla luce polarizzata (sostanza incolore isotropa e probabilmente amorfa di Törn).

L'analisi microchimica mostra che tutti questi diversi costituenti contengono della silice e della calce, ma che il ferro si trova solo nell'elemento colorato, sostanza N. 2, o Celite; mostra ancora che di tutti gli altri elementi cristallini, quello più rapidamente attaccabile dall'acqua e dai sali ammoniacali è l'elemento predominante, cioè: il N. 1 o Alite. In conseguenza LE CHATELIER crede che l'allumina sia in gran parte col ferro nell'elemento colorato allo stato inattivo ed in parte nella sostanza 3, c.) allo stato di alluminato di calcio, e che gli elementi cristallini attivi sulla luce polarizzata siano dei silicati di calcio. In quanto alla formola chimica dell'elemento predominante N. 1, LE CHATELIER dalle osservazioni fatte sui *grappiers* di calci siliciose, nei quali la stessa sostanza cogli eguali caratteri cristallografici si presenta allo stato di maggior purezza, crede di poterle attribuire quella di $SiO_2, 3CaO$.

I cristalli 3. a). (Belite), sarebbero $SiO_2, 2CaO$ oppure un miscuglio isomorfo di questo silicato al precedente. I cristalli 3. b). (Felite), della Wollastonite. La filiazione di queste sostanze sarebbe la seguente: I cristalli pseudo-cubici (N. 1), elementi di prima consolidazione, non sono stati fusi, ma si sono formati per precipitazione chimica nel seno della materia bruna fusibile, elemento di 2° consolidazione, che dopo di aver servito come fondente e rese possibili le reazioni chimiche si è solidificato per raffreddamento riempiendo tutti i vuoti.

Cemento idrato. — Il cemento Portland, dice LE CHATELIER, dopo alcuni mesi di indurimento sott'acqua, ha una struttura nettamente cristallina; osservato in lamine sottili esso presenta delle plaghe vivamente illuminate e ornate da colori brillanti e delle masse biancastre appena traslucide, formate da un ammasso di delicatissimi cristalli aghiformi. Le plaghe brillanti sono dovute a laminette esagonali di idrato di calcio, le masse biancastre di cristalli aghiformi a un silicato di calcio idrato; si ritrovano pure di quando in quando delle sferoliti che LE CHATELIER crede di alluminato di calcio idrato.

A. E. TÖRNEBOHM ha rifatto più recentemente (1897) lo studio microscopico del cemento Portland, ed i risultati delle sue osservazioni coincidono quasi punto per punto con quelli già ottenuti dal LE CHATELIER. Egli ha dato pure ai diversi elementi cristallini del cemento anidro dei nomi che servono ad indicarli più facilmente.

Secondo TÖRNEBOHM la costituzione chimica di questi elementi cristallini è diversa da quella agli stessi attribuita dal LE CHATELIER. Mentre, secondo questi, l'Alite e la Celite sono dei semplici silicati di calcio, sarebbero invece secondo TÖRNEBOHM, delle associazioni cristalline di un silicato ed un alluminato di calcio e precisamente:

Alite: $x(3CaO, SiO_2) + 9CaO, 2Al_2O_3$ ($x = 9$ all'incirca)

Belite: $x(2CaO, SiO_2) + 3CaO, Al_2O_3$

Celite: $3CaO(FeAl)_2O_3, 2SiO_2$

A queste conclusioni Törnebohm è giunto facendo dei tentativi di separazione dei diversi elementi cristallini per mezzo delle soluzioni pesanti.

Le Chatelier e Törnebohm ammettono adunque concordemente la presenza nel Portland anidro del silicato tricalcico;

però l'esistenza di tale silicato allo stato libero non può dirsi dimostrata.

Sta infatti che noi possiamo fondere al forno elettrico dei miscugli di silice e di calce in qualsiasi proporzione, ma nulla ci autorizza a ritenere queste fritte come delle combinazioni definite.

Inoltre il cemento di *grappier* del Teil che secondo Le Chatelier sarebbe formato esclusivamente da silicato tricalcico, contiene, secondo è stato osservato da me stesso, quantità notevoli di silicato monocalcico e di silicato bicalcico.

Le ricerche di Spencer e Newbery, e le mie, ci hanno fatto conoscere d'altra parte che il silicato bicalcico può esistere in una forma idraulicamente attiva; e che il silicato bicalcico si trovi sempre nei Portland ci è anche dimostrato dal parziale sgretolamento delle cariche dopo la cottura. Non è perciò necessario ricorrere all'ipotesi di un silicato tricalcico ancora sconosciuto, quando le proprietà del silicato bicalcico ci possono dare perfettamente ragione del meccanismo della presa. Questo modo di vedere è specialmente appoggiato dalle ricerche fatte da me stesso sulla costituzione degli agglomeranti idraulici dopo la presa. Le Chatelier aveva ammesso nel cemento Portland idrato l'esistenza del silicato monocalcico, formatosi secondo l'equazione:

$$SiO_2, 3CaO + Aq = SiO_2, CaO + 2.5H_2O + 2(CaO - OH_2)$$

ma in realtà nel cemento Portland idrato noi troviamo insieme all'idrato di calcio e ad un alluminato di calcio idrato il silicato bicalcico idrato con il 5,5 % di acqua di cristallizzazione: $2(SiO_2, 2CaO)H_2O$.

Possiamo ritenere dunque come sufficientemente dimostrato che i grossi cristalli (Alite), che formano la parte principale ed attiva del cemento anidro, risultano da un'associazione cristallina di silicato bicalcico con un alluminato di calcio più o meno basico. Sotto l'azione dell'acqua questi elementi cristallini vengono scissi nei loro costituenti che si idratano separatamente.

Lo studio degli agglomeranti idraulici a struttura terrosa, cioè le calci idrauliche ed i cementi a presa rapida, è stato quasi del tutto trascurato a cagione della importanza economica sempre minore che questi materiali vanno prendendo rispetto al Portland: però questo fatto non è stato un bene per l'assieme delle nostre conoscenze sugli agglomeranti idraulici; perchè senza una conoscenza della costituzione dei prodotti a struttura terrosa e preparati a temperatura più bassa, non si può avere una conoscenza esatta della genesi dei prodotti a struttura cristallina preparati a temperatura più elevata.

Fino a qualche anno fa le nostre idee sulla costituzione dei cementi a presa rapida erano molto vaghe. Si supponeva che questi materiali contenessero degli alluminati ai quali fosse dovuta la rapidità della presa. Cominciando per mio conto ad occuparmi dello studio di questo argomento, incappai in una prima e grave difficoltà, quella cioè di produrre in laboratorio dei cementi a presa rapida sintetici, così come vi si producono dei cementi a presa lenta. Dopo molte ricerche riuscii a trovare che la difficoltà proveniva dal carbonato di calcio impiegato, il quale deve essere allo stato amorfo (1). Usando tale carbonato si può ottenere un cemento a presa rapida, non solo usando le comuni argille più o meno ricche in silice libera, ma partendo addirittura dal caolino in modo da arrivare a prodotti di composizione definita. L'esperienza ha insegnato che la temperatura di cottura dei cementi a presa rapida è compresa fra 700 ed 800° e che ogni sopra riscaldamento è nocivo alla qualità del cemento. Partendo dal caolino ($2SiO_2, Al_2O_3, 2H_2O$) il rapporto più conveniente per la calce è quello: $2SiO_2, Al_2O_3, 6CaO$.

(1) Il carbonato di calcio amorfo lascia alla cottura una quantità di calce molto compatta e di lentissima estinzione.

Lo studio di un cemento a presa rapida così preparato ci mostra che in questo prodotto la calce è combinata al silicato di allumina in modo da formare un *silico alluminato* che in presenza dell'acqua si idrata decomponendosi in silicato bicalcico (lo stesso che troviamo nel Portland idratato) ed alluminato di calcio. Se poi un cemento a presa rapida viene riscaldato al di sopra di 700-800', allora coll'innalzarsi della temperatura la rapidità della presa diminuisce ed infine il prodotto si trasforma, secondo l'indice ed il rapporto $\frac{Si O_2}{Al_2 O_3}$ in un cemento a presa lenta od in una scoria. Ciò perchè oltre 700-800' la calce decompone il silicato di allumina formando silicato ed alluminato di calcio.

Le calci idrauliche sono materiali a struttura terrosa ed a presa lenta ottenute a temperatura superiore a quella che si impiega per cementi a presa rapida. Allo stato anidro questi materiali risultano da un miscuglio di silicato ed alluminato di calcio ed ossido di calcio libero. Nella forma commerciale, cioè dopo aver subito l'estinzione, le calci idrauliche sono un miscuglio di silicato di calcio anidro con alluminato di calcio idrato ed idrato di calcio: cosicchè la presa delle calci idrauliche è dovuta all'idratazione dei silicati.

