

# L'INGEGNERIA CIVILE

## LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

*Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori.*

### COSTRUZIONI FERROVIARIE

**STRADA FERRATA  
DA CLERMONT-FERRAND A TULLE  
CON DIRAMAZIONE PER VENDES (FRANCIA)**

*per l'Ing. G. CRUGNOLA*

*Viadotto di Granges a tre archi con passaggio inferiore di tre metri al picchetto 500 + 17<sup>m</sup>,00 (Chil. 9,340,50 della diramazione).*

Vedasi la Tavola V

Il viadotto di Granges a tre archi è la prima opera d'arte eccezionale che si incontra sulla diramazione per Vendes, esso viene dopo la stazione di St. Etienne-aux-Clos, a circa 600 metri dal sotterraneo di Froide-Maison, e precede di pochi metri (40 m.) l'altro sotterraneo detto della Randonnière. Esso riunisce la riva destra del Chavanon alla sinistra, e siccome questo fiume costituisce il limite fra i due

dipartimenti di Corrèze e del Puy-de-Dôme, così il ponte si trova essere l'anello di riunione fra essi.

Il fiume in questo punto, dopo di avere continuato il suo corso verso sud, percorre una lunga curva e ritorna quasi su se stesso in direzione nord-nord-ovest, per poi descrivere un'altra lunghissima curva e riprendere la propria direzione verso sud, correndo parallelamente al tracciato, che raggiunge verso il chilometro 10+200 m. prima che la linea s'interni nel sotterraneo di Mercoeur. Questa circostanza permetteva di attraversare il fiume normalmente; però siccome gli acquapendenti delle due sponde sono ripidissimi, così riusciva difficile il progettare un manufatto economico che potesse soddisfare alle esigenze del tracciato.

Infatti diversi furono i progetti studiati fino dal 1874. Nel primo progetto del 1874 si era proposto un viadotto con 5 archi di 18 metri di luce ciascuno; con un secondo progetto di 3 archi di 24 metri di luce, si teneva conto di una proposta fatta dall'Impresa; e finalmente erasi pure studiato un terzo progetto di ponte a due archi di 9 metri di luce ciascuno, modificando però il tracciato, senza di che sarebbe riuscito impossibile di ridurre in tal modo il numero degli archi.

Le spese per ciascuno di questi tre progetti sono riasunte nello specchio seguente:

INDICAZIONE dei progetti	Lunghezza dei parapetti	Superficie libera pel passaggio delle acque	Superficie vista del manufatto	Cubo totale della muratura	Superficie contata sulla sezione		Prezzo della unità		Cubo dei movimenti di terra agli accessi	Prezzo dell'unità dei movimenti di terra	COSTO				
					prima di portarvi le terre	dopo la esecuzione dei rilevati	per m. q.	per m. c.			della muratura		dei movimenti di terra	totale del manufatto calcolandolo	
											al m. q. secondo la col. 6 <sup>a</sup>	al metro cubo		al metro quad.	al metro cubo
					6	7	8	9			12	13	14	15	16
N. 1. Viadotto di 5 archi di 18 metri di luce. . .	106.00	57.00	3500.00	4700.00	2500.00	2200.00	130	40	sterro 8000	3,20	325000	188000	25600	350600	213600
N. 2. Viadotto a 3 archi di 24 metri di luce. . .	82.20	61.00	3500.00	7000.00	2200.00	»	130	40	sterro 8000	3,20	286000	280000	25600	311660	305600
N. 3. Ponte a 2 archi di 9 metri di luce. . . . .	»	44.00	»	4500.00	»	»	»	40	rialzo 70000	1,50	»	180000	105000	»	310600

Il prezzo di 40 lire per metro cubo (colonna 9) adottato, non era mai stato oltrepassato sulle linee di Murat a Vic sur Serre e di Arvant a Murat della Compagnia d'Orléans, per cui sembrava un prezzo regolare. Pei movimenti di terra, si fece L. 3,20 per lo sterro e L. 1,50 per le terre di imprestito destinate ai rilevati d'accesso.

Dalle cifre contenute nel quadro suddetto risulta:

I. Che il progetto n. 1 realizza per l'attraversamento del Chavanon la maggiore economia di costruzione (colonne 5 e 6).

II. Che il progetto n. 2 a tre archi richiede in causa dei muri d'ala un cubo di muratura di metà superiore agli altri due progetti n. 1 e 3 (colonna 5).

III. Che il ponte a due archi necessita un cubo di muratura approssimativamente uguale a quello del progetto n. 1, ammettendo, pei rilevati d'accesso, delle scarpate con uno di base per uno di altezza (colonna 5); ma il manufatto così costruito richiede un imprestito di 70000 metri cubi, se alle scarpate si assegna l'inclinazione di 45°, e di 90000 metri cubi, se l'inclinazione delle scarpate si

fa con tre di base per due di altezza il che sembra più probabile trattandosi di terre di riporto.

A queste circostanze risultanti dallo specchio riportato, aggiungeremo altre considerazioni suggerite dall'esame del progetto, le quali sconsigliavano affatto il n. 3 perchè facevano temere che le spese complessive per l'attraversamento del Chavanon, dovessero essere di molto maggiori di quelle richieste dagli altri due progetti. Infatti l'altezza enorme che venivano ad avere i rilevati d'accesso, ispirava dei timori per la solidità del manufatto, poichè generalmente in tali condizioni si eseguono degli archi ciechi, appunto per evitare la spinta delle terre riportate, ed il progetto n. 3 non ne prevedeva punto. Aggiungasi che le fondazioni della pila e delle due spalle venivano a trovarsi nel letto del fiume, circostanza questa che avrebbe certamente reso difficili i lavori, e quindi costosi.

Non potendo però la Direzione decidersi pel progetto n. 1, che pure sembrava il più conveniente, fece studiare un quarto progetto, il quale è appunto quello che fu eseguito e che trovasi rappresentato nella tavola V, dalle fig. 1-10. Esso consta di un arco centrale con 18 metri di luce, elevato sopra due pile aventi un'altezza di tre metri sul fondo del fiume, e di due archi laterali di 12 metri di luce ciascuno, colle imposte situate l'una a metri 3,42, l'altra a metri 2,88 al disopra delle imposte dell'arco centrale.

Per rispetto al tracciato della linea il ponte si trova parzialmente (dal lato Eygurande) in una curva di raggio uguale a 250 metri, e in un rettilineo dal lato Vendes. L'arco della sponda destra per intero e l'arco centrale sopra una lunghezza di m. 6,59 si trovano compresi in questa curva. Per mantenere la distanza normale di m. 1,50 fra la rotaia esterna e il parapetto, si è dovuto allargare di m. 0,09 la parte destra del manufatto ed aprire di m. 0,87 alla sua estremità il piano della fronte a valle del primo arco di sponda.

Cionullameno, siccome l'angolo di allargamento era solo di 3°,15', così lo sbieco riusciva piccolissimo e non fu perciò necessario di tenerne conto, fu dunque possibile di conservare al volto l'apparecchio retto.

I parapetti sono di ferro e ghisa, e distano fra loro di m. 8,09; solo dal lato Eygurande all'estremità, per effetto della curva, si allontanano fino a m. 8,96.

La lunghezza totale del manufatto è di m. 52,40 e l'altezza massima al disopra del letto del fiume è di m. 13,83.

Il ponte si trova in una pendenza verso Vendes di m. 0,015 per metro.

L'arco dal lato Eygurande serve anche a dar passaggio alla strada di St. Etienne al molino di Granges, strada di soli 3 metri di larghezza. L'arco centrale di 18 metri serve solo al passaggio dell'acqua ed ha un'altezza in chiave di m. 12,08 al disopra del letto del fiume, ossia di m. 11,58 al disopra delle magre ordinarie. Tutti e tre gli archi sono a pieno centro.

Per determinare la sezione libera del manufatto si è osservato, che a soli 2 chilometri e 900 metri più a monte esiste un ponte sul Chavanon per uso della strada vicinale che da St. Etienne-aux-Clos conduce a Savennes e che il medesimo si compone di tre archi, di m. 7,60 di apertura ciascuno; quindi con una luce complessiva di m. 22,80; il quale bastò sempre al passaggio delle massime piene del fiume conosciute. Ora il ponte da costruirsi ha un arco centrale di 18 metri di luce, con tre metri circa d'altezza di piedritti; si è quindi ritenuto potesse bastare. D'altra parte calcolando il rigurgito colla nota formola, si è trovato che le acque nelle massime piene conosciute verrebbero a raggiungere la quota di m. 573,50 per il che l'altezza dei piedritti fu fissata a m. 574,08 lasciando un franco di m. 0,58.

Esaminiamo ora le principali dimensioni del manufatto. L'arco centrale di 18 metri di luce ha uno spessore in chiave di m. 0,86, il quale va aumentando verso le pile, con un raggio di estradosso di m. 11,90 fino a 36° di grandezza angolare, da dove poi la superficie di estradosso continua secondo la tangente, fino ad incontrare la superficie di estradosso dell'arco precedente, e rispettivamente dell'arco successivo.

Gli altri due archi di 12 metri di luce ciascuno hanno una grossezza in chiave di m. 0,71; questa grossezza va aumentando verso le imposte in modo analogo a quello adottato per l'arco centrale; infatti la superficie di estradosso si disegna secondo un arco di raggio uguale a m. 7,90 fino a 40°, 30' di grandezza angolare da un lato della verticale passante per la chiave, indi segue la tangente in questo punto, da una parte, fino ad incontrare la superficie di estradosso dell'arco centrale, dall'altra parte fino all'incontro del muro esterno della spalla, che dalle fondamenta si eleva con una inclinazione di 1/10.

In tal modo le pile vengono ad avere una grossezza di 3 metri, e di m. 2,80 alle imposte dell'arco maggiore, e le spalle una grossezza di m. 2,30 nel punto dove cessa la cappa, e di m. 2,90 l'una e di m. 2,15 l'altra alle imposte.

Le dimensioni suddette furono verificate mediante la curva delle pressioni, dalla quale risultò inoltre:

1° Che la curva delle pressioni taglia tutti i giunti e non i loro prolungamenti.

2° Che le pressioni riferite all'unità di superficie in ciascun giunto presso lo spigolo il più vicino della curva, sono inferiori a 10 chilog. negli archi e a 12 chilog. nelle pile e nelle spalle; limiti corrispondenti a quelli che comportava la resistenza dei materiali da adoperarsi nella costruzione del ponte.

I valori adottati corrispondono pure a quelli forniti dalla nota formola di Dupuit che è il risultato dell'esame di un gran numero di ponti costruiti; infatti secondo la medesima si ha per l'arco centrale

$$g = 0,20\sqrt{18} = 0,84,$$

e per gli archi laterali

$$g = 0,20\sqrt{12} = 0,69;$$

mentre le grossezze rispettive degli archi sono m. 0,86 e m. 0,71 come si è detto.

Per lo spessore delle volte alle imposte abbiamo pure voluto verificare le dimensioni scelte colle note formole empiriche. La più antica, ed una delle migliori, è quella che fa crescere lo spessore dell'arco in modo che la proiezione verticale di tutti i giunti resti di altezza costante in ogni punto, ed uguale alla grossezza dell'arco in chiave, vale a dire

$$g_1 = \frac{g}{\cos \phi}$$

dove  $g_1$  e  $g$  rappresentano gli spessori nel giunto considerato, ed in chiave;  $\phi$  l'angolo dello stesso giunto col piano verticale passante per la chiave. Siccome pel valore di  $\phi = 90^\circ$ , ossia per un'ampiezza angolare di  $180^\circ$  corrispondente all'arco in pieno centro, il valore di  $g_1$  diventa infinito, così l'uso della formola suddetta deve restringersi dentro certi limiti, i quali vengono determinati dall'esame stesso della formola, vale a dire che la si adotterà solo per quelle sezioni comprese in un'ampiezza angolare non superiore a  $120^\circ$ , ossia sino alle sezioni che fanno col piano verticale passante per la chiave l'angolo di  $60^\circ$ , le successive possono considerarsi come formanti parte delle pile o spalle.

Nel caso concreto l'estradosso dell'arco centrale termina

appunto alla sezione che forma col piano verticale della chiave l'angolo di  $56^{\circ} 1' 36''$ : si avrà quindi

$$g_1 = \frac{0,86}{\cos 56^{\circ} 1' 36''} = 1,539,$$

mentre lo spessore in quello stesso punto è di m. 2,00.

Per gli archi laterali, dal lato Eygurande si hanno due sezioni con angoli diversi per rispetto al piano verticale della chiave, per quella corrispondente alla spalla si ha

$$\phi = 70^{\circ} 59'$$

per l'altra corrispondente alla pila

$$\phi = 74^{\circ} 1' 36'',$$

ambidue superiori al limite ammesso di  $60^{\circ}$ ; per cui la formula non darebbe più valori buoni, ma superiori ai veri. Tuttavia abbiamo voluto calcolarli a titolo di curiosità e si è trovato per

$$\phi = 70^{\circ}, 39' \quad g_1 = 2,14$$

e per

$$\phi = 74^{\circ}, 01', 36'' \quad g_1 = 2,57.$$

Ora i valori adottati sono rispettivamente:

$$g_1 = 2,30 \quad \text{e} \quad g_1 = 2,45,$$

per cui l'arco è perfettamente stabile.

Analogamente per l'arco dal lato Vendes si hanno pure due valori di  $\phi$ , e cioè dal lato della pila:

$$\phi = 72^{\circ};$$

e dal lato della spalla:

$$\phi = 71^{\circ}, 06',$$

ai quali corrispondono due valori diversi per  $g$ , vale a dire:

$$g_1 = 2,297 \quad \text{e} \quad g_1 = 2,194,$$

mentre i valori adottati sono rispettivamente:

$$g_1 = 2,45 \quad \text{e} \quad g_1 = 2,20.$$

Per le pile si usa prendere metà della grossezza delle spalle: ora, noi abbiamo invece una grossezza superiore a quella delle spalle, in causa delle condizioni speciali in cui si trova l'arco centrale, ed anche perchè la curva delle pressioni richiedeva un tale spessore.

Per le altre parti del viadotto, le figure della Tav. V, colle molte dimensioni di cui sono corredate, danno una idea chiara, e mostrano tutte le particolarità dell'intera costruzione, nella scala di  $0^m,005$  per metro. Nella fig. 1<sup>a</sup> si ha il prospetto del viadotto visto dalla parte a valle; dalla medesima si scorgono pure i rivestimenti di muratura, fatti alle sponde, per meglio guidare le acque del fiume; quello dal lato Eygurande serve inoltre a proteggere il rilevato della strada che passa sotto l'arcata sulla ripa destra. Le scarpate dei rilevati d'accesso furono previste a  $45^{\circ}$  e rispettivamente a  $\frac{5}{4}$ ; si dovettero però rivestire completamente di zolle erbose.

La fig. 2 rappresenta la sezione longitudinale dell'edificio; in essa scorgesi pure la cappa e le disposizioni adottate per lo scolo delle acque di filtrazione, nonchè la profondità delle fondazioni tanto delle spalle, quanto delle pile.

Il piano del viadotto visto dal disopra fu disegnato nella fig. 3, la quale mostra chiaramente il piccolo allargamento dei muri dal lato verso Eygurande, per tenere conto della curva di raggio 250 metri in cui si trova il viadotto.

Le fig. 4, 5 e 10 mostrano con sezioni verticali secondo

le lettere A B C D la prima, E F G H la seconda e I J K L l'ultima, indicate nel piano (fig. 3), le particolarità d'esecuzione di tutte le parti componenti il manufatto. Infatti la fig. 4 sega l'arco laterale dal lato Eygurande fino all'asse, e continua in appresso all'estremità del muro andatore o piuttosto della spalla, non avendo il viadotto muri andatori propriamente detti. La fig. 5 è una doppia sezione su una pila e sull'arco centrale; la fig. 10 è pure una doppia sezione sull'arco laterale dal lato Vendes e sull'estremità della sua spalla.

Nelle fig. 6, 7, 8 e 9 si sono disegnate delle sezioni trasversali in piano all'altezza delle rispettive imposte di ciascun arco, vale a dire, secondo le linee MN, OP, QR e ST della fig. 2.

La natura dei materiali impiegati è la seguente:

Per le fondazioni delle pile e delle spalle si era previsto un massiccio di calcestruzzo sul quale si dovevano stabilire due strati di pietra da taglio grezza; ma per le ragioni già addotte (*Ingegneria Civile*, anno 1884, pag. 149), si sopresse il calcestruzzo, sostituendo una buona muratura di pietrame con calce idraulica, appoggiata direttamente sul terreno sodo, e rinchiusa da un rivestimento di grosse pietre da taglio grezze. La risega, come risulta anche dalle figure 2 e 5, doveva trovarsi a m. 0,50 al disotto delle magre.

Le pile si costruirono di muratura di pietrame ordinario scelto, con malta di calce idraulica, e furono rivestite di pietrame scarpellato con rientranze di m. 0,35 e m. 0,50. Per gli archivolti si adoperarono conci di pietrame lavorato, senza legame colla muratura dei timpani; e questi stessi conci si continuarono negli angoli delle pile e delle spalle per la parte non coperta dalle terre.

Le superficie di intradosso delle arcate furono eseguite in conci di pietrame scarpellato; e i rivestimenti dei timpani e dei muri andatori in pietrame picchiato ed assetato a mosaico.

La fascia d'imposta dell'arco maggiore, gli angoli delle pile al disotto di questa fascia e la cornice di coronamento furono eseguite in pietra da taglio. Tutto il resto dell'edificio è in muratura di pietrame ordinario.

La cappa coprente la volta ed i timpani, per preservarli dai danni che vi potrebbe apportare l'umidità che attraversa l'inghiaiato ed il riempimento sottostante, fu eseguita con malta di calce idraulica e con uno spessore di m. 0,08.

Il riempimento fra le superficie d'estradosso e dei timpani si eseguì con terre ghiaiose per diminuire la spinta che potrebbe esercitare contro le murature.

La calce prescritta era tutta idraulica e doveva provenire, come per gli altri manufatti, dalla fabbrica di Joze e pesare 750 chilogrammi per ogni metro cubo. L'impresa propose una calce di altra fabbrica, proveniente da Sauterres (Montardier) nel dipartimento della Dordogna, la quale fu ammessa dopo averla esaminata accuratamente.

Il risultato di questo esame, fatto anche per determinare all'impresa le proporzioni da impiegarsi, può riassumersi qui appresso. La calce era stata ridotta in polvere da opportune macine. Pesava da 700 a 710 chilogrammi il metro cubo, il che faceva supporre che contenesse molte parti non ben cotte; ridotta in polvere per immersione, (si è scelto questo procedimento perchè le parti mal cotte non si riducono in polvere), pesava da 650 a 670 chilogrammi.

La contrazione della calce in polvere non assetata, nel trasformarla in pasta secca, era di 15 a 18 % del suo volume primitivo.

Vuoti riconosciuti nella sabbia, 0,32 del proprio volume.

Ora, secondo i dati della Camera sindacale degli im-

prenditori di Parigi, occorre per fare un metro cubo di malta idraulica:

m. c. 0,900 di sabbia fina  
» 0,450 di calce

Totale m. c. 1,350.

Dalle esperienze fatte sopra luogo ho riconosciuto che 1000 litri di sabbia secca, assorbono 350 litri d'acqua e danno 750 litri di sabbia bagnata.

1000 litri di calce assorbono 380 litri d'acqua e danno 820 litri di calce secca in pasta.

Mischiando

666 litri di sabbia  
333 litri di calce

si hanno 1000 litri

e secondo le proporzioni precedenti si avrà per la sabbia un assorbimento di acqua di . . . . . litri 213  
e per la calce un assorbimento di . . . . . » 126

In tutto . . . . . litri 339

e il volume sarà di 771 litri di malta.

Per conseguenza per fare un metro cubo di malta occorrerebbe colla calce e sabbia di cui sopra, un volume primitivo di:

$$\frac{1000}{0,771} = 1284 \text{ litri}$$

in luogo dei 1350 indicati dalla Camera sindacale degli imprenditori di Parigi.

Ho riconosciuto che la differenza proveniva innanzi tutto dalla imperfezione degli esperimenti, che furono eseguiti sopra quantità troppo piccole; indi dal fatto che ha luogo una certa penetrazione della calce nella sabbia e un'eliminazione di una quantità corrispondente d'acqua, di cui non si è tenuto conto nei calcoli esposti.

Il progetto del viadotto fu comunicato all'Impresa il 31 marzo 1878, con un ordine di servizio indicante le diverse nature di materiali da adoperarsi.

L'Impresa cominciò dal costruire un ponte di servizio accessibile ai soli pedoni, per uso degli operai che dovevano passare da una sponda all'altra; le piene del 27 dicembre 1878 e dell'8 gennaio 1879 lo portarono via completamente. Venne allora ricostruito verso il 15 di gennaio e gli si assegnò una larghezza di 3,00 metri, per potervi fare passare anche i veicoli che dovevano trasportare i legnami per le centine.

Gli scavi per le fondazioni si incominciarono e finirono come segue:

Designazione dello scavo	Data in cui fu cominciato	Data in cui fu finito	Quota a cui si è disceso
Spalla verso Eygurande . .	6 luglio 1878	27 luglio 1878	570,88
Pila verso Eygurande . . . . .	id.	10 agosto 1878	568,98
Pila verso Vendes 8	id.	27 luglio 1878	569,64
Spalla id. 29	id.	13 agosto 1878	575,36.

Gli aggettamenti richiesero per le pile il lavoro continuo giorno e notte, di due trombe a vapore.

Le murature si principiarono per ciascuna fondazione appena ultimato lo scavo, e vennero eseguite fino a 2 m. al disopra della risega per le pile, prima della fine del mese di novembre; epoca (23 novembre) in cui venne sospeso ogni lavoro pel rigore della stagione.

Durante l'inverno si continuarono gli scavi della deri-

vazione del Chavanon, e gli ammanimenti. I lavori non furono ripresi che tardi nella stagione successiva, verso il 9 giugno 1879; vennero però condotti con molta attività, cosicchè il 26 luglio si era già ultimata la posa delle centine; ed il 6 agosto si chiuse il primo arco dal lato Eygurande: gli altri due vennero chiusi l'11 dello stesso mese. Il disarmo ebbe luogo il 19 agosto, e gli abbassamenti osservati risultarono definitivamente come qui appresso:

Per l'arco laterale Eygurande . . m. 0,031  
» centrale di 18 m. di luce » 0,057  
» laterale Vendes . . . » 0,028.

Il resto della muratura pei timpani fu continuato alacremente e ultimato il 6 settembre 1878. Il 14 dicembre 1880 solamente si fecero i fori per fissare i ritte del parapetto, il quale fu ultimato di posare l'8 febbraio 1881.

Il manufatto fu eseguito in buonissime condizioni, come risulta anche dai rapporti ebdomadari dei due assistenti della Compagnia che vi assistevano costantemente.

Le quantità principali di lavoro eseguito possono riassumersi come segue:

Scavo . . . . .	M. c.	537,30
Muratura generale d'ogni natura . . . . .	»	1574,75
di cui:		
In pietrame ordinario . . . . .	M. c.	1142,53
Id. scalpellato a mosaico » . . . . .	»	83,34
Id. lavorato in conci alla martellina . . . . .	»	227,20
In pietra da taglio . . . . .	»	90,74
In pietra da taglio grossolanamente lavorata . . . . .	»	30,94

ossia in totale . . . . M. c. 1574,75.

Il cubo suddetto si può dividere ancora nelle due categorie seguenti:

Muratura di fondazione . . . . .	186,65
Muratura in elevazione . . . . .	1388,10

totale, come sopra . . . M. c. 1574,75.

Ghisa per lo scolo delle acque di filtrazione	Chg.	143,00
Ghisa pei parapetti . . . . .	»	839,80
Ferro » . . . . .	»	1951,82

La superficie laterale di elevazione del manufatto è di m. q. 638,43.

La superficie laterale dei vuoti del manufatto è di 382,80.

La superficie laterale della sola muratura in elevazione è di m. q. 255,63.

Il rapporto dei pieni ai vuoti è di 1:1,4974.

L'ammontare totale del viadotto, esclusi i rivestimenti della derivazione, risultò di L. 81816,61.