Dopo l'idratazione le calci idrauliche contengono lo stesso silicato bicalcico che si trova nei cementi idratati, più dell'alluminato di calcio idrato e dell'idrato di calcio. Le calci molto siliciose contengono anche del silicato monocalcico, il quale durante l'idratazione reagisce sugli alluminati per formare dei silico alluminati. Cosicchè, malgrado la diversità di composizione allo stato anidro, gli agglomeranti idraulici mostrano tutti dopo l'idratazione finale una composizione chimica uniforme; perchè contengono tutti, come è stato da me dimostrato per la prima volta, del silicato bicalcico, dell'alluminato di calcio e dell'idrato di calcio.

Pozzolane. — Si suole da alcuni includere le pozzolane fra i cementi idraulici, ma a torto, perchè la costituzione di questi materiali è del tutto diversa. Le pozzolane sono delle rocce sabbiose di origine vulcanica, le quali hanno la proprietà di dare una malta idraulica quando vengono impastate con della calce grassa.

Per la loro composizione chimica le pozzolane non si distinguono dalle lave contemporanee, ma bensì per lo stato vitreo e la struttura scoriacea, bollsosa, sforacchiata. Le pozzolane, sia che appartengano al tipo trachitico che al basaltico (e più propriamente leucobasaltico) contengono tutte della silice, dell'allumina, del sesquiossido e protossido di ferro, della calce, della magnesia e degli alcali. Lo stato vetroso non ci permette di distinguere, come nelle trachiti e nei basalti, gli aggruppiamenti di questi diversi ossidi, ma dobbiamo ritenere che la massa vitrea contenga dei silicati doppi più o meno complessi. La calce reagisce sulle pozzolane in modo diverso di quello che non reagiscono i diversi acidi minerali o le basi forti. Nell'azione della calce questa si fissa sulla pozzolana (o a dir meglio sulle parti attive della stessa), mettendo in libertà gli alcali. Il prodotto della reazione è un silicato doppio che cristallizza con acqua d'idratazione e nel cristallizzare cementa tenacemente le particelle della malta. Questo silicato è facilmente decomponibile dagli acidi.

Per dare la ragione della resistenza che le malte a pozzolana dimostrano all'azione disgregante delle acque marine, si era supposto che il composto formato per azione della calce sulle pozzolane fosse chimicamente indifferente all'acqua del mare, ma questa ipotesi era del tutto sbagliata e conduceva ad un modo erroneo di giudicare il valore delle pozzolane per i lavori marittimi.

Io ho potuto dimostrare, or sono parecchi anni, che una malta a pozzolana immersa nell'acqua del mare perde dopo non più che dieci o venti anni quasi tutta la calce, e che se

ciò non di meno conserva la sua coerenza ciò è perchè il prodotto della reazione fra l'acqua del mare ed il composto che era risultato dall'azione della calce sulla parte attiva della pozzolana è una materia cristallina a struttura lamellare che si presta benissimo a cementare assieme le parti della malta. Questa materia risulta essenzialmente da un silicato di allumina idrato con piccola quantità di altre basi ed è per la sua costituzione del tutto indifferente all'acqua marina: cosicchè delle malte immerse da 2000 anni mostrano la stessa composizione di quella immersa solo da 20 o 30 anni. Se le malte di cemento Portland o di altri agglomeranti idraulici non possono resistere all'acqua del mare come vi resiste la malta di pozzolana, ciò è perchè i prodotti della decomposizione di questi materiali sono del tutto amorfi ed incoerenti, e non si prestano quindi a far da cemento alle particelle della malta. Sul meccanismo chimico della decomposizione dei cementi nelle acque del mare si erano fatte molte ipotesi, e mentre in tempi più remoti si dava molta importanza ai sali di magnesio, più recentemente si teneva specialmente d'occhio il solfato di calcio.

L'esperienza dimostra però che il solo cloruro sodico alla concentrazione dell'acqua marina (un po' meno del 30 ‰) basta a decomporre rapidamente qualunque cemento che non sia protetto da un buon paramento e di un grado elevato di impermeabilità.

NOTIZIE

La pietra vesuviana. — La lava del Vesuvio che è essenzialmente costituita da tefrite leucitica, è molto adoperata nelle costruzioni per diversi usi, ma specialmente come materiale da pavimentazione, sia di strade pubbliche, come di cortili, androni, ecc.

Le lave da cui si trassero e si traggono le pietre impiegate nelle costruzioni sono derivate da eruzioni avvenute in tempi diversi.

Il perimetro del Vesuvio, nella sua base, è di 46 a 55 chilometri circa, ed il monte si innesta con dolce pendio alla circostante pianura. La sua altezza è sovente variata in occasione di eruzioni, che talvolta depositano sulla sua cresta pomici, sabbie, e altri materiali, tal'altra invece fanno sprofondare la detta cresta, di cui una parte è ingoiata dal cratere ed una parte si riversa sui terreni sottoposti; in media però l'altezza del monte è di m. 1300.

Ai due terzi circa di tale altezza, partendo dalla base, il monte si divide in due cime, una in forma di cono tronco, che propriamente chiamasi Vesuvio, e l'altra a settentrione, che distinguesi col nome di Monte Somma. Tra il Vesuvio e il monte Somma vi è una spaziosa valle, detta Atrio del Cavallo, sulla quale trovasi una collina, ove è edificato l'Osservatorio Meteorologico Vesuviano.

Credevasi, fino alla metà dello scorso secolo, che il monte costituisse la parte essenziale di un vulcano e che derivasse dal rigonfiamento del suolo per effetto delle forze espansive interne. Dopo però l'impulso dato alla moderna vulcanologia, per gli studi eseguiti specialmente sul nostro Vesuvio, si è riconosciuto che in un vulcano la formazione della montagna avviene posteriormente alla squarciatura del suolo per l'accumulamento di materiali eruttati dalla squarciatura stessa.

Avviene talvolta però che, oltre il cratere centrale, nei fianchi si presentano delle fenditure dalle quali il vulcano emette vapori, ceneri, lave, ecc., in maniera da doversi considerare come novelle bocche eruttanti. Ad una di queste fenditure apertesi nei fianchi del monte Somma attribuiscesi, dai vulcanologi, la formazione del monte Vesuvio, il quale è diventato il vulcano

attivo, mentre il monte Somma, perdendo la sua attività, è diventato vulcano estinto.

Quantunque il Vesuvio non sia uno dei più grandi vulcani oggi esistenti, pur tuttavia è fra i più importanti sia per l'energia e la frequenza delle eruzioni che in esso avvengono, sia ancora per le sue svariate e molteplici produzioni geologiche.

I prodotti vulcanici possono distinguersi in tre grandi categorie (1), cioè: sostanze aeriformi, lave e materiale solido. Le prime sono costituite in massima parte da vapore acqueo, anidride carbonica, anidride solforosa, idrogeno solforato, acido cloridrico, ecc.; è il vapor d'acqua che quasi da solo costituisce il così detto pino vulcanico, che raggiunge talvolta altezze considerevoli. Una gran parte di questi gas e vapori si diffonde nell'atmosfera, un'altra parte raffreddandosi si depona in sublimazioni svariatissime.

La lava che forma il principale elemento di ogni eruzione, è una materia fusa più o meno scorrevole, senza composizione mineralogica determinata, con una temperatura, appena eruttata, compresa fra i 1000° e 1400° centigradi che, raffreddandosi, si rappiglia lentamente in pietra durissima. Essa, a causa della sua vischiosità, scorre con grande lentezza, seguendo la più facile china del monte e adattandosi alle accidentalità del suolo. Talvolta nel suo lento corso, in presenza di un ostacolo vi si avvicina senza toccarlo e da pochissima distanza da esso assume altra direzione. È opinione di alcuni che questo fenomeno sia da attribuirsi allo sprigionamento dei vapori.

La copia delle lave eruttate da un vulcano può raggiungere proporzioni enormi e, per citare un esempio del nostro Vesuvio, le eruzioni del 1737 e del 1794 furono accompagnate da colate laviche del volume di oltre 11 milioni di metri cubi nella prima e di oltre 23 milioni nella seconda.

La velocità della corrente dipende naturalmente dal grado di fluidità della lava, dalla pressione interna, dalla mole di scorie che deve trasportare ed anche dalla inclinazione del suolo.

Il materiale solido che è il terzo prodotto vulcanico, è costituito di bombe, scorie, lapilli, eruttati sia dal cratere principale come dalle bocche secondarie.

La quantità di questo materiale solido eruttato può essere notevole al pari di quella della lava. Esso può essere lanciato o trasportato a grandi distanze, e la cenere, costituita di particelle assai minute di rocce laviche, vien portata via dai venti talvolta fino a migliaia di chilometri di distanza; è anche dispersa nelle alte regioni atmosferiche in copia tanto abbondante da oscurare la luce del sole.