Il prezzo per metro lineare di manufatto risulta quindi di:

$$L. 1561,57 = \frac{81816,61}{52,40}$$

Il prezzo per metro quadrato di superficie in elevazione di:

$$L. 128,15 = \frac{81816,61}{638,43}$$

Finalmente il prezzo per metro cubo di muratura di ogni natura:

$$L. 51,95 = \frac{81816,61}{1575}$$

## COSTRUZIONI MARITTIME

### CONSIDERAZIONI E NOTE

RIGUARDANTI

GLI EFFETTI DOVUTI ALL'AZIONE DEL MARE  
sul litorale di Chiaia (Napoli)

IN RAPPORTO

ALLE OPERE DELLA NUOVA RIVIERA

Veggansi le Tavole VI e VII

### INTRODUZIONE.

Le costruzioni edilizie con le quali è stata ampliata la città di Napoli dal lato del mare, fra Santa Lucia e Mergellina, mutando l'antica e naturale giacitura del lido, hanno dato luogo durante il non breve tempo di loro esecuzione, e danno luogo tuttora che sono compiute, alla manifestazione di fenomeni e di effetti dovuti all'azione delle onde del mare di così notevole importanza, che ci pare opportuno di registrarli; anche perchè taluni, concorrendo ad avvalorare le ultime dottrine sul moto ondoso del mare e sulla efficacia del moto medesimo, potranno formare ammaestramento nella condotta delle opere marittime.

Ma perchè le cose che intendiamo descrivere ed illustrare riescano facilmente comprensibili anche a coloro che non conoscono il golfo ed il litorale di Napoli, è mestieri premettere un cenno sulle condizioni del lido anteriormente alle opere eseguite, e sulle particolarità di queste nella forma e nella struttura: — di seguito classificheremo coordinatamente i principali fatti che han dato campo alle nostre osservazioni, le quali abbracciano un periodo di circa quindici anni.

#### I. — Antico stato del lido da Santa Lucia a Mergellina.

La planimetria (tav. VI, fig. 1) rappresenta con le linee nere lo stato antico dei luoghi a partire dalla baia di Santa Lucia fin'oltre il lido di Mergellina.

La Panatica (una volta fortino) e la villetta Chiatamone (altra volta casino reale), impiantate sopra un banco di roccia tufo parzialmente emergente dalle acque, presentavano al mare, con orientazione a mezzogiorno, una fronte di robusti muraglioni a scarpa alti da 5 a 9 metri.

Verso il mezzo si distendeva, come si distende, il molo o l'istmo che collega la rocca dell'Ovo alla terra, e dal lato di ponente si protrava in mare, con piega a martello, un molletto cingente un porticello.

Nella parte che si rivolge ad occidente, il lido era anche limitato da muro pressochè verticale, basato sopra tufo subacqueo; e poi seguiva la spiaggia arenosa dalla piazza Vittoria fino al muro di riva della via Mergellina, a piè della collina di Posillipo; il suo andamento planimetrico era alquanto concavo, interrotto solamente verso i due terzi della lunghezza da una terrazza sporgente a guisa di rostro. Lungo questa spiaggia distendevasi il giardino pubblico, e più oltre la via Riviera, difesi da un muro a poca distanza dal lido.

Tale spiaggia di natura sottile, perchè formata di sabbia minuta e con inclinazione subacquea abbastanza dolce, era soggetta a lenta protrazione, piuttosto per cause accidentali che generali e permanenti, del che appresso sarà data ragione.

La baia di Santa Lucia è separata dal lido di Chiaia dall'istmo e dal forte dell'Ovo che emerge dal mare come un imenso scoglio guernito e prolungato da opere fortilizie in muratura. Cotesta rocca ha un'ampia base con ripida scarpa, variamente configurata dal lato occidentale, ove forma altifondi ed irregolarità che si protendono fin sotto i muri del Chiatamone.

La stessa baia termina verso oriente al molo denominato San Vincenzo, che, protratto come ora si vede, cioè per oltre

1400 metri dal lido, difende il porto militare ed il mercantile dai mari da mezzogiorno ad occidente e forma una divisione nel lido cittadino, covrendone anche lungo tratto dal lato orientale.

#### II. — Descrizione delle opere eseguite.

La stessa planimetria (tav. VI, fig. 1), colle linee colorate in rosso indica tutto lo spazio guadagnato sulla spiaggia e sul mare, con le nuove strade, il giardino e le aree per le edificazioni.

Una parte dell'ampliamento fu già cominciato nel 1860 con una spianata presso la Vittoria, sostenuta da un muro di riva rettilineo, raccordantesi in curva verso il Chiatamone, nel quale spazio evvi uno sbarcatoio, e lo sbocco a martello della *cloaca massima* con bellissima opera di difesa.

Questi lavori, eseguiti per cura dell'Amministrazione municipale, furono diretti dal chiarissimo architetto professore Enrico Alvino.

Dopo vennero fuori, da altri architetti ideati, varii progetti per l'ampliamento verso Chiaia, fra cui ricordiamo quello del Fiocca, grandioso ed ardito per la vasta zona di mare che avrebbe occupata, e quello del prelato Alvino; — ambidue bellissimi piani d'arte, degni d'ingegni cotanto eletti e non mai abbastanza compianti!

Nel 1865 il Municipio dette concessione di tutte le opere a farsi, secondo un progetto compilato sulle linee di quelli anteriori, che si estendeva anche verso il Chiatamone fino alla Panatica di Santa Lucia, ad una Società Belga rappresentata dai fratelli Baroni de Mesnil (1).

L'opera si componeva di un muro di riva formante nuovo lido, interrotto da una grande terrazza con calata per sbarcatoio; del colmamento alle spalle della diga; della sistemazione delle fogne; dell'ampliamento del giardino; della strada lungo il mare, e di altre trasversali all'antica Riviera fra due gruppi di aree per edificazioni.

Lungo il Chiatamone il muro di riva si distende in linea dritta; si ripiega ad angolo retto verso Santa Lucia e con angolo ottuso verso occidente, ove s'innesta con larga curva al muro della Vittoria. Questo si prolunga in rettilineo verso occidente fino alla grande terrazza, e poi con ampie curve si raccorda ed innesta con l'antico muro dell'ultimo tratto di via Mergellina.

Dal Chiatamone alla Vittoria il muro di sponda e la strada hanno l'altezza sul livello medio del mare da m. 4.75 a 4.45; proseguono poi sempre con uniforme pendio, discendendo fino a Mergellina alla quota di m. 2.10.

La sezione trasversale del muro, rappresentata dalla fig. 3, tav. VI, dimostra il tipo di costruzione, con fondazione a getto di calcestruzzo fra paratie parallele fino al livello medio delle acque, e muratura ordinaria nella rimanente altezza fuori acqua, rivestita nel fronte da ben connesso apparecchio di pietra vesuviana (pietrarsa).

Questa fronte a profilo curvo, composto da due archi di cerchio, imita il tipo proposto dallo Emy nei muri di riva foranei, e si mantiene omotetico fino alla minima altezza del muro, sicchè tutto l'insieme rappresenterebbe una superficie *anulare a cono direttore*, considerando il muro in rettilineo.

La parete verticale subacquea è difesa da scogliera addossatagli con piccolo ciglio a livello del mare. La profondità delle acque, e quindi l'altezza della fondazione, varia fra metri 2 e metri 4, procedendo dalla Vittoria verso Mergellina.

La disposizione delle aree edificabili e delle strade, dopo parecchie mutazioni, è ora quale trovasi indicata nella planimetria.

Il muro è bucato da 12 foci di cloache, di cui talune conducono abbondanti acque dalle strade e dalla collina; le maggiori sono difese da rostri isolati che impediscono ai flutti di penetrare con veemenza ed in grande massa nei condotti che hanno il fondo subacqueo.

(1) Furono ingegneri dell'Impresa i signori Giulio Melisurgo, Domenico Catalano, F. Beckers ed A. Arrougé. Furono ispettori municipali prima l'Alvino Enrico ed il chiarissimo ingegnere fu Lauria Ercole; di poi gli ingegneri P. Francesconi, V. Covino e G. Bruno.

La grande terrazza con sbarcatoio, difesa anche da scogliera isolata, ha un insieme artistico e ben disposto.

Termina l'opera descritta, verso occidente, un *porticello-rifugio*, costruito dall'Amministrazione municipale per ricovero delle barche peschereccie e di diporto.

Tutta l'area guadagnata sulla spiaggia e sul mare è di circa mq. 300,000, e la superficie edificabile di circa mq. 80,000.

### III. — Patti della concessione.

I concessionari dell'opera si assunsero tutte le costruzioni relative (stimate per la somma di lire 5,700,000), acquistando il diritto sulle aree edificabili, inclusa la villetta Chiatamone al prezzo unitario metrico da 40 a 75 lire.

Ma il valore presuntivo dei suoli copriva solamente la spesa di 4,100,000 lire, per cui la plusvalenza delle opere fu pagata dal Municipio in rate proporzionali al progresso dei lavori.

Molte concessioni e convenzioni suppletive variarono alcune parti dell'opera ed i termini finanziari del primitivo contratto. Essa doveva compiersi per intero in cinque anni: invece, cominciati i lavori nell'estate del 1869, al 1872 non era eseguita che la prima parte fino alla Vittoria; — di poi si continuò verso Mergellina con attività variabile, ed anche con periodi d'abbandono, per circostanze che non importa qui indicare; per cui non si ebbe il compimento dell'opera tutta che verso la fine del 1883.

Sonosi in tale volgere di tempo edificati molti palagi sulla metà circa delle aree a ciò destinate, ed altri ne sorgono incessantemente.

L'opera, eseguita attraverso molte vicissitudini, ha in complesso corrisposto ai molteplici fini cui mirava, quali sono: la necessaria bonifica della spiaggia, il progresso edilizio, l'aumento fondiario e la speculazione: — ha dato alla città un gaio e salubre rione, un magnifico giardino ed una passeggiata sul mare, forse la più incantevole del mondo (1).

### IV. — Notizie d'arte.

La parte più importante dell'opera, sia rispetto a tutto l'insieme che al suo scopo, come pure dal lato artistico ed economico, era certamente il *muro di riva* (determinante la zona da colmare), che dovette essere costruito come una diga foranea; per cui, essendo molto esposto all'azione delle tempeste, non solo subì parecchie avarie durante la costruzione, allorchè non ancora resistente, nè difeso; ma fu soggetto a danni rilevanti anche posteriormente, ad opera finita, massime in alcuni punti più esposti ed in quei tratti che servono di chiusura al mare fra le parti già costrutte.

Quelle avarie dinotarono la riluttanza del mare ad indietreggiare innanzi all'opera fatta dall'uomo, per abbandonare il proprio campo.

Per la prima sezione (Chiatamone) il muro di riva procedette dall'istmo del forte Ovo verso i due estremi, facendosi in ultimo le ripiegature a levante ed a ponente; venne impiantato sul fondo roccioso, con base di calcestruzzo a getto, di larghezza costante m. 4.30 fra paratie continuate, in profondità media d'acqua di m. 3.50.

Le avarie che durante la costruzione si ebbero a patire, si verificarono specialmente all'angolo S.-O. che due volte fu scomposto prima che le murature fossero consolidate; ma ne sopravvennero anche ad opera compiuta, e di queste ci fermeremo in seguito a discorrere.

Dalla Vittoria procedendo verso Mergellina, il lavoro della

(1) Qualcuno potrebbe opinare che il prolungamento delle fogne ne abbia peggiorato l'ufficio: ma per dimostrare il contrario basta riflettere, che quei condotti, prima terminanti al muro della villa, mettevano foce sulla spiaggia; sicchè l'efflusso era impedito dallo scanno, ed i liquidi restavano rigurgitati nei condotti e sparsi in ampie solcature della spiaggia stessa, con grande maleficio igienico ed edilizio.