I danni prodotti dal lapillo e dalla sabbia possono anche uguagliare quelli prodotti dalla lava, poichè può cadere in quantità tale da seppellire addirittura interi paesi.

Un fenomeno importante che si presenta in alcune eruzioni è costituito da forti scariche elettriche. Il prof. Palmieri fu tra i vulcanologi il primo ad osservare che i vapori sono elettrizzati positivamente e le ceneri negativamente, e che i tuoni e i lampi risultano dall'incontrarsi delle ceneri con i vapori (2).

*

Poche e confuse sono le notizie tramandateci sulla vita del Vesuvio anteriormente all'Era Cristiana (3). In un libro di antichità pubblicato da un tal Beroso, contemporaneo di Alessandro il Grande, è detto che il Vesuvio siasi incendiato nell'anno 1787 av. C.; tale notizia però è messa in dubbio da molti. Diodoro Siciliano, che visse ai tempi di Giulio Cesare, parlando del viaggio di Ercole in Italia, descrive il Vesuvio come un vulcano spento.

(1) Cfr. FUCHS, *Vulcani e terremoti*. — PALMIERI L., *Il Vesuvio e la sua storia*.

(2) Cfr. PALMIERI L., *L'elettricità negli incendi vesuviani studiata dal 1865*.

(3) Cfr. PALMIERI L., *Il Vesuvio e la sua storia*. — SACCHI A., *Istoria delle eruzioni del Vesuvio*. — FUCHS C., *Op. cit.* — ARNOLD BOSCHOWITZ, *Les volcans et les tremblements de terre*.

Dalle opere di Strabone e di Plutarco pare che alla loro epoca esistesse solo il vulcano del monte Somma, oggi del tutto spento, e che ove trovasi adesso il Vesuvio esistesse un vasto altipiano; ciò conferma la opinione di molti geologi sulla formazione del Vesuvio, che abbiamo poc'anzi riportata.

Le più antiche notizie storiche sulle eruzioni di questo vulcano ci vengono fornite da Plinio il Giovane, il quale in due lettere dirette a Tacito per informarlo della morte di suo zio, Plinio il naturalista, avvenuta nella importante eruzione del 79 dopo C., ci fornisce molti particolari di questa.

Ma non si rileva dalle sue lettere se il Vesuvio avesse in quell'epoca eruttata anche della lava. Certo le materie frammentarie lanciate fuori, furono in quantità tanto abbondante da seppellire le città di Pompei, Ercolano e Stabia.

Altre eruzioni importanti ebbero luogo negli anni 203, 305, 471, 473, famose queste ultime due per la gran copia e finezza di sabbia venuta fuori, che fu dal vento trasportata in siti molto lontani e precisamente nel 471 fino a Costantinopoli e nel 473 fino alla Libia. Gli storici, che citano queste eruzioni, non ci dicono con molta chiarezza, se assieme alle pomice ed alla cenere fossessero venute fuori colate laviche.

Procopio di Cesarea invece, parlando delle eruzioni del Vesuvio in generale e di quella avvenuta nell'anno 512 in particolare, cioè a suoi tempi, descrive le lave con molta chiarezza e particolarità, onde è da ritenere che fosse stato testimone oculare del versamento delle lave. Anche MAGNO AURELIO CASSIODORO parlando della stessa eruzione del 512, e riportando una lettera diretta dal re Teodorico a Fausto perchè avesse diminuito il tributo pagato dai Nolani e Napoletani in proporzione del danno da essi sofferto, sembra che accenni alle lave. Possiamo quindi tenere per certo, non ostante l'opinione del Padre della Torre e di altri recenti autori, che credono che il Vesuvio abbia cominciato ad eruttare lave nell'anno 1036, che la prima notizia storica delle lave ci viene fornita da Procopio e che rimonta alla eruzione del 512, senza dire che è da presumere che lave si siano avute anche in epoca molto anteriore, se non dal vulcano del Vesuvio per lo meno da quello del monte Somma, poichè le strade dell'antica e sepolta Pompei sono anch'esse lastricate con la pietrarsa, la qual pietra si vede negli scavi di quella città, adoperata in larga copia, anche in altre costruzioni.

Dopo l'eruzione del 512 altre più o meno importanti avvennero negli anni 685, 993, 1036, 1049, senza contarne alcune di lievissima importanza, citate da alcuni storici e da altri messe in dubbio.

È citata da alcuni anche un'eruzione nel 1500 (1); questa eruzione però è revocata in dubbio da altri non solo per il silenzio delle cronache del tempo, ma anche perchè alcuni storici e naturalisti dell'epoca ci hanno lasciato scritto che l'interno del cratere, fin dove potevano penetrare i raggi del sole, era rivestito di piante ed arboscelli sì da permettere che molti animali vi andassero a pascolare.

Finalmente verso l'alba del 16 dicembre 1631 il Vesuvio ci fornì la più memorabile conflagrazione, dopo quella del 79. Essa fu annunciata da pochi segni precursori, e principalmente da forti boati e tremuoti, che aumentarono poi d'intensità nella notte precedente l'eruzione tanto da contarsi circa venti scosse di terremoto, secondo alcuni, in 8 ore precedenti l'eruzione. Questa fu molto importante sia per la sua veemenza, sia per la grande quantità di cenere caduta in siti lontanissimi, sia principalmente, per la straordinaria copia di lava, che poi ci ha fornito la migliore qualità di pietre. Non solo il fuoco portò in quella occasione la desolazione e la morte nei Comuni Vesuviani, ma anche l'acqua venuta fuori dal cratere (assieme alla cenere e alle materie infuocate) in quantità tale da allagare e in parte sommergere quasi tutti i paesi disseminati alla base

(1) Cfr. AMBROGIO LEONE, *Storia di Nola e del Vesuvio stampata a Venezia nell'anno 1514*.

del monte; tale uscita d'acqua è però messa in dubbio da alcuni. Intanto è da notare che così la lava come l'acqua vennero fuori oltre che dal cratere principale anche da una nuova bocca apertasi nel fianco del monte verso il mare, poco al di sopra dell'Atrio del Cavallo. Da quanto ci hanno lasciato scritto i contemporanei, la lava in questa eruzione fu lanciata fuori precipitosamente dividendosi in più rami (dei quali alcuni avevano oltre a 2 chilometri di larghezza), che devastarono molti Comuni Vesuviani, specie Resina e Torre del Greco, spingendosi in alcuni punti fino ad oltre 600 metri nel mare. Fra gli altri fenomeni avvenuti in questa terribile eruzione fu la diminuzione dell'altezza del cono vesuviano, che fu tanto rilevante da far dire ad alcuni essere di 400 metri, mentre dal geometra Braccini fu misurata di 168 metri. Lava, acqua, cenere (che in alcuni Comuni si accumulò per un'altezza di oltre 6 metri) e grandinar di pietre arrearono in tutti i Comuni circostanti al Vesuvio danni immensurabili. Questa eruzione con accompagnamento di tremuoti continuò anche nell'anno seguente; nel mese di settembre del 1632 poteva dirsi però completamente terminata.

Altra eruzione, meno veemente di quella del 1631, avvenne nell'anno 1660, che fu considerevole per la gran copia di fuoco, cenere e pietre incandescenti lanciate a considerevole altezza; non pare però che siansi avute lave fluenti.

Altre eruzioni minori, alcune anche con accompagnamento di lave fluenti, si ebbero nel 1682, 1685, 1689, 1694.

Dal mese di luglio 1696 poi fino a tutto giugno 1698 si ebbero, a brevi intervalli, diversi incendi, ognuno di durata relativamente breve, e quasi tutti con accompagnamento di lava; ed altra eruzione, anche con fuoriuscita di materie laviche, si ebbe nel luglio 1701. Intanto l'altezza del Vesuvio, per effetto di queste eruzioni, andava man mano crescendo, senza però oltrepassare mai la cima del monte Somma.

Dal 1704 al 1708 e dal 1712 fino al 1734, il Vesuvio fu in continuo moto, interrotto di tempo in tempo da brevi riposi. Quasi tutte le eruzioni avvenute in questo periodo furono accompagnate da colate laviche, da lanci di sassi, sabbie e materie infuocate, oltre che da tremuoti, ripercuotenti in siti più o meno lontani.

Importantissima per la quantità di lava venuta fuori, fu l'eruzione del 1737, che durò precisamente dall'aprile al maggio; si valutò approssimativamente che il volume della lava eruttata dal Vesuvio fosse di circa 11 milioni di metri cubi. Intanto dopo l'eruzione, fu notato che il vertice del Vesuvio era alquanto ribassato.