Ora invece, i condotti prolungati con le soglie subacquee mettono foce in mare libero e profondo, e l'alta marea, penetrandovi alternatamente, produce lavaggio e spazzamento.

diga murale avanzò nelle campagne estive 72 e 73, con maggiore alacrità nell'estate 74 e 75, e di poi nel 77, 78 e 79. Fu iniziata ai due estremi non solo, ma anche verso il mezzo, e propriamente al termine dell'antica villa. All'uopo fu prima costruita una traversa formata da un condotto cloacale prolungato a guisa di molo; e dal suo estremo si andò costruendo il muro in ambedue le direzioni, verso E. e verso O. Il congiungimento dei quattro estremi ritardò di molto, e viepiù quello a Mergellina, per diverse cause, e sia pure in conseguenza di rilevanti rovine avvenute nelle opere, fra le quali di maggior rilievo quelle del 74, 75 e 76.

Rimasero intanto per alcuni anni due bacini d'acqua BB, e B' B' comunicanti col mare, a causa del lento progresso delle colmate, come è segnato nella planimetria, tav. VI, colle linee punteggiate di color nero.

A misura che si andava estendendo il muro di riva, venivano prolungati i condotti di fogna sboccenti normalmente alla spiaggia; e così si aumentavano pure i colmamenti nei bacini interclusi fra la spiaggia e le opere avanzate.

Il tracciamento planimetrico fu condotto prendendo per base d'operazione il rettilineo che parte dalla Vittoria e la poligonale che segue. Le curve fra i punti di contatto ed i verticali, stabiliti e controllati mediante intersezioni di visuali, furono tracciate per assegnazione di punti successivi sopra palchi che si prolungavano a misura del bisogno. Varii ripieghi geometrici occorsero per superare le difficoltà ed evitare le inesattezze che potevano risultare dalla oscillazione dei palchi, dalla grande distanza dal lido e da punti fissi, ed anche per mezzi economici impiegati. Nonpertanto la curvatura data al muro nella parte esterna della fondazione fu eseguita con molta precisione; e se non fossero le avarie intervenute in corso di costruzione e quelle posteriori, non si noterebbe allo stato attuale la benchè minima imperfezione.

La struttura del muro nella distesa di Chiaia è stata identica a quella del tratto verso il Chiatamone, se non che essendo impiantato su fondo arenoso, le paratie della fondazione sono state profondamente battute, e nello spazio fra di loro è stato cavato il fondo per una altezza fra mezzo metro ed un metro, e poi si è eseguita la gettata di calcestruzzo.

L'avanzamento medio delle costruzioni dentro acqua fu in ciascun periodo estivo di metri 5 a 6 per giorno. La parte fuori acqua procedette senza una progressione costante, poichè in alcune campagne estive la fondazione fu lasciata a fior di acqua; in altre fu portata ad un metro sul livello del mare; in altre elevata a scaloni fin quasi alla totale altezza del muro. Parecchie volte è stata proseguita la costruzione a stagione inoltrata ed anche in inverno: causa questa di danni e d'imperfezioni di lavoro.

I mezzi adoperati per le escavazioni fra le paratie di fondo furono le comuni cucchieie con coppo, affondate e manovrate a forza d'uomo e tratte da arganelli.

I calcestruzzi vennero formati tutti con calce della costa di Equa (mezzanamente magra), con pozzolana idraulica del Vesuvio o di Pozzuoli, e con pietrisco di scoria vulcanica (ferro) nelle proporzioni a volumi di 1-2-4.

I mezzi usati per l'impasto furono dapprima quello ordinario a mano con zappe e rampini; poi quello delle botti giranti intorno all'asse orizzontale, in cui si gettavano i tre componenti allo stato naturale, con una secchia d'acqua. Ciascun impasto richiedeva circa 20 minuti primi di lavoro, che con l'aggiunzione di altra secchia d'acqua si riduceva a circa la metà; ma l'impasto risultava troppo molle. Negli ultimi periodi della costruzione si usò fare l'impasto per mezzo dei cilindri verticali a tramoggia, manipolando prima a parte la malta (1).

All'trasporto per via d'acqua dei materiali furono con van-

(1) Questo sistema, oggi molto adoperato nei lavori governativi dei porti, lascia sempre a desiderare; poichè il pietrisco non si compenetra bene con la malta, occorre perciò completare l'impasto nel rimaneggiamento che si fa per caricare il calcestruzzo e trasportarlo al sito dell'immersione. Noi crediamo che questo sistema dia buoni risultati quando l'impasto si compone con pietrisco calcareo; ma con i frammenti di scorie vulcaniche occorre maggior lavoro; per il che il metodo delle zappe e rampini e quello delle botti danno miglior risultato.

taggio impiegati dei pontoni corredati di carrelli a bilico, correnti sopra guide connesse al bordo; cosicchè il calcestruzzo veniva gettato in grande massa. Talvolta si è fatto uso dei canali a tramoggia; mai delle cassette a fondo mobile.

Le murature in generale sono state eseguite con struttura incerta di grossi frammenti di pietra vesuviana (scardoni); le parti meno esposte al mare con muratura ordinaria di tuffi; ma sempre con malta composta di calce e pozzolana vulcanica.

I rivestimenti esterni del muro sono tutti eseguiti con pietra di lava vesuviana (pietrarsa), disposte nella guisa dimostrata dai tipi della tav. VI, fig. 3 e tav. VII.

Le pietre formanti la gettata di scogli a difesa della base del muro, estratte dalle cave della costiera di Equa fra Castellammare e Sorrento, sono di roccia calcarea compatta, per lo più stratificata a solari dell'altezza da 0.80 ad 1,20, avente la densità varia fra chilogrammi 2500 a 2900 per ogni metro cubo.

I massi erano del peso da 5 tonnellate in sotto, e furono disposti a piè del muro con piccolo ciglio a fior d'acqua da 1 metro a 2 metri, con scarpa da 2 a 3 di base per uno di altezza.

#### NOTA I.

##### AZIONE DEL MARE NEL MOVIMENTO DELLE ALLUVIONI.

Il movimento delle alluvioni ed il loro accumularsi può essere prodotto dalla potenza delle correnti o da quello del moto ondoso e fluttuante, o dal concorso di queste due forze con varia prevalenza dell'una sull'altra. Ci pare poter enunciare, che nel golfo di Napoli sieno le arene portate al lido quasi esclusivamente dal moto ondoso, con fenomeni più o meno evidenti, secondo la direzione e la forza dei venti; e che niuno effetto sia dovuto all'azione delle correnti. Troverebbe perciò riscontro in modo assoluto la proposizione del Cialdi, che va acquistando sempre maggiori fautori fra i più distinti idraulici: *che il moto fluttuante rimuova le arene e le trasporti*; che sia cioè, come si esprime il Rossi: *la causa e l'istrumento* nel moto delle alluvioni.

Incominciamo dal premettere le notizie sommarie sulla orientazione e sulla costituzione del golfo, sull'influenza dei venti e sul moto ondoso; richiamando altresì i dati dell'esperienza, le considerazioni generali e le osservazioni particolari, che valgono a dare opportuni elementi, per ragionare con fondamento sull'enunciato quesito.

1. — *Orientazione del golfo* (fig. 1, tav. VI). — L'apertura del golfo fra la punta della Campanella ed il capo Miseno, nella direzione da N.-O. a S.-E. è di 16 miglia marine; la larghezza alla base fra Napoli e Castellammare è di 12 miglia, e la lunghezza della insenatura, nella direzione S.-O. normalmente alla detta base, è di circa 10 miglia.

La costa della penisola sorrentina guarda nel suo insieme a N.-O.; il lido da Castellammare a Napoli è esposto a S.-O.; il lido cittadino fino alla costa di Posillipo è orientato parimente nel suo insieme tra S. e S.-E. Alla punta di Posillipo, denominata Coroglio, succede la spiaggia dei Bagnoli, orientata con poca insenatura a S.; e poi segue il golfo di Pozzuoli e di Baia, in direzione di S.-E. raggiungendo infine il capo Miseno.

Cosicchè i venti del 3° quadrante, che agiscono normalmente sulla base del golfo tra Napoli e Castellammare, ne costituiscono la traversia; mentre invece l'esposizione del lido del quale ci occupiamo, dal Chiatamone a Chiaia, è meridionale; quella del molo S. Vincenzo e del castello dell'Ovo è da ponente a mezzogiorno, e quella del lido di Mergellina da mezzogiorno a levante.

2. — *Profondità del mare*. — Le acque sono profonde circa 10 metri sulla costa di Miseno, di Nisida e di Coro-

oglio; ed alla distanza di circa un miglio si trovano fondali di 50 e più metri; si riducono a circa 5 metri lungo la costa di Posillipo fino a Mergellina; e nella direzione della corda nel seno di Chiaia, la profondità va crescendo da 3 a 15 metri e ritorna a 5 metri presso il castello dell'Ovo. Nella baia di Santa Lucia i fondali variano da 5 a 10 metri, giungono a 20 presso la punta del suddetto forte; e dall'altra parte, cioè all'estremo attuale del molo San Vincenzo, giungono a 30 metri.

Il fondo è in generale sabbioso; la roccia si palesa solamente presso i promontori, ed è fangoso in piccola parte verso il porto della città.

3. — *Della direzione dei venti e del moto ondoso*. — Spirano con maggiore frequenza nel nostro golfo i venti fra il 2° ed il 3° quadrante; e propriamente in inverno, quelli da scirocco a libeccio, e nell'estate quelli da libeccio a ponente, poggiando qualche volta a maestro; epperò sono spiccatamente *regnanti* i venti del 3° quadrante e massime il libeccio (N.-O.) perchè spira maggior numero di volte nell'anno su tutte le altre direzioni della rosa.

Sono *dominanti*, ossia più *forti*, perchè provengono da mare lungo e libero fino alle coste dell'Africa, i venti da S. a S.-O. e vieppiù questi ultimi.

La forza dei venti è registrata nell'Osservatorio di Marina con le distinzioni di *fresco* — *forte* — *fortissimo*. Dall'osservatorio astronomico di Capodimonte con le denominazioni di *moderato* — *forte* — *fortissimo*; cui si aggiungono note speciali di *impetuoso*, *tempestoso* o *burrascoso*, con riferimento alle indicazioni barometriche.

Il grado di *fortissimo* può assimilarsi all'8° della serie di Chazallon, che va da 0 (*calma*) a 10 (*uragano*), e vi corrisponde la velocità di 29 metri al secondo.

Per dare qualche elemento di fatto riportiamo a piedi della pagina seguente il quadro riassuntivo delle osservazioni dal dicembre 1872 al gennaio 1876, le cui indicazioni interessano quanto sarà in seguito trattato.

I venti da S. a S.-O. spingono il mare a frangersi sul litorale delle Due Torri, facendone risentire gli effetti contro le resistenti lave vesuviane e contro le opere di difesa della ferrovia; e da Portici verso i Granili di Napoli, accumulando le sottili arene. Ma a destra dell'asse del golfo investono l'antemurale del porto, che soggiace per ciò a veementi colpi, come ne dettero esempio le avarie disastrose subite nel 67, nel 72, nel 75-76; dopo di che occorre corroborarlo e difenderlo proporzionatamente ad un'opera cotanto essenziale.

Il molo stesso, mentre difende, come si è già detto innanzi, il porto e buon tratto del lido orientale della città, ha reso meno sicura la baia di Santa Lucia, imperocchè i marosi di quel profondo mare prodotti dai venti di scirocco e di mezzogiorno, riflessi dal molo verso la baia, che ai venti medesimi è anche direttamente esposta, ingrossati e resi multipli dalla resacca (cioè dal contrasto fra le ondulazioni dirette e quelle riflesse) percuotono con maggior violenza i frangionde che difendono il cantiere navale e le calate di approdo di Santa Lucia.

Quei frangionde perciò han richiesto in quest'ultimo decennio maggior robustezza ed estensione; ed una più valida difesa è occorso pur fare al tratto antico del molo che abbraccia il bacino di carenaggio.

Sul fianco occidentale del castello, che è normale alla direzione del libeccio, i flutti giungono violentissimi, trovano un fondo roccioso e rialzato sul quale acquistano moto di traslazione, divenendo flutti correnti; sicchè vanno a frangersi alla rocca, elevandosi all'altezza di 20 e più metri, in foggia di grandi pennacchi spumeggianti.

In quel paraggio angolare fra il fianco ovest del castello e la diga stradale del Chiatamone si producono onde composte e simultanee, incontri e frangimenti di flutti; sicchè allorquando il vento di libeccio è potente, il mare è quivi tempestoso con molteplici fenomeni che gli danno l'aspetto di un vero maremoto.