Altre eruzioni d'importanza relativamente minore si ebbero negli anni 1751, 1754, 1759-60, 1766-67, 1771, 1779, 1786-87, 1790, quasi tutte con versamento di lave. Nel giugno 1794 il Vulcano manifestò nuovamente tutta la sua attività con boati, tremuoti, lancio di fumo, proiettili e ceneri e con versamento di abbondanti lave dalle non poche bocche apertesì sulle pendici del monte, lave che, attraversando in gran parte la città di Torre del Greco, si spinsero fino al mare.

Negli anni 1804, 1805, 1810-22, 1833-34, 1835-39, 1841-50, 1858-60, 1861, 1867-68 si ebbero altre eruzioni, alcune più, altre meno veementi, ma quasi tutte con versamento di lava, che raggiunse proporzioni abbondanti in quella del 1867-68.

Altre eruzioni si ebbero negli anni 1870-71, e finalmente dal 23 al 27 aprile 1872 si ebbe un'altra importantissima e luttuosa conflagrazione del nostro vulcano, paragonabile a poche altre di uguale intensità. Le lave caddero abbondanti in questa eruzione, sin dal cratere principale, come dalle altre bocche laterali, oltre ai soliti fenomeni che si verificano in quasi tutte le eruzioni, di una certa importanza, cioè boati, tremuoti, lancio di cenere, proiettili, ecc. Le lave venute fuori in tale anno, divise in più rami, di cui alcuni avevano la larghezza di oltre 800 metri, con diverse direzioni, fecero vari cammini, coprendo in gran parte quelle del 1868 e 1871.

Delle eruzioni posteriori al 1872 non ce ne occupiamo in queste note, poichè quasi tutte (ad eccezione dell'ultima dell'aprile 1906) sono state di piccola entità, e le lave venute fuori sono state in quantità relativamente piccola; onde, come si dirà in seguito, non sono atte per ricavare buoni materiali da pavimentazione.

*

La lava vesuviana è costituita da *tefrite leucitica*, a tessitura granellosa e porfiroide, talvolta compatta e vetrosa; possono presentarsi però più raramente tessiture porfiriche e macrocristalline. Ad ogni modo la tessitura varia da un'eruzione ad un'altra, e talora anche nei diversi punti di una stessa eruzione. La massa non è sempre compatta, ma attraversata da piccole vacuità (dette a Napoli *caranfole*). Il colore è grigio cenere, tendente qualche volta al verdognolo per i cristalli di augite e di olivina, e tal'altra al giallognolo per i cristalli di leucite. La gravità specifica varia fra 2,40 e 2,80.

La pietra che si ricava dalla lava del Vesuvio, detta a Napoli *pietrarsa*, è sufficientemente lavorabile, anche levigabile (1), quasi inalterabile sotto l'azione degli agenti atmosferici, ha sufficiente durezza e viene largamente adoperata nelle costruzioni. I migliori massi di lava senza difetti (le così dette pietre Sanicee) si ottengono dal cuore della lava, dopo aver tolto lo strato superiore (costituito di scorie localmente denominate *ferruggine*), attraversato da grossi pori e vacui causati dal libero sprigionamento dei gas.

La pietrarsa viene specialmente adoperata per lastricamento di strade, di cortili, di androni ed anche per sporti di balconi e passaggi pensili, per davanzali di finestre, per scalinate, per basamenti di edifici, per ornate di porte, per lesene e colonne, e per decorazioni di monumenti funebri, per il quale scopo si presta benissimo a causa del suo colore grigio cenere (esempi numerosissimi si notano nel cimitero di Napoli ed in molti altri dei Comuni circostanti al Vesuvio).

È pure largamente adoperata per rivestimenti di moli, banchine ed altri lavori marittimi in genere.

È ovvio il fatto, confermato anche dalla pratica, che la pietra ha buone qualità costruttive, quando la massa lavica raggiunge uno spessore considerevole, poichè in tal caso gli strati inferiori, oltread essere compressi dal peso della massa sovrastante, si sono raffreddati con grande lentezza, e quindi le fenditure, che in tutti i sensi li attraversano, sono più rade e di minore entità; questa è la principale ragione per cui si è già accennato le piccole colate laviche non danno buoni materiali da costruzione.

La pietrarsa si cava in due modi, cioè col taglio da sopra e da sotto: degno di menzione è questo secondo metodo che viene più generalmente adottato, perchè più celere e meno dispendioso del primo. Ricavato il fronte della cava, consistente in un piano presso a poco verticale, si scava per mezzo di cunicoli il terreno su cui poggia il deposito lavico, facendo a questo in tal modo mancare il sostegno inferiore e si procede innanzi, finchè le naturali fenditure, esistenti nella massa della pietra permettono il distacco di una parte del deposito. Da alcuni sericchioli, più o meno forti e caratteristici, gli operai si accorgono della prossima caduta dei massi, ed alcuni sono così provvetti da prognosticare con sufficiente esattezza il momento in cui comincia il pericolo per essi. Allora abbandonano il loro posto nell'interno dei cunicoli per continuare dall'esterno, per mezzo di lunghe aste di legno portanti all'estremità una pala di ferro piegata ad angolo retto, lo scalzamento del terreno sottostante, e così continuano fino alla caduta del detto deposito, che si riduce per tal modo in pezzi di diversa grandezza. Da questi

(1) Al cimitero di Napoli ed alla Reggia di Capodimonte si nota qualche basamento e qualche lastra lucida che risulta di un magnifico effetto per i cristalli di leucite e di augite che sono resi visibili dal pulimento.

pezzi poi, mediante lo scalpello si ricavano pietre di forme e dimensioni convenienti per i diversi usi della pratica.

Il detto materiale, come si è già accennato, viene principalmente adoperato per lastricamento di strade, i lastroni che servono a tale scopo vengono localmente denominati *basoli* e si dividono in tre principali categorie: basoli di 1^a categoria detti anche di *conto*, la cui superficie è di circa un terzo di mq.; basoli di 2^a categoria, detti anche di *passa e non passa*, di superficie circa un quarto di mq., e finalmente basoli di 3^a categoria, denominati *basoli di scarto*, di superficie un ottavo di mq.

L'uso di questo materiale e la conoscenza delle sue buone qualità rimonta ad epoca molto remota, e per fermo le strade dell'antica Pompei sono in parte lastricate con la pietra proveniente dalle eruzioni del monte Somma, la quale poichè Pompei fu sepolta nell'anno 79 di C., dovette essere ricavata da deposito lavico di eruzioni avvenute molto tempo prima dell'era volgare.

VITRUVIO, nella sua pregevole opera sull'architettura, fa menzione delle buone qualità della buona pozzolana ricavata dal monte Vesuvio, ma non accenna per nulla alle pietre.

Per mostrare il largo impiego di questo materiale ricorderemo che le ferrovie napoletane si servirono in principio dello scorso secolo di blocchi di pietrarsa di forma grossolanamente a tronco di piramide per sostegno di cuscinetti; a tal proposito l'ing. STEFANO MILLOTTI (1) così si esprime:

« I massi di pietra sono di lava del Vesuvio di m. 0,60 di riquadratura per m. 0,30 di altezza, essi pesano circa kg. 281. »
 » I cuscinetti poi sono fissati sopra i massi per mezzo di due »
 » perni di ferro di m. 0,17 di lunghezza, e m. 0,017 di diametro, »
 » terminati con la punta a zeppa, e con una testa al disopra che »
 » serve a ritenere il cuscinetto: si praticano perciò nei massi dei »
 » buchi cilindrici di m. 0,036 di diametro, e m. 0,17 di profon- »
 » dità, nei quali si battono delle caviglie di legno, ed in queste »
 » caviglie poscia si ficcano i perni di ferro ».

Le buone qualità della pietrarsa come materiale di pavimentazione erano conosciute anche all'estero e da moltissimo tempo; infatti il RONDELET (2) dice: « On tire du Vésuve des laves grises, »
 » brunes et rouges, qui sont d'une grande dureté, et qui servent »
 » au même usage (pour le pavé); elles se trouvent par blocs ir- »
 » réguliers d'une grandeur moyenne ».

Oltre al Rondelet anche altri hanno citato e illustrato l'uso della lava vesuviana adoperata in lastroni per pavimentazione di strade; per non andar per le lunghe citeremo ciò che scrive il CAVALIERI DI S. BERTOLDO (3) a proposito delle strade: « In al- »
 » cune città delle strade sono coperte di lastricati, ossia di pavi- »
 » menti formati con grandi lastre rettangolari di pietre. L'occhio »
 » è sedotto dalla bella apparenza di detti pavimenti, ma questi »
 » hanno in sè tali difetti per cui la buona pratica ne vorrebbe »
 » proscritto l'uso ».