Abbiamo notato qualche volta, in tanto tramestio di mare, altissimi pennacchi spumeggianti elevarsi isolatamente in mezzo alla massa delle acque, così come farebbero lambendo un muro o una torre; vi si produce cioè il fenomeno proveniente dal cozzarsi e frangersi di due onde di moto contrario, denominato *clapotis* dai francesi, e dagli italiani *gaiola*; o per contrario formarsi ripiano istantaneo alla superficie, in una piccola zona attorniata da flutti e cavalloni; effetto prodotto dalla compenetrazione accidentale dei flutti coi vuoti di ondulazioni opposte.

Anche chiassosi sebbene meno forti sono i mari di mezzogiorno nel paraggio stesso; cosicchè quel tratto della diga stradale è potentemente tormentato, massime verso l'angolo a S.-O. E dippiù la fronte a S. è investita dai marosi eccitati dai venti di scirocco, poichè quelli venendo parallelamente al fianco occidentale del castello, sopra fondo duro e rialzato, incanalandovisi, acquistano moto di traslazione, si trasformano in masse di flutti correnti verso il lido, e cozzano contro la suddetta fronte rettilinea.

Daremo più oltre qualche misura di tali forze moleste, dinotando gli effetti rovinosi che hanno prodotto.

Al tratto di lido lungo Chiaia, ora costituito dalla diga stradale, batte di traversa il mare di mezzogiorno in diretta linea delle bocche di Capri, per cui vi giunge con grande energia.

Allorquando esisteva il lido arenoso le ondulazioni vi si sfaldavano correndo sulla spiaggia; ovvero, se più forti, scavalcavano talune volte il muro della villa e quello della strada verso Mergellina; ma ora i flutti giungono con energia fino al nuovo muro, che li arresta, li respinge ed in parte li frange, ricevendone le insistenti pressioni idrostatiche e idrodinamiche.

4. — *Delle correnti.* — Osserviamo anzitutto che la corrente generale denominata *litorale* o *moto radente*, annunciata la prima volta dal Montanari, è riconosciuto che esiste nel Mediterraneo con moto costante da sinistra a destra di chi guarda il mare dal continente; ad essa si addebita generalmente la velocità *non maggiore di tre o quattro miglia* in 24 ore, e la larghezza di tre miglia circa, dalla costa verso il largo (1): — invece ha un valore sensibile

(1) CIALDI, *Cenni sul moto ondoso del mare e sulle correnti di esso* (Roma, 1876).

GIORNATA	OSSERVATORIO DI MARINA			OSSERVATORIO DI CAPODIMONTE			OSSERVAZIONI
	Forza	Direzione	Ora della osservazione	Forza	Direzione	Ora della osservazione	
2 dic. 1872	fortissimo forte	S. E.	8 a. 3 p.	fortissimo	S. S. E.	tutto il giorno	Nel giorno 3 vento impetuoso di S. E. che incalza nelle ore pomeridiane; nella notte burrasca spaventevole siccome tempesta d'aria con pioggia e grandine ad intervalli. Nel giorno 4 perdura lo stesso, in sulla sera va calmando.
3 " "	fortissimo id.	S. E.	8 a. 12 3 p.	id. id. id.	S. E. S. E. S. E.	9 3 9	
4 " "	fortissimo	S. S. O.	—		S.	tutto il giorno	
5 " "	id.	S. S. O.	8	moderato	SW. S. SSE. W.	tutto il giorno	
9 dic. 1874	"	"	"	fortissimo	S. O.	6 p.	(*) Giornata tempestosa, in direzione O. S. O. mare in burrasca, barometro scende a furia.  (*) Giornata tempestosa.  (*) Giornata tempestosa con pioggia — barometro abbassa.  Mare tempestoso. (*) Giorno 20 e 21, venti fortissimi ed impetuosi, barometro fortemente depresso, poca pioggia.  (*) Mare tempestoso. (**) Vento tempestoso S. S. O., mare burrascoso, poca pioggia.  (*) Mare grosso. (***) Vento tempestoso e burrasca.
10 " "	fortissimo id.	S. S. E. O. S. O.	8 a. 12 (*)	fortissimo id.	O. S. O. S. O.	9 p. 6 a m. 12	
15 " "	forte	S. O.	3 p.	forte	S. O.	3 p.	
17 " "	fortissimo	O. S. O.	—	id.	O. S. O.	6 a. a 3 p.	
20 " "	forte	O. S. O.	—	fortissimo id. (*)	N. O. O. S. O.	6 a m. 12	
21 " "	forte	O. S. O.	—	forte	O.	3 p.	
20 nov. 1875	fortissimo	S. O.	—	fortissimo id.	S. O.	6 a. 9 a.	
26 " "	forte	S. O.	8 a.	id.	S. O.	12 a 3 p.	
1 dic. 1875	forte (*)	S. S. O.	8 a.	fortissimo	S. O.	6 a 9 a.	
13 gen. 1876	fortissimo (*)	S. E.	—	id. (*)	S. S. O.	12	
	forte	S. S. E.	12	id. (*)	O.	3 p.	
	id.	S. O.	3 p.	id.	S. O.	6 p.	
	forte	S. O.	8 a.	id.	O. N. O.	9 p.	
	fortissimo (*)	S. S. O.	12	fortissimo (**)	O. S. O.	6 a.	
	forte	E. S. E.	3 p.		S. O. a S.	12	
					E. S. E.	6	
					N.	9 p.	
					O. S. O.	6 a.	
					S. O.	9 a 3 p.	
					N. O.	9 p.	
					S. E.	6 a m.	
					E.	9	
					O. S. O.	12	
					E. S. E.	9 p.	

sulle coste dell'Africa e propriamente dell'Algeria (0.25 a 0.50 nei seni, 1 m. ai capi); giunge debolissima sulle coste francesi (0.07 nei seni, 0.80 al massimo ai capi) (1). La stessa corrente non penetra generalmente nei golfi e nelle baie strette, passando invece tangenzialmente ai capi: — è influenzata variamente dal vento, e non ha energia presso il fondo ove la sua velocità è nulla.

La forza e la direzione del vento possono ripiegare la corrente nei golfi e qualche volta anche in senso contrario: — infatti, se il vento è forte ed insistente nella direzione normale o con inclinazione opposta, la corrente può essere condotta a girare il golfo nella sua propria direzione; se invece il vento fresco del largo converge con la corrente, questa si compone col moto diretto dei flutti, e quindi dirigendosi obliquamente alla costa sottovento può girarla in senso contrario.

Questi fatti furono constatati nell'ampio golfo di Peluse (che ha ben 75 miglia di apertura e 14 di profondità), ove la corrente non è sensibile quando il tempo è bello: ma se il vento di fuori è insistente, secondo la sua forza, la corrente gira il golfo ora ad est, ora ad ovest, e più spesso ad ovest. Se il vento è molto forte, acquista potenza a trasportare le sabbie che le onde distaccano dal fondo del mare.

Simili fatti sono stati sperimentati nell'ampio golfo di Lione, ove si affievolisce e cambia di direzione la corrente osservata nei paraggi di Cette (2).

Sulle coste italiane del Tirreno la corrente medesima è pure continua, ma più debole che sulla costa francese; non sempre è evidente, e colà dove si palesa è dovuta all'influenza del vento. Così la si riscontra da est ad ovest alla punta di Palinuro; ma non è avvertita nel golfo di Salerno: — a capo di Anzio è valutabile, ma foranea da scirocco a maestro; e similmente presso Civitavecchia. È sensibile al capo presso Livorno, ma con direzione spesso variabile, qualche volta quasi contraria; è più costante e duratura da sinistra a destra (ostro a maestro) per la influenza dei venti da S. e da S.-O.; coincide qualche volta con lo scirocco, correndo parallelamente al lido, ed acquista velocità e potenza al trasporto (3).

Il De Fazio (4) contrasta alla corrente litorale del Tirreno la potenza di trasportare, tanto mite ed ignota ne è in molti punti la velocità; ed attribuisce al moto delle onde la potenza di sollevare e trasportare la sabbia.

Nel nostro golfo intanto non è affermata alcuna corrente, nè registrata dalle carte idrografiche, nè da alcun *portolano*. Nell'*album* dei porti e fari del Regno trovasi segnata la corrente foranea al porto di Castellammare ed alla baia di Miseno, da est ad ovest: nulla per Napoli. Dai pratici e dai marinai è però indicata una corrente che dal capo Miseno maneggiandosi per costa, e lambendo Posillipo, penetra nel golfo e lo gira: — il suo cammino è seguito dai grossi pesci, come il tonno, di cui si fa pesca nei paraggi della costa sorrentina, accogliendoli nelle tonnare dal lato di N.-E.

Sarebbe questo fatto dovuto al ripiegarsi della corrente litoranea esterna per l'insistenza del vento? — In quanto alla direzione ciò sarebbe possibile, coincidendo con le esperienze del golfo di Peluse e di Lione; e basterebbe a spiegare tale fenomeno il solo fatto della insistenza del mare

più lungo, che è quello proveniente da libeccio e da ponente-libeccio; per cui anche il moto ondoso può creare correnti di giro nel golfo da S.-O. verso E. Noi stimiamo tale corrente debolissima, e solamente sensibile col moto ondoso animato da venti forti da S. a S.-O.

Non pertanto parecchi ingegneri hanno con gran fede attribuito alla corrente litoranea qualche efficacia. Ma è possibile che se anche alcuni fatti possano risultare da moto di corrente radente, cioè prossima al lido, non è affermato che la medesima sia costante e permanente, o solo accidentale e variabile; epperò sono da ritenersi, più che altro, fenomeni secondari del moto ondoso derivanti dalla conformazione della costa e dalla insistenza del vento.

Ed a questo proposito nell'opera succitata il De Fazio così si esprime: « La falsa opinione di attribuire alla sola » corrente litorale il trasporto delle sabbie, è nata forse da » che in alcuni casi la direzione della corrente medesima » coincide con quella che è data al cammino delle sabbie » da un qualche vento atto a produrlo ».

5. — *Di alcuni accumulamenti di arenne.* — Ricordiamo la conformazione della costa lungo la quale la corrente litoranea, se penetrasse dalle bocche di Capri nel golfo, dovrebbe mantenersi radente.

Dalla punta della Campanella a Castellammare, la costa è per la maggior parte a picco e variamente resistente; è spezzata, più che da piccoli seni, da interruzioni o anfrattuosità delle pendici, il cui fondo è arenoso; — il mare vi è generalmente profondo. Rari e miti sono gli affluenti di acque torbide: invece presso Equa esistono abbondanti gettiti di pietrisco e terra risultanti dalle cave di pietre e scogli; epperò un tratto abbastanza esteso di spiaggia ghiaiosa si sostiene presso Pozzano, terminando al molo meridionale del cantiere navale.

Al di là di Castellammare il lido è formato da spiaggia sottile fino a Torre Annunziata, nel quale tratto mette foce il Sarno e qualche rivolo di acque torrenziali. Tale spiaggia, che cinge un piccolo seno, è il lembo di territorio piano e alluvionale, cioè dell'infimo bacino di quel fiume. — Da Torre Annunziata a Portici il lido ha brevi e poco protese spiagge, essendo per la maggior parte formato da tratti più o meno sporgenti di lave rocciose e dure. — Dal Granatello a Napoli segue la spiaggia ove mettono foce alcuni alvei torrenziali, e corrisponde pure a terreno piano e basso, che può dirsi il bacino infimo del Sebeto. Termina questo lido la risaputa scogliera che, a modo di pennello in direzione sud, si protrae in mare per la lunghezza di m. 500, e che fu impiantata nel 1863 come base del molo orientale di Napoli, ora per mutato progetto incoato di nuovo più verso occidentale. Dopo quel pennello mette foce il Sebeto, e segue il lido cittadino già innanzi descritto, fino alla costa di Posillipo.

Posto ciò osserviamo, che le arenne formanti la base dei piccoli seni della penisola sorrentina, certamente non vi sono spinte da moti di corrente, i quali, se non sono sensibili al largo, tanto meno potrebbero quivi avere effetto; ma invece vi sono accumulate dal moto ondoso che va a spegnere la sua forza in quei fondi, portandovi le sabbie, che dalla costa ripida ed a picco, in molte parti poco resistente, vengono dai flutti stessi acquistati. I mari da ponente a maestro sono quivi di traversia; e sensibile essendo la risacca per la rapidità della maggior parte della costa, l'azione sul fondo dev'essere potente così da rodervi e sollevarne i detriti.