A questo punto si trova poi una nota del PISANI, commentatore dell'opera del Cavaliere, che si esprime: « Le strade di Napoli »
 » sono a letto ed il lastricato di pietra rettangolare ha m. 0,10 »
 » a m. 0,15 di spessore: esse poggiano sopra un letto di terra »
 » tufacea ben battuta e disposta con le connesse oblique alla »
 » direzione della strada. Per tutta la lunghezza vengono accom- »
 » pagnate da ambo i lati da marciapiedi che poggiano sopra muri »
 » di fabbriche in tufo vulcanico e contengono sotto dei condotti per »
 » i tubi del gas e per ricevere le acque piovane che si scaricano »
 » per alcune bocchette praticate nei fondi di essi. La pietra di »
 » di cui si fa uso è la lava del Vesuvio, detta volgarmente *pi-*

» *perno* (1), la quale siccome non è troppo dura come la sienite, »
 » il granito, ecc., non presenta gl'inconvenienti, di cui accenna »
 » l'autore. Questo sistema si è introdotto da pochi anni e fu ap- »
 » plicato la prima volta nella strada di Toledo, e siccome si è »
 » trovato molto utile oggi si vede applicato in diverse altre ».

La pietrarsa, per la sua elevata resistenza, per la quasi inalterabilità sotto l'azione degli agenti atmosferici e per tutte le altre buone qualità costruttive, viene largamente usata anche in altre regioni dell'Italia ed all'estero, dimodochè vi è larga e crescente esportazione di questa pietra fuori di Napoli. Le provincie dell'Italia meridionale nelle quali maggiormente viene adoperata, specie per lastricamento di strade e lavori marittimi, sono quelle di Terra di Lavoro, Foggia, Bari e Lecce; le più importanti spedizioni di basoli fuori d'Italia si fanno al Cairo in Egitto e a Corfù, senza citare altre regioni da cui, per usi limitati, si hanno piccole richieste. Ad ogni modo l'esportazione di tale pietra è oggi di molto aumentata, il che ha portato per logica conseguenza un relativo aumento di prezzo. Infatti, il costo attuale del basolato in Napoli, secondo il vigente capitolato per i lavori delle vie lastricate della città, è il seguente:

1°)	Basoli di 1 ^a classe	L. 8,80 a mq.
2°)	» » 2 ^a »	» 8,00 »
3°)	» » 3 ^a »	» 6,30 »

e questi prezzi sono alquanto superiori a quelli adottati fino a tre anni or sono.

Si è talvolta cercato in Napoli, ad istanza specialmente di qualche proprietario o rappresentante di altri materiali da costruzione, di fare prove per sostituire altro materiale alla pietrarsa nel lastricamento delle strade, ma dalle dette prove è sempre emersa la superiorità di questa sugli altri materiali consimili, sia per la facile posa in opera, sia per il prezzo come per il minor consumo e la maggior durata.

La superficie totale delle strade lastricate di Napoli ammonta a circa mq. 1 636 381 e la spesa annua che si paga dal municipio per i lavori di basolato è di circa lire 250 000, cioè lire 0,153 a mq.

Si sta ora cercando di servirsi di questo materiale anche nelle strade inghiaiate; infatti ultimamente l'ing. LUCA DI CASTRI (2) dell'ufficio tecnico del Municipio di Napoli, ha impiegata la scardolina vulcanica, ovvero il pietrisco derivante dalla dimazzatura della pietra vesuviana, mista a breccie calcaree, nel rapporto di due parti di pietrisco ed una di breccie, nelle strade inghiaiate del comune. Dagli esperimenti eseguiti il DI CASTRI ha osservato che il sistema da lui ideato presentava il vantaggio di minor consumo, per circa un terzo, il che importa minore produzione di polvere e fango e quindi minore spesa di manutenzione. I risultati ottenuti hanno indotto l'amministrazione comunale di Napoli ad eseguire saggi decisivi su più larga scala, che però non ancora possono dirsi compiuti.

*

Oltre ottanta sono le cave di pietrarsa coltivate nei vari comuni, che sono stati soggetti per il passato all'invasione delle lave, e principalmente S. Anastasia, S. Giorgio a Cremano, Portici, Resina, Torre del Greco, Torre Annunziata, Boscotrecase, Boscoreale e Terzigno.

Fra le dette cave, quella che fino a pochi anni or sono godeva maggior fama per la qualità della pietra che forniva, era la così detta « *Cava la Scala* » posta fra torre del Greco e Napoli a 2 km. dalla stazione di Torre del Greco verso Napoli, in prossimità della ferrovia ed in comunicazione con la strada provinciale. La lava che estraevasi dalla detta cava era molto compatta e resistente, ed

(1) Cfr. *Lezioni sulle strade di ferro*. — Napoli, 1840, pagina 141.

(2) Cfr. *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*. — Parigi, 1802 Libro 1, pag. 205.

(3) *Istituzioni di architettura pratica ed idraulica*. — Napoli, 1868, Vol. I, pag. 37.

(1) Il PISANI confonde il *piperno* che è una pietra ricavata dalle lave dei vulcani spenti dei Campi Flegrei, verso Pozzuoli, con la pietrarsa che è ricavata dalle lave del Vesuvio.

(2) Cfr. DI CASTRI L., *Impiego della scardolina vulcanica nella costituzione delle massicciate per le vie inghiaiate*. « Atti del R. Istituto d'Incoraggiamento di Napoli », 1903, Serie V, Vol. V, N. 5.

il capitolato del Municipio di Napoli richiedeva che i basoli per il lastricamento delle strade fossero estratti dalla detta cava. Questa però è quasi del tutto esaurita, ad eccezione di piccole porzioni poste sotto la strada provinciale e sotto edifici privati e pubblici.

Attualmente la cava più importante che fornisce basoli per il lastricamento di Napoli è quella detta « *Villa Inglese* » che trovasi fra Torre Annunziata e Napoli a monte della ferrovia al km. 16+355 della linea Napoli-Eboli, e per detta cava l'amministrazione delle ferrovie ha costituito apposita fermata di treni merci.

Altra cava di pietrarsa anche rinomata a Napoli è quella detta « *dei Camaldoli* » fra Torre del Greco e Napoli, che trovasi alle falde della collina dei Camaldoli a 4 km. a monte della stazione di Torre del Greco. La pietra che fornisce questa cava è anch'essa di ottima qualità e viene usata a preferenza per lavori sagomati (1).

*

Il primo che studiò la pietra che si ricava dalle lave in ordine alla sua resistenza, fu il RONDELET (2), il quale ci riferisce che per due saggi di pietrarsa trovò i seguenti risultati:

1° Peso di un metro cubo	kg. 2600,2
Carico di rottura allo schiacciamento per cm ² »	607,2
2° Peso di un metro cubo	» 2641,7
Carico di rottura allo schiacciamento per cm ² »	635,2

Non mancarono, dopo il RONDELET, altri sperimentatori, che si occuparono della stessa pietra. Il compianto prof. CLERICETTI (3) infatti, nel riportare i risultati di esperienze, sulla compressione delle pietre, istituite presso il R. Istituto Tecnico superiore di Milano, riferisce che la pietra vulcanica della *Scala* ha il peso di kg. 2748 a m³, la resistenza alla rottura di kg. 422,50 ed allo schiacciamento di kg. 711,33 per cm². I detti risultati, come riferisce SALMOIRAGHI (4), si sono ottenuti come media di 19 prove dirette.

Esperienze da noi eseguite nel laboratorio della Scuola di Applicazione degli Ingegneri in Napoli sopra pezzi di pietra di forma cubica, ben squadrate e con le facce opposte perfettamente parallele, hanno fornito una densità variabile da 2,75 a 2,78, ed una resistenza allo schiacciamento variabile fra un minimo di 460 ed un massimo di 623 kg. a cm², con un valor medio (risultante da ben 45 prove dirette) di kg. 519 a cm².

In vista dell'uso sempre crescente della lava vesuviana per mense, passaggi pensili ed in genere per altri lavori nei quali il materiale viene sollecitato alla flessione, abbiamo anche istituita una serie di esperienze diretta a ricavare il coefficiente di resistenza alla rottura totale per trazione e si è ricavato sopra 24 prove, che il predetto coefficiente è in media di kg. 62,4 per cm², compreso fra un minimo di 50 ed un massimo di 69 kg.