Dal De Fazio ricaviamo, in ordine all'azione dei flutti, il seguente brano, che il Cialdi anche riporta ad esempio (1):

(1) Opere precipitate dei due autori.

(1) *Commission internationale chargée d'examiner l'avant-projet du canal maritime de Suez* (1856).

(2) *Cours de travaux maritimes*, par M. VOISIN-BEY. — École des Ponts et Chaussées (1874).

*Étude sur les Ports de l'Algérie*, par LIEUSSON (1877).

(3) CIALDI, *Esame e ragionamento sul porto di Livorno* (Roma, 1855).

(4) *Discorsi intorno al miglior sistema per la costruzione dei porti* (Napoli, 1828).

« Un piccolo seno di mare, pochissimo nella terra incavato, forma la marina di Vico Equense. Alla punta di questo seno, dal lato del largo, vi è nel mare un grande scoglio, dalla terra distante poco più di quanto distano fra essi due piloni del molo di Pozzuoli.

« Questo scoglio, simile quasi ad un piccolo molo, garantisce in parte il seno dai venti, e quivi si ricovrano le piccole barche de' vicaiuoli, i quali, per salvarle quando il mare è grosso, le tirano in su l'alto della spiaggia. Questa non è molto larga, e vien circondata da alte coste quasi a picco; perlocchè non somministra bastante sito per ritirarvi tutte le barche. Bramavasi per tal ragione di avere una spiaggia più larga; ed a questo intento, pochi anni sono, fu chiusa con un argine l'apertura che rimaneva fra il mentovato scoglio e la terra. Ora un tal argine producendo una maggior calma nel seno della marina di Vico, vi fu cagione di depositi, che ampliarono quella spiaggia anche oltre al bisogno. Per isventura l'argine non era abbastanza forte contro gli urti furiosi delle onde; per lo che in una gran tempesta fu portato via, ed allora la corrente, intromettendosi di nuovo nel seno di Vico per la descritta apertura, vi scavò in poco tempo, e distrusse quella porzione di spiaggia che di recente si era formata.

« L'apertura fu nuovamente barricata, e di nuovo la spiaggia tornò ad ingrandirsi; ma per la seconda volta ancora la barricata fu distrutta dal mare, ed ugualmente per la seconda volta disparve la spiaggia ».

Tali fatti, mentre dimostrano la potenza dei flutti a corrodere, affermano che questi possono trasportare al lido le sabbie; e che sulla costa in esame gl'interrimenti possono prodursi anche in direzione opposta a quella della corrente litorale; cosicchè evidentemente, non a questa ma a quelli sono da attribuirsi.

Ciò è anche riconoscibile sulla spiaggia di Pozzano, alla quale i detriti vanno spinti dai venti di libeccio e ponente; eppure, a ridosso del molo del cantiere, non si nota protrazione maggiore che negli altri punti; quindi non vi è influenza alcuna di corrente parallela alla costa.

Nel tratto di lido arenoso ove mette foce il Sarno, non esiste protrazione maggiore in un senso che nell'altro, sebbene la foce sia ripiegata a maestro per l'insistenza dei venti, da ostro a ponente. Le alluvioni trascinate da quel fiume o da altri torrentuoli forniscono materia che è dispersa lungo il lido uniformemente ed a guisa di basso cordone.

Allorchè fu costruito il molo di ponente del nuovo porto di Torre Annunziata, che si attacca ad un piccolo promontorio, s'andò sollecitamente accrescendo la spiaggia nel fondo del seno; e costruito il molo di sottovento ad est, al suo ridosso anche si è protratta la spiaggia. Questi effetti da molti ingegneri sono stati attribuiti alla corrente litorale, sebbene la sua forza non sia nota nel golfo! Devesi piuttosto ritenere che per la conformazione della baia e per la direzione dei venti, il moto ondoso prende accidentalmente la forma del moto radente, da sud a nord; e così le sottili arene sollevate prima al largo e trasportate verso il lido, sono state fermate dalle nuove insenature costituite dei due moli.

Altro insabbiamento si è pure accresciuto a ponente del molo principale, ossia dal suo lato esterno innanzi alla prominenza del lido cui il molo stesso s'intesta; sicchè può dirsi assolutamente prodotto dal moto ondoso, che zappando al largo, per la forza dei venti, ha spinto le materie al lido, e queste hanno potuto quivi fermarsi, agevolate dalla insenatura che lo sporgente artificiale a mano a mano fece più pronunziata coll'avanzarsi in mare. Ma cotali insabbiamenti non si sono protratti oltre un certo limite corrispondente al

rapporto fra la potenza dei flutti e la profondità del mare. In sostanza, condizioni speciali di luogo han dato campo a quelle protrazioni di spiaggia che altrove non si verificano, e perciò non sono imputabili a cause generali.

Continuando il giro del golfo, l'estesa spiaggia dal Granatello a Napoli non presenta alcuna alterazione notevole.

Sottilissime sono le arene cumulate a foggia di cordone, ma non vi è protendimento neanche verso l'estremo occidentale, ove vedesi il pennello di scogli or ora indicato e da oltre 20 anni costruito. L'aumento di spiaggia invece si è formato nell'angolo interno del detto frangionde, ed è dovuto a due cause: — alle abbondanti acque torbide portate nella foce del Sebeto dall'alveo Arenaccia, e dall'essere il lido coperto già in parte dall'azione dei più potenti marosi col prolungato molo occidentale del porto.

Lungo il tratto di spiaggia cittadina, detto della Marinella, erano *ab antiquo* frequenti pennelli e moletti costituiti dalle foci delle fogne ad arte prolungate; ma non si è mai notato insabbiamento maggiore da un lato che dall'altro. Dippiù una parte del lido era da oltre un secolo difesa da scogliere parallele che impedivano ai marosi di traversia (scirocco e mezzogiorno) di invaderlo: — si desume che la spiaggia era piuttosto soggetta a corrosioni che ad insabbiamento; e che tutta l'avanzata guadagnata nel mare è devoluta a colmate artificiali, quando lente, quando accelerate, come negli ultimi anni.

E finalmente per il lido occidentale della città, ove nello stato anteriore alle nuove opere riappariva la spiaggia, abbiamo già osservato, che questa era più larga verso la Vittoria che verso la Torretta; cioè s'andava restringendo da est ad ovest, e che le acque crescevano di profondità nella stessa direzione. La spiaggia medesima era di lenta protrazione, imperocchè lo stato ultimo del lido, delineato nella tav. VI, successe ad altro che fu occupato in tutto od in parte dal giardino creato lungo la riviera, al principio del secolo, mediante muro di sponda fondato in acqua e difeso da scogliera: questa fu rinvenuta nel fare i cavamenti di talune fra le ultime costruzioni.

Verso la Vittoria accrebbero la spiaggia le pubbliche discariche, e verso occidente vi hanno influito le torbide trascinate a mare da parecchi foci cloacali, alcune delle quali raccolgono le acque del versante meridionale delle colline del Vomero e di Posillipo, costituito da terre incoerenti a ripido pendio; cosicchè le piogge solcano e trascinano arene e lapilli, specialmente se cadenti dopo lunga siccità.

Nonpertanto, come abbiamo detto, la profondità del mare è grande nel seno di Mergellina, e non si è mai formata spiaggia lungo il suo lato orientale, non ostante la sottigliezza delle arene e le torbide portate dalle foci pluviali.

Al principio del secolo due o più pennelli di scogli furono quivi costruiti per difesa della strada e per promuovere l'insabbiamento: ma questo non vi attecchì mai, salvo un piccolissimo cumulo di arene nel luogo di uno sbarcatoio difeso a distanza dal frangionde più esterno.

6. — *Altri fatti ed opinioni che specificano l'azione del moto ondoso.* — Registriamo a proposito ed a convalida dell'azione dei flutti nel trasporto delle alluvioni, due fatti notevoli di propria esperienza.

Durante la costruzione della diga stradale a Chiaia, siccome le colmate a ridosso procedevano assai lentamente, furono lasciate per parecchi anni due aperture nella diga, i cui estremi, a guisa di *corni*, formavano come la difesa ai due seni BB, B'B' nel modo tracciato sulla fig. 2, tav. VI, con le linee punteggiate; cioè nel seno di Mergellina, e l'altro alle spalle della terrazza-sbarcatoio.

Ebbene, quei bacini s'andarono mano mano colmando, ossia se ne restrinse lo specchio d'acqua e si rialzò il fondo a qualche distanza dalla bocca per via delle arene portatevi dai marosi. Questi, penetrando impetuosi per la bocca angusta in ampio specchio di acque calme, perdevano di forza, elevandosi sul contorno come in mare ristretto, e vi spandevano le sabbie rimosse al largo; sicchè il progressivo insabbiamento superò l'altezza di m. 1.25. La bocca invece si andava sempre più approfondando, così da acquistare l'altezza d'acqua di m. 5, da 3 che ne aveva in origine.

È una pruova questa che, quando i flutti giungono con poca veemenza alla spiaggia, sfaldandosi sulla stessa, perdono ogni loro energia e vi depongono le torbide, ingrandendo così successivamente la spiaggia. Per contrario offriremo una pruova, che allorquando il mare, animato dai venti di traversia, batte insistentemente, produce escavazioni nel lido, e ne diminuisce l'ampiezza.

Ciò abbiamo osservato varie volte sulla riva di Chiaia, quando nell'inverno hanno con prevalenza agito venti forti di mezzogiorno: — ad esempio, nell'inverno del 1871, fu sì profonda la escavazione, che nella estate successiva si manteneva ancora; e gli stabilimenti balneari, che, come è noto, si costruiscono mediante pali infitti nel fondo del mare a grande distanza dal lido onde trovare nella sottile spiaggia l'altezza d'acqua utile ai bagnanti, dovettero invece impiantarsi presso l'orlo della riva, perchè le acque erano profonde, e ripida era l'inclinazione del fondo.

A proposito riportiamo qualche autorevole e concorde opinione: — anzitutto quella del Cialdi, dal trattato sul *Moto ondoso*, nel quale discute la differenza fra l'onda mite alla riva, ed i flutti animati da vento forte; il dotto autore così si esprime: *Dalla osservazione mi son convinto che nelle grandi tempeste i marosi zappino piuttosto che formino le rive di arene; quindi la risacca trasporta seco, discendendo dal piano inclinato della spiaggia, maggiore quantità di arena che il frangente possa depositarvene; sicchè in questi casi il ritorno del maroso dissipa maggior massa di materiale di quello che il maroso stesso ne accumuli. Invece nelle burrasche ordinarie, e più ancora quando queste e quelle straordinarie sono in decremento, i flutti ammassano.*

L'ingegnere Afan de Rivera ed il professore V. A. Rossi, in proposito dei moli a palificata, facienti l'ufficio di sponda alle foci dei corsi di acqua, riconoscono: — *che le burrasche coll'influire dei venti e dei cavalloni zappano il fondo del mare, ne rompono i bassi fondi e spingono al lido le sabbie; onde poi si formano le alte spiagge e le dune; ed ove queste sono interrotte per lo sbocco di acque in mare, vi formano gli scanni e tutte quelle radunate di sabbia o rene che ne impediscono lo scarico (1).*

Il Fiocca, nell'opuscolo intitolato *Efficacia dei pennelli sui lidi di Salerno e di Napoli*, afferma che i pennelli non producono alcuno interrimento da un lato o dall'altro, imperocchè i venti regnanti ed impetuosi escavano la spiaggia; e se le onde fossero ristrette fra due pennelli, tale effetto sarebbe anche più pronunziato.

E l'illustre ingegnere A. Maiuri si esprime così: — *Nella potenza dei flutti marini, sollevati e spinti da forti venti dominanti o regnanti, risiede veramente la cagione cui si deve attribuire l'interrimento dei porti e delle foci dei fiumi, ed il sovvertimento e la protrazione delle spiagge (2).*

(1) Rapporti della Direzione Generale dei ponti e strade di Napoli, 1840.