Tenuto presente che la pietra vesuviana è principalmente adoperata per pavimentazioni civili, abbiamo, a mezzo della macchina Dorry, sottoposti alle prove di logoramento per attrito diversi campioni, che hanno fornito un indice medio di usura 0,000690. Nelle diverse prove si è fatto in modo che la velocità della pista della macchina, la pressione esercitata sul saggio e la sabbia adoperata si siano mantenute costantemente uguali. Con questi elementi

(1) Prodotti secondari delle cave sono gli scheggioni, le scorie e le pomici. I primi (detti volgarmente scardoni) si usano per muri e fondazioni in siti umidi oltre che per pavimenti rustici. Le scorie invece si prestano benissimo per la formazione del calcestruzzo e per fondazione in acqua. Le pomici poi, a causa della non lieve leggerezza (Kg. 560 a 670 per m³) e della buona resistenza allo schiacciamento (Kg. 30 a 45 per cm²), sono largamente adoperate per costruzione di massetti di solai e per volte e mura riposanti sopra sostegni non molto solidi.

(2) Cfr. RONDELET, Op. cit., Vol. I, pag. 208.

(3) Cfr. CLERICETTI C., *Corso di Scienza delle costruzioni*. — Milano, 1876. Vol. I, pag. 54.

(4) SALMOIRAGHI Fr., *Materiali naturali da costruzione*. Milano, 1892, pag. 184.

costanti si sono eseguite anche prove comparative sul calcare di Trani, sul marmo comune e sull'ardesia, e si sono ottenuti per indici medi di usura i valori rispettivi: 0,002780; 0,002930; 0,008225. Come si rileva dai detti valori, il consumo di logorabilità per attrito della pietrarsa è uguale, a pari condizione di prova, a quasi $\frac{1}{4}$ di quello del calcare di Trani e del comune marmo bianco, ed a circa $\frac{1}{14}$ del consumo dell'ardesia.

In ultimo si è ricavata la porosità, in volume, della pietra in esame che è risultata del 6,59 % e la sua capacità di assorbimento in peso per l'acqua, che è stata di 1,6129 %.

Da tutte le citate esperienze di resistenza e dai caratteri fisici della tefrite leucitica del Vesuvio risulta giustificato il favore che da moltissimi anni viene ad essa accordato in date condizioni, e specialmente come materiale da pavimentazione.

ENRICO DE CONCILIIIS
ERNESTO ISÈ

BIBLIOGRAFIA

I.

Nozioni elementari sulla locomotiva delle strade

ferrate dell'ing. P. ACCOMAZZI. — 6^a ediz., riveduta dall'ing. E. GARNERI. — Un Volume in-8°, di pag. 255 e fig. 132 in XII tav. — Torino, Tip. Lit. Società Editrice Politecnica — L. 3,50.

Le pregevoli nozioni elementari sulla locomotiva del cav. ing. Pietro Accomazzi, ora capo della trazione e del materiale alla Direzione compartimentale delle Ferrovie di Stato in Genova, che videro la luce nel 1880 e servirono di guida a tutti i macchinisti dell'Alta Italia prima e della Rete Mediterranea poi, hanno ormai raggiunta la sesta edizione, per cura della Società Editrice Politecnica.

Questa nuova edizione si presenta riveduta e notevolmente ampliata per opera del giovane ispettore ing. Ercole Garneri, valente insegnante nelle Scuole Allievi-Fuochisti e tecnico valoroso.

Egli che, dimostrando conoscere a fondo l'argomento, dà nel suo breve lavoro notizia esatta e chiara di tutto quanto vi si riferisce, correda l'esposizione con tutte le novità e più recenti conquiste, illustrate da tavole numerose e ben disposte.

Tutto vi è trattato con quella sobrietà di calcolo e motivazione popolarmente ragionata, quale si addice alla speciale categoria di lettori cui è destinata l'opera; tutto vi è ricordato dalle più elementari definizioni, a tutti gli accessori ed alle complete particolarità di funzionamento, di condotta e di costruzione, che rendono sempre più facile, potente e veloce questo meraviglioso fattore moderno di commercio e di scambio tra i popoli.

Vi si accenna pure e lungamente alle locomotive *Compound* ed a quelle recentissime con vapore surriscaldato, con una elegante, circostanziata descrizione finale dei gruppi migliori di locomotive italiane, presentati con argomenti così chiari e persuasivi, da far emergere la bontà dei vari tipi ed i criteri pratici per ben valersene.

Siamo quindi sicuri che il favore largamente mantenuto a quest'opera, sarà conservato ed esteso, tanto più da coloro che intorno all'arte della locomotiva debbono apprendere utili e rapide nozioni o vi si debbono perfezionare, in parallelo ai continui progressi odierni.

N. P.

II.

MARCO PROF. FELICE. — *L'elettricità svelata. — Contributo all'interpretazione degli enigmi della fisica mediante l'ipotesi degli elettroni vorticosi.* — Vol in-8° piccolo, di pag. 227. — Torino, 1906, G. B. Paravia e C. — L. 2,50.

Fino a mezzo secolo fa gli studiosi dei misteri della creazione erano nettamente divisi in due campi: gli *spiritualisti* ed i *materialisti*. Illuminati i primi dalla luce della loro fede, suffragati i secondi dal progresso miracoloso, continuo delle scienze di osservazione, pareva che un abisso profondo, inevitabile, dovesse eternamente rimanere tra le due parti.

Quand'ècco il principio dell'unità delle forze fisiche, della trasformazione e dell'indistruttibilità delle energie, egualmente accettato dalle due parti, venire poco a poco a rendere meno spaventosa la voragine di quell'abisso. Ed a meglio conciliare le due parti, ecco ora una terza falange di studiosi, che diremo gli *eteristi*, i quali ci spiegano con scienza e coscienza, non meno sincera, che la materia ponderabile non esiste per sè, ma è solo una manifestazione del movimento della materia imponderabile che è l'etere; non è che l'effetto fisico-meccanico di vortici eterei, non è che un buco nell'etere.

*

L'esistenza dell'etere non è più una semplice ipotesi; ma essa è un fatto positivo, acquisito alla scienza, e che ci è svelato anche quantitativamente da esperienze ottiche ed elettriche.

L'etere è il mezzo che riempie tutto lo spazio indefinito e che serve alla propagazione della luce; infinitamente più fluido di tutti i fluidi da noi conosciuti, un fluido perfetto, la cui natura non deve essere creduta inaccessibile alla mente umana; perchè la mente umana ne ha svelata l'esistenza, e razionalmente deve ammetterlo costituito di particelle semplici, indivisibili e distinte, poichè contro l'ipotesi della continuità dell'etere stanno le dimostrazioni matematiche di Poisson e di Cauchy, secondo cui un mezzo continuo, ossia non costituito da particelle distinte, non può eseguire vibrazioni. Invece, ci è forza ammettere le particelle dell'etere in continuo e rapidissimo moto progressivo colla media velocità di 450 milioni di metri al secondo, perchè a questa velocità può essere soltanto dovuta quella grandissima sua forza elastica, che non potrebbero avere le sue particelle distinte, appunto perchè semplici e dure.

Dalla energia cinetica del moto progressivo delle particelle di un fluido, nasce intanto l'energia cinetica del moto vorticoso, e secondo la teoria matematica dell'Helmholtz, un anello vorticoso prodotto in un fluido perfetto continuerebbe a sussistere per un tempo indefinito, cosicchè mentre a noi sarebbe impossibile produrre, con mezzi meccanici, anelli vorticosi in tale fluido, ci sarebbe anche impossibile distruggerli se ve ne esistessero.

Questi anelli vorticosi assumono in virtù della grande rapidità del loro moto una materiale consistenza; essi presentano cioè rigidità ed elasticità, come se fossero corpi solidi, e come corpi solidi si spostano nel mezzo etereo nel quale hanno avuto origine, e quasi avessero le loro particelle indissolubilmente unite da una forza, la quale non è che l'effetto del movimento vorticoso da cui sono animate. Certe trombe marine nelle quali si notano molteplici movimenti come se fossero corpi solidi, rigidi e compatti, i grandi cicloni atmosferici, sono esempi analoghi e ben noti di ciò che avviene nel centro di tutti i fluidi animati da rapido moto rotatorio.

Questi vortici eterei, a cui i fisici moderni hanno dato il nome di *elettroni* (o ioni elettrizzati) possono poi essere in eccesso od in difetto di pressione rispetto all'etere nel quale esistono; e da ciò è motivata la carica elettrica di ciascun elettrone, ed è spiegata la differenza medesima fra l'elettricità positiva e la negativa, essendo i due stati elettrici il risultato di tale squilibrio di pressione, o per eccesso o per difetto.

Questi elettroni intanto non posseggono altra massa che quella che essi mostrano di avere in causa del loro movimento e della loro carica. La massa, ossia la resistenza al moto, deriva dal moto vorticoso degli elettroni, in quella stessa guisa che la resistenza del giroscopio o della bicicletta a spostarsi in direzione perpendicolare al piano di rotazione, nasce dal moto di rotazione medesimo per legge naturale d'inerzia.

Quanto alla forma, è verosimile che gli elettroni assumano la forma sferoidica di equilibrio, quella cioè dell'ellissoide che si appiattisce sempre più quanto più velocemente gira.