(2) *Relazione sulle influenze delle correnti litorali e del moto ondoso del mare*, per ANTONIO MAIURI, già ispettore del Genio Civile. — Napoli, Tipografia dell'Accademia, 1880.

7. — *Conclusioni.* — Dopo tutto ciò che abbiamo esaminato e ricordato, non avendo rinvenuto in tutto il golfo alcun fatto attribuibile a moto di corrente da sinistra a destra, possiamo affermare non esservi, tanto sul litorale orientale, quanto su quello occidentale, alcun moto radente sensibile che abbia potenza al trasporto di materie; sia che queste vengano fornite dai gettiti, sia da scarichi di rivoli torbidi, ossia anche dal fondo del mare. — Che invece, per la sola azione del moto ondoso variamente trasformato, secondo l'energia dei venti e secondo la loro direzione, può prodursi escavazione presso il lido, ovvero per contrario la sua protrazione, quando le arene vi trovino addentellato. — E poichè sono meno frequenti i venti forti, e siccome la dote di arena che può venir fornita dai detriti naturali dei prodotti del mare è assai più grande rispetto ai detriti che fornisce la terra, sieno pure provenienti da lontani lidi (1), così si verifica *come risultante* piuttosto l'accrescimento della spiaggia, anzichè la diminuzione.

Crediamo in ultimo opportuno, dopo queste conclusioni, di completarne lo scopo, classificando in pochi paragrafi le azioni del moto ondoso che influiscono a modificare i lidi, concordemente alle osservazioni ed alle opinioni di sopra espresse:

a) Quale che si voglia ritenere la genesi delle onde (sebbene il moto orbitario ed il trocoidale sieno oramai più accreditati), si distingue sempre questo fatto capitale: — che presso i lidi il movimento verticale di ondulazione si trasforma, a misura della diminuzione di profondità, in moto di traslazione orizzontale, dotato di velocità più o meno grande;

b) Per effetto di questa trasformazione di movimento le onde acquistano un'azione orizzontale sulle spiagge e sulle coste poco profonde, che alle volte è molto energica; e per ciò si frangono violentemente contro gli ostacoli che incontrano e che tendono a rovinare ed a sconvolgere. La suddetta trasformazione può essere parziale o completa; possono generarsi i soli flutti di fondo o quelli correnti di superficie, o tutta la massa fluida diventar corrente;

c) La profondità alla quale il moto ondoso si rende sensibile, con azione efficace sul fondo, è assai maggiore dell'altezza massima dei flutti tempestosi;

d) Se i flutti investono normalmente, o quasi, una parete verticale o poco inclinata, s'innalzano a grande altezza, ricadono e producono alla base erosioni ed escavazioni;

e) Quando il mare è animato da vento di traversia forte e continuo rispetto ad una spiaggia, questa è escavata al suo massimo; se il vento è debole, le onde si sviluppano dolcemente, elevandosi sulla spiaggia, e deponendovi le torbide la rialzano progressivamente in foggia di scanno o cordone litorale, che per molti lidi forma la base delle dune;

f) Se il vento è obliquo, anzichè escavare, fa acquistare al mare potenza al trasporto, e questo è massimo se la direzione del moto è di 45° con la costa; e vieppiù se coincide col moto di corrente. Se queste due forze sono invece di opposte direzioni, possono avvenire effetti inversi ed anche la temporanea fermata dei materiali in sospensione; da che hanno origine i banchi e le secche mobili ed isolate (2).

(Continua)

Ing. G. B.

(1) Da osservazioni ed analisi si deduce che nel Mediterraneo su 100 parti di sedimento, 20 sieno dovute alle corrosioni dei lidi, 30 alle torbide portate dagli affluenti, e 50 ai corpi organici subacquei — e nell'Adriatico, per gli stessi titoli, le quantità di 5-35-60.

(2) Altre specificazioni sul moto ondoso e sulle correnti potranno rinvenirsi gli studiosi, oltrechè nelle antiche opere del Guglielmini, del Castelli, del Brighenti e dello Zendrini, in quelle precitate, e massimamente nelle opere del Cialdi, nei trattati del Minard, dello Sganzin, del Reibell, del Bouniceau, ed in tante e tante memorie, fra le quali abbiamo già ricordate quelle dei nostri concittadini che sono più divulgate.

## FISICA SPERIMENTALE

SOPRA ALCUNI DATI TERMICI  
RELATIVI ALL'ACETATO DI SODIO  
E SUL SISTEMA DI RISCALDAMENTO ANCELIN.

Nota di A. BATTELLI e M. MARTINETTI.

Quattro anni sono, in una nota « Sur le chauffage des wagons, voitures, etc., etc., au moyen de l'acétate de soude cristallisé » (*Compt. Rend.*, 1881, xciii, pag. 309), l'Ancein proponeva il nuovo sistema di riscaldamento dei vagoni ora adottato da molte Società ferroviarie per mezzo dell'acetato di sodio cristallizzato introdotto negli scaldini invece dell'acqua. Ed è evidente il vantaggio; perchè mentre 11 litri di acqua abbassandosi da 80° a 40° non sviluppano che 440 calorie, 11 litri (15 chilogrammi) di acetato di sodio, raffreddandosi fra gli stessi limiti di temperatura, rendono, secondo i dati dell'inventore del metodo, 1739 calorie. E infatti i risultati ottenuti anche nella pratica furono molto soddisfacenti, come trovasi esposto in un articolo inserito in questo giornale (Aprile 1883, pag. 64).

Tuttavia il prof. Pagliani in un suo studio « Sopra il calore specifico di alcuni sali organici » (*Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino*, vol. xvii, 1881), avendo avuto occasione di determinare il calore specifico dell'acetato di sodio cristallizzato, trovò che fra 21° e 57° esso è uguale a 0,485, mentre l'Ancein gli attribuisce allo stato solido il valore 0,32. E ciò verrebbe ad alterare alquanto il rendimento dato dall'Ancein, essendo questo basato sul calcolo del calore di fusione di quel sale, partendo dalla formola di Person; quantunque conservi sempre il sistema Ancein un grande vantaggio sopra quello ad acqua.

Perciò pensammo che sarebbe stato utile risolvere la questione, determinando sperimentalmente i due calori specifici ed il calore di fusione dell'acetato di sodio.

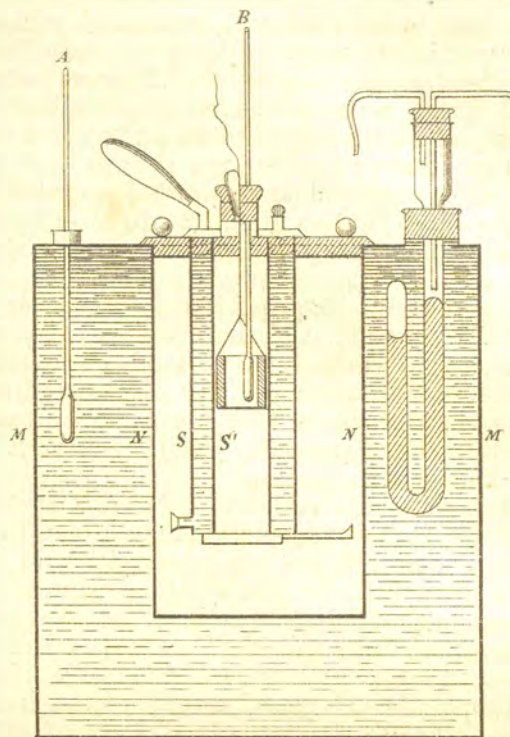
L'acetato di sodio da noi studiato è proveniente dalla fabbrica di Troumsdorff; e lo asciugammo diligentemente, lasciandolo per qualche tempo in sottilissimi strati compresso frammezzo a fogli di carta bibula, che sovente si rinnovavano.

*Apparecchio adoperato.* — Il metodo da noi seguito è quello delle mescolanze, perchè lo stimammo il più conveniente a darci valori esatti in questo caso. L'apparecchio di riscaldamento consiste in un grande recipiente M di latta ripieno d'acqua, entro il quale è immerso un altro recipiente N vuoto, chiuso al di sopra da un coperchio spaccato in due e forato in mezzo per lasciar passare la stufa, ove trovasi il corpo.

Nel coperchio poi che chiude lo spazio anulare compreso fra i due recipienti sono praticati due piccoli fori per un termometro A ed un agitatore; e un altro foro più largo per un regolatore di Andreae (*Wied. Ann.* iv, 614), nello scopo di mantenere costante la temperatura del bagno.

La stufa da noi usata assomiglia a quella di Regnault, essendo costituita da due tubi di latta S ed S', uno saldato dentro l'altro. Lo spazio anulare è chiuso al di sopra e al disotto con lamina di latta, ad eccezione di un'apertura nel coperchio superiore, che si tappa con un sovero in cui è un piccolo foro per un agitatore. Anche nella parte inferiore lo spazio anulare si trova in comunicazione coll'esterno per mezzo di una tubulatura che può venir chiusa da un sovero. Lo spazio anulare veniva riempito con acqua. Il tubo interno invece è aperto da ambe le parti, ma al disotto può venire istantaneamente chiuso e riaperto per mezzo di una lamina scorrevole, e al di sopra vi si adatta un sovero, attraverso a cui passa un termometro B già campionato. Nello stesso sovero vi è un foro per lasciar passare il filo che sostiene il corpo dentro al tubo interno, il quale filo è trattenuto per mezzo di un tappo. Finalmente un manico di legno, che s'innalza alquanto al di sopra della stufa, serve a poterla agevolmente trasportare.

L'acetato, ben asciugato nel modo sopraddetto, veniva posto in vasetti di ottone di forma anulare, la cui larghezza interna era di 8 millimetri, lasciando in mezzo uno spazio centrale aperto da ambe le parti e del diametro di due centi-



Fondo della stufa

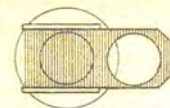


Fig. 2.

metri. E perchè l'acqua del calorimetro potesse liberamente muoversi entro questo spazio, furono fatti al vasetto tre piedini che lo innalzavano di un mezzo centimetro dal fondo. Il coperchio del vasetto era saldato, e aveva un piccolo foro da cui si faceva entrare l'acetato, il quale veniva difeso dall'umidità dell'aria per mezzo di un po' di petrolio che vi si versava insieme in modo da ricoprirlo appena; il petrolio serviva anche a rendere più agevole la trasmissione del calore attraverso la sostanza; di esso, con varie ed accurate esperienze, fu determinato il calore specifico. Quando il vasetto era collocato entro la stufa, il termometro B aveva il bulbo in mezzo alla tubulatura del vasetto medesimo.

La stufa si teneva nell'apparecchio di riscaldamento finchè la temperatura segnata dal termometro B fosse costante da circa un'ora, poi ad un dato momento si toglieva una metà del coperchio del recipiente N, si sollevava la stufa rapidamente sopra il calorimetro, nel quale, aprendo il fondo della stufa e lasciando scorrere il filo, si faceva scendere il vasetto; in tutta questa operazione non si impiegò mai più di 4 secondi.

Il calorimetro era di quelli che ordinariamente si adoperano nel metodo delle mescolanze, ed in esso era immerso un termometro diviso in decimi di grado, ben campionato, che si leggeva a distanza con un cannocchiale. Uno schermo di cartone era al disopra del calorimetro per difenderlo dal calore radiato della stufa nell'atto dell'immersione, e nello schermo vi era un foro per lasciar passare il vasetto. Altri schermi di latta e cartone riparavano il calorimetro dall'influenza dell'apparecchio riscaldante.

L'equivalente in acqua del calorimetro, dell'agitatore e del termometro in esso immersi, fu determinato sperimentalmente.

*Determinazioni del calore specifico allo stato solido.* — Per tutte le determinazioni del calore specifico allo stato solido nel calorimetro fu posta acqua, e perchè non vi si sciogliesse l'acetato, il foro che era nel coperchio del vasetto veniva,

dopo la introduzione dell'acetato e del petrolio, chiuso con una goccia di saldatura.