E quanto alle dimensioni, si calcola che il diametro medio degli elettroni supposti sferici sia di 2,8 bilionesime parti di

millimetro, cioè circa 1 milione di volte minore di quello della molecola, che, come si sa, è di qualche decimilionesimo di millimetro.

In perfetto accordo colle leggi moderne della chimica, della cristallografia, ecc., noi possiamo ancora considerare l'*atomo* della materia ponderabile, l'atomo chimico, come costituito da un sistema di elettroni disposti gli uni accanto agli altri secondo figure geometriche e secondo leggi di meccanica; a quel modo stesso con cui consideriamo la *molecola* come costituita da un sistema di atomi.

Gli atomi adunque non sarebbero che sistemi di elettroni, e le loro differenze chimiche deriverebbero soltanto dal diverso numero e dal diverso modo di aggregazione degli elettroni costituenti.

Altro concetto fondamentale della moderna teoria degli elettroni è poi la immobilità relativa dell'etere; esso cioè non partecipa al moto dei corpi; ciò che si trasporta è solo il moto vorticoso, ma non l'etere; si ha cioè un fenomeno analogo a quello della propagazione delle onde sull'acqua, in cui è la forma della superficie che muta luogo e non la massa liquida che si sposta.

Queste, in brevi parole, sono le idee fondamentali della moderna ipotesi degli elettroni vorticosi.

*

L'egregio professore emerito di fisica Marco dott. Felice, che di questa ipotesi ebbe una visione chiara e completa prima ancora di conoscere che essa era già da qualche tempo oggetto di attenzione ed esame in altri paesi, si propone nel libro che abbiamo il piacere di annunciare ai lettori, di spiegare con quella semplicità e chiarezza che lo distinguono e con vero lusso di citazioni autorevoli, come l'ipotesi degli elettroni vorticosi si accordi benissimo colla struttura granulare della materia ponderabile; colle leggi dell'attrazione atomica, molecolare, ed universale; coi fenomeni della elettricità in tensione, della corrente elettrica, del magnetismo; coi fenomeni calorifici e luminosi, e quelli ben più misteriosi e complessi della radioattività. Ed anzi, mentre la nuova dottrina della radioattività parrebbe scuotere i principi dell'indistruttibilità della materia, e della conservazione dell'energia, che furono finora i fondamenti della chimica e della fisica, il prof. Marco dimostra che l'ipotesi degli elettroni vorticosi permette di estendere quei principi dalla materia ponderabile all'imponderabile, nel senso che la somma totale delle particelle dell'etere e dei loro movimenti rimane costante malgrado una metamorfosi continua della forma imponderabile nella ponderabile e da questa in quella; onde il prof. Marco non dubita di dare alle ultime pagine del suo libro una forma che non sapremmo dire se più poetica o più filosofica, spiegandoci come l'ipotesi degli elettroni vorticosi si accordi col concetto unitario o monistico della natura di Haeckel, secondo il quale tutta la materia è animata, e non esiste differenza sostanziale fra corpi viventi ed i corpi inorganici od inanimati, la differenza essendo solo di grado. Il prof. Marco spiega perfino colla ipotesi succennata, come sia possibile la nascita, la vita, la morte e la risurrezione della materia ponderabile mediante l'eterno movimento dell'imponderabile. Dopo la morte di un organismo, la energia cinetica de' suoi elettroni ritorna all'etere dal quale poi trapassa in altri organismi.

Il prof. Marco, che è una mente studiosa, coscienziosa e fine, parla in tutto il libro, in ogni pagina, per mezzo di citazioni continue di centinaia di scienziati, succedentisi le une alle altre, ma tutte ordinate e coordinate allo scopo che si è proposto di raggiungere ed a cui va diritto, con chiarezza e semplicità di metodo, con stile facile e piano; conciso nelle sue argomentazioni, stringato nelle sue conclusioni. L'operetta della quale abbiamo brevemente discorso, è lavoro profondamente meditato e come tale, esso merita di essere letto ed esaminato dagli studiosi.

Ing. G. SACHERI.

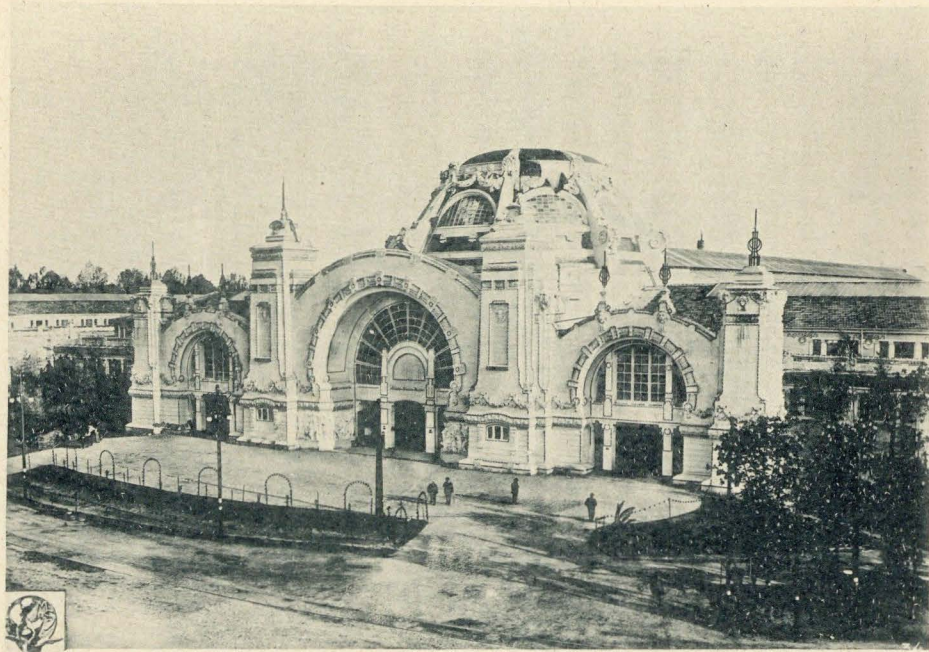


Fig. 1. — Galleria del lavoro.
Ing. Bianchi, Magnani e Rondoni.

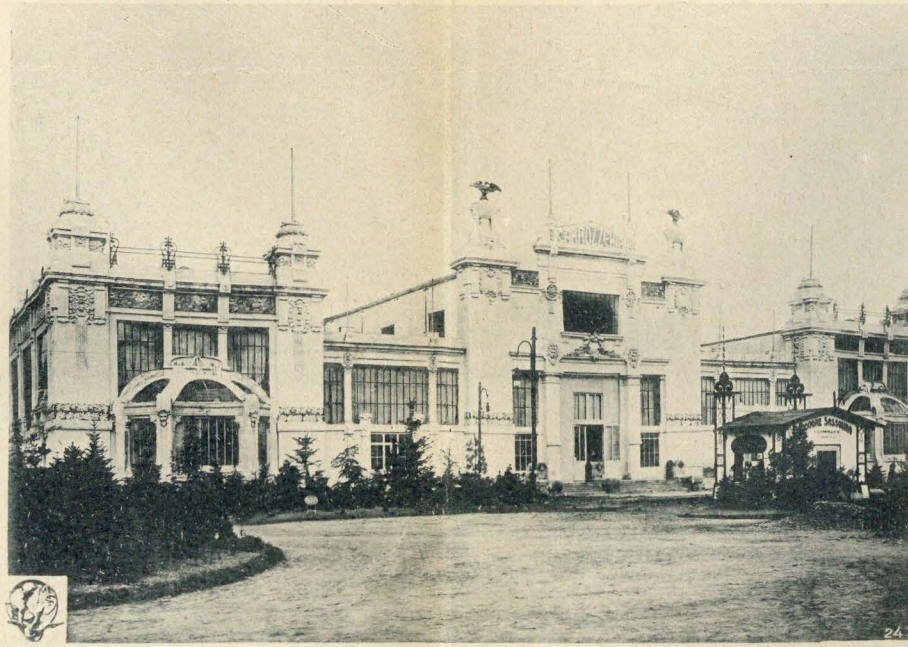


Fig. 2. — Carrozzeria.
Ing. Bianchi, Magnani e Rondoni.



Fig. 3. — Automobilismo.
Ing. Bianchi, Magnani e Rondoni.



Fig. 4 — Apparecchi di sollevamento.
Arch. Bergomi.



Fig. 5. — Marina.
Ing. Bianchi, Magnani e Rondoni.

(da fotografie della Società Editrice Foto-Eliografica).

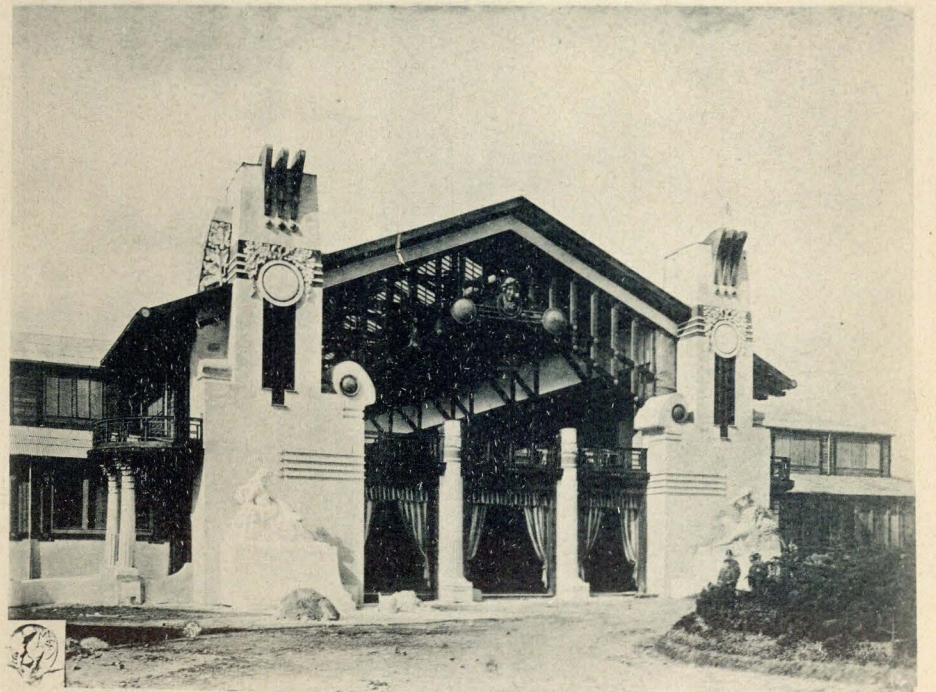


Fig. 6. — Agraria.
Arch. Bonghi.

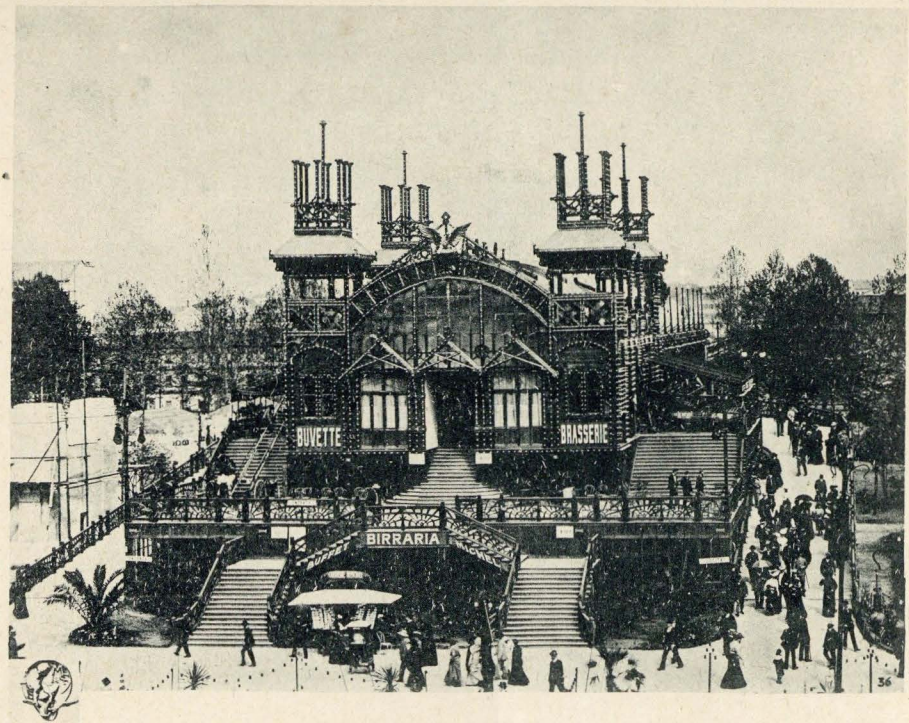


Fig. 1. — Stazione ferrovia elettrica.
Ing. Bianchi, Magnani e Rondoni.



Fig. 2. — Padiglione del Belgio.
Arch. Henry Vaes.

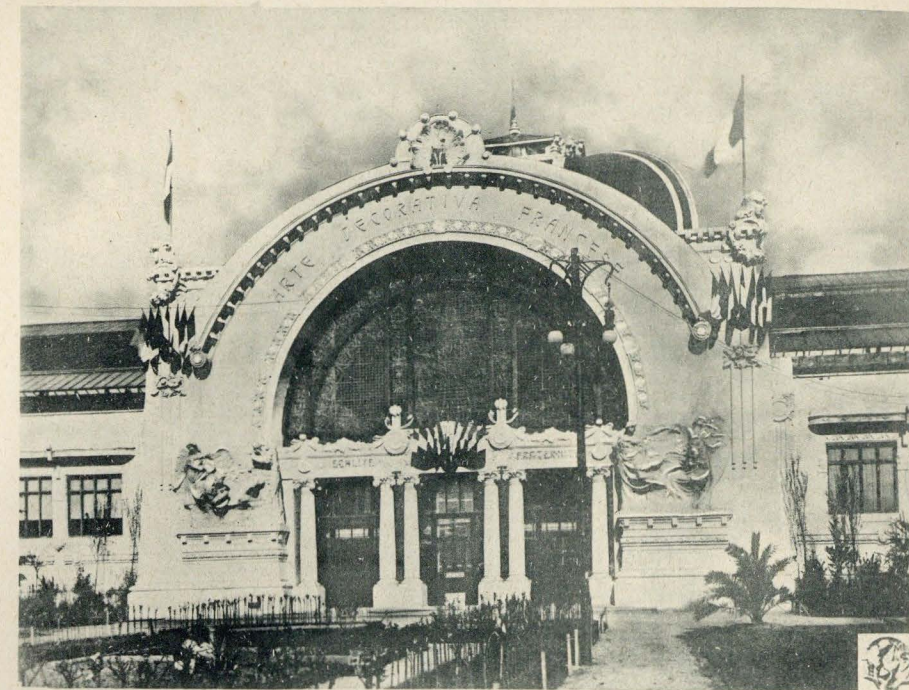


Fig. 3. — Arte decorativa francese.
Arch. Bonghi.



Fig. 4. — Areonautica.
Ing. Bianchi, Magnani e Rondoni.

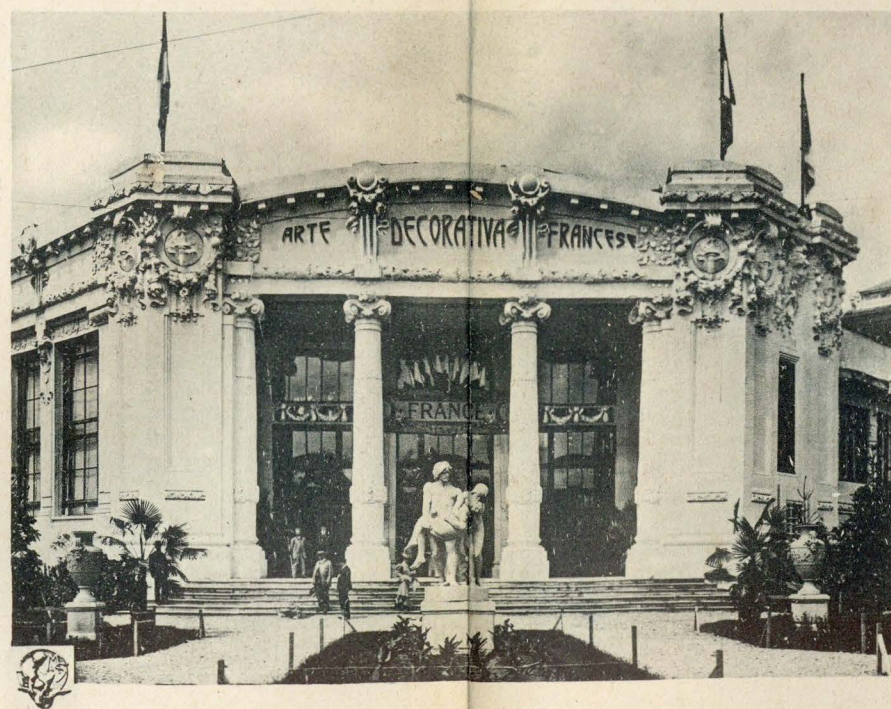


Fig. 5. — Arte decorativa francese (testata).
Arch. Bonghi.

(da fotografie della Società Editrice Foto-Eliografica).



Fig. 6. — Igiene.
Arch. Bonghi.