Il calore specifico allo stato solido si dedusse dalla formula:

$$(a + pc)(\theta - T) = P(T - t)$$

- ove:  $a$  è l'equivalente in acqua del vasetto e del petrolio;
- $p$  il peso dell'acetato sodico;
- $c$  il suo calore specifico allo stato solido;
- $P$  il peso dell'acqua del calorimetro, compreso l'equivalente in acqua dello stesso, dell'agitatore e della parte immersa del termometro;
- $\theta$  la temperatura dell'acetato al momento dell'immersione;
- $t$  la temperatura iniziale
- $T$  id. finale

*Determinazioni fra 0° e 15°.* — In queste esperienze lo spazio anulare della stufa fu riempito di ghiaccio, e quindi non furono usati i 2 recipienti M, N.

Sono esposti nella tabella seguente i dati ottenuti dalle esperienze:

N°	$a$	$p$	$P$	$\theta$	$t$	$T$	$c$
1	5 <sup>gr</sup> ,12	11 <sup>gr</sup> ,90	205,02	+1°,37	15°,76	15°,10	0,397
2	4 <sup>gr</sup> ,92	12 <sup>gr</sup> ,06	204,34	+1°,03	15°,58	14°,92	0,397
3	5 <sup>gr</sup> ,13	14 <sup>gr</sup> ,66	204,30	+0°,39	15°,20	14°,46	0,383
Valore medio							0,392

*Determinazioni fra 47° e 15°.* — L'acqua che si poneva nella stufa aveva già inizialmente la temperatura di circa 50°, ed i risultati ottenuti sono registrati nel seguente quadro:

N°	$a$	$p$	$P$	$\theta$	$t$	$T$	$c$
4	3,15	18,63	204,30	46°,71	15°,90	17°,65	0,491
5	»	»	204,35	46°,79	15°,72	17°,50	0,508
6	»	»	204,25	46°,75	15°,94	17°,72	0,502
7	»	»	191,39	47°,71	15°,97	17°,85	0,481
Valore medio							0,495

Questo valore del calore specifico è concordante con quello ottenuto dal prof. Pagliani, e si vede inoltre che il calore specifico allo stato solido dell'acetato di sodio cristallizzato cresce notevolmente col crescere della temperatura.

*Determinazioni del calore specifico allo stato liquido e del calore di fusione.* — Dobbiamo osservare che, avendo dapprima adottato il sistema di saldare il foro del coperchio del vasetto anche per le determinazioni allo stato liquido, ottenemmo per cinque determinazioni di seguito risultati relativamente piccolissimi, ma tuttavia molto concordanti fra di loro. Allora aprimmo le cestelle, ed istantaneamente si sviluppò il calore di fusione dell'acetato. Esso era rimasto sopraffuso, nè erano bastate tutte le scosse ricevute a determinarne la solidificazione. Perciò fu lasciato di poi sempre aperto il foro, e nel calorimetro in luogo di acqua fu posto petrolio, e per avere la pronta solidificazione dell'acetato, appena immerso il vasetto nel calorimetro si faceva penetrare per un istante entro il foro un sottilissimo tubo di vetro che era stato fino allora immerso nell'acetato.

Il calore specifico allo stato liquido ed il calore di fusione furono determinati mediante sistemi di 2 equazioni:

$$a(\theta - T) + pC(\theta - \tau) + p\gamma + pc(\tau - T) = P(T - t)$$

$$a'(\theta' - T') + p'C(\theta' - \tau) + p'\gamma + p'e(\tau - T') = P'(T' - t')$$

ove  $a p c \theta t T$  hanno gli stessi significati che avevano nell'equazione per il calore specifico allo stato solido, e

$P$  è l'equivalente in acqua del petrolio nel calorimetro, compreso l'equivalente del calorimetro stesso, ecc.

$\tau$  la temperatura di fusione dell'acetato di sodio, cioè 59°;

$c$  il calore specifico allo stato liquido;

$\gamma$  il calore di fusione; ed

$a' p' \theta' t' T' P'$  sono i valori corrispondenti di un'altra determinazione.

Per  $c$  si prende il valore medio trovato 0,495.

I valori sperimentali ottenuti delle su riferite quantità sono consegnati nel seguente quadro:

N°	$a$	$p$	$P$	$\theta$	$t$	$T$
8	4 <sup>gr</sup> ,20	20 <sup>gr</sup> ,45	61 <sup>gr</sup> ,08	78°,37	20°,70	52°,09
9	4 <sup>gr</sup> ,80	17 <sup>gr</sup> ,28	69 <sup>gr</sup> ,42	74°,81	21°,95	45°,48
10	1 <sup>gr</sup> ,77	16 <sup>gr</sup> ,64	70 <sup>gr</sup> ,94	71°,70	17°,38	38°,73
11	1 <sup>gr</sup> ,76	18 <sup>gr</sup> ,47	70 <sup>gr</sup> ,16	61°,93	19°,64	41°,16
12	4 <sup>gr</sup> ,65	22 <sup>gr</sup> ,03	69 <sup>gr</sup> ,10	60°,11	19°,30	43°,03

Dalla 8<sup>a</sup> e dalla 11<sup>a</sup> osservazione risolvendo le due equazioni si hanno i seguenti valori:

Calore specifico fra 78° e 59° . . . . . 0,801

Calore di fusione . . . . . 67,00

Dalla 9<sup>a</sup> e dalla 12<sup>a</sup>:

Calore specifico fra 75° e 59° . . . . . 0,790

Calore di fusione . . . . . 67,01

Dalla 10<sup>a</sup> e dalla 12<sup>a</sup>:

Calore specifico fra 72° e 59° . . . . . 0,785

Calore di fusione . . . . . 67,00

Media del calore specifico allo stato liquido . . . . . 0,792

Media del calore di fusione . . . . . 67,005

**Applicazione dei risultati ottenuti al caso pratico degli scaldini nei vagoni delle strade ferrate.**

Se ora passiamo ad applicare questi risultati al caso pratico degli scaldini delle ferrovie, sapendo che ciascuno di essi contiene 11 litri, cioè 15 chilogrammi di acetato, nel raffreddarsi da 80° a 40° ciascuno di essi renderà le seguenti quantità di calore:

Calorie sviluppate allo stato liquido:

$$0,792 (80^\circ - 59^\circ) \times 15 \dots = 248$$

Calorie di fusione:

$$67,005 \times 15 \dots = 1005$$

Calorie allo stato solido:

$$0,495 (59^\circ - 40^\circ) \times 15 \dots = 141$$

Totale calorie 1394

Di qui si vede che, secondo le nostre esperienze, l'acetato di sodio porge un mezzo di riscaldamento meno potente di quello che risulterebbe dai dati di Ancelin; esso però ha sempre un alto vantaggio sul riscaldamento ad acqua, permettendo uno sviluppo di calore tre volte più grande.

Dal Laboratorio di Fisica dell'Università di Torino,  
Aprile 1885.

## NOTIZIE

**Penetrazione della luce nelle acque profonde.** — La Società di fisica e storia naturale di Ginevra ha intrapreso lo studio delle questioni relative allo assorbimento della luce dagli strati più o meno spessi dell'acqua purissima del lago Lemano.

I signori Fol e Sarasin hanno ricercato specialmente, coll'aiuto della fotografia, il limite estremo che raggiunge la luce del giorno nella profondità del lago. Le loro esperienze hanno consistito nell'espore una lastra fotografica a profondità diverse nel lago. Le lastre, trattate col gelatinobromuro, erano contenute in un apparecchio speciale permettente di esporle durante un certo tempo su una posizione orizzontale, alla distanza voluta dalla superficie dell'acqua; si tenevano così esposte per dieci minuti.

Le esperienze furono fatte davanti ad Evian, dove il letto del lago presenta un piano della profondità di 315 metri, ed ebbero luogo la prima volta con un tempo calmo e un sole brillante; e la seconda volta con un tempo coperto, ma chiaro.

Risulta da queste esperienze che la luce del giorno penetra nelle acque del lago di Ginevra a 170 metri di profondità e forse anche più; a questa profondità la forza della luce è presso a poco paragonabile a quella che si vede in una notte chiara senza luna. A 120 metri la luce è assai forte. I signori Fol e Sarasin hanno osservato che in settembre, con un tempo coperto, la luce penetra in maggiore abbondanza e più profondamente nell'acqua che in agosto con un tempo bellissimo. Questi fisici si propongono di eseguire delle esperienze analoghe nel mare, dove la maggiore trasparenza dell'acqua può far supporre che il limite estremo dei raggi luminosi si troverà ad un livello ancora più basso.

(*Rivista scientifico-industriale*).

**Del modo di fabbricare il vetro compresso.** — Il signor Federico Siemens ha fatto conoscere alla *Società delle Arti* di Londra i suoi nuovi procedimenti per la fabbricazione del vetro compresso. Lo scopo di questi procedimenti è di ottenere che il vetro si raffreddi non già in ragione della superficie, ma del volume. Quando si lascia raffreddare una lastra di vetro liberamente all'aria, è evidente che i suoi bordi si raffreddano molto più prestamente che non la parte interna, ed è questo ineguale raffreddamento la causa di uno stato di tensione molecolare in tutta la massa, che viene completamente evitato, seguendo i procedimenti del Siemens, i quali sono essenzialmente tre.

Il primo riguarda la fabbricazione di vetro compresso mediante l'impiego dello strettoio idraulico. Tagliato della forma e dimensioni volute e posto in un forno a gas, il vetro è anzitutto riscaldato per irradiazione fino ad ottenerne il rammollimento completo. Raggiunta così la temperatura richiesta, lo si ritira e comprime fra due piastre metalliche fredde, e l'abbassamento di temperatura che ne consegue determina il grado di durezza che si vuole dare al vetro. Se è un vetro molto duro che si vuole, dev'essere portato ad una temperatura molto elevata, e comprimersi fra piastre di rame, di cui è nota la maggiore conducibilità per il calore. Se la durezza del vetro dev'essere minore, lo si riscalda a temperatura meno elevata, ottenendone poi il raffreddamento fra piastre di ghisa. Se infine non occorre che poca durezza, le piastre di ghisa vengono ricoperte di cartone d'amianto, ovvero sostituite da tavolette di terracotta. Il riscaldamento di una lastra di vetro ordinaria richiede un minuto ed il raffreddamento mezzo minuto. Naturalmente occorre impiegare del vetro ben omogeneo e di prima qualità. Di vetro compresso sono ordinariamente fabbricati coppe e bicchieri di tutte le forme; ma si fanno anche lavori svariati e smaltati, come, ad esempio, lettere da insegne di botteghe, e via dicendo. Si ottennero alcuni campioni di tale durezza da non essere intaccati dal diamante. La resistenza può arrivare ad essere otto volte quella del vetro non compresso.

Vuolsi però notare che, in grazia dell'alta temperatura che si deve raggiungere, gli smalti refrattari, quali, ad esempio, si impiegano per le porcellane, possono essere benissimo adoperati, e lo smalto diviene indistruttibile quanto il vetro stesso, mentre coi procedimenti ordi-

nari, la temperatura essendo più bassa, è d'uopo impiegare smalti piuttosto fusibili, che non aderiscono bene al vetro e non possono resistere all'azione degli acidi anche i più innocui. Epperò si vede come il sistema della compressione del vetro conduca per se stesso a quella di una smaltatura perfetta e grandemente economica, inquantochè non è necessario un nuovo riscaldamento.

Ciò che è molto essenziale è che il riscaldamento ottengasi rapidamente e solo per irradiazione, perchè non abbia a soffrirne la superficie degli oggetti e la loro bellezza. Il piano di posa del forno esser deve bene unito e fatto con lastre di terracotta o di gres, cosperse di polvere di talco e mantenute in perfetto stato, ed immediatamente sostituite con altre, appena diano segno del benchè minimo degradamento.

Un secondo procedimento è quello di una semi-compressione del vetro, per tutti quegli oggetti che non possono essere sottoposti all'azione dello strettoio. Si riscaldano ancora per irradiazione, avendo ben riguardo che la temperatura del forno sia inferiore a quella che potrebbe produrre la deformazione. Ogni oggetto viene in seguito collocato in una scattola di ghisa, munita internamente di tasselli che lo rendano immobile, pur toccandolo nel minor numero di punti. La scattola di ghisa è così esposta all'aria libera, ed il vetro raffreddato acquista una resistenza che è tre volte quella del vetro ordinario.

Un terzo procedimento consiste in un particolar modo di colare il vetro, per cui la resistenza è aumentata nella proporzione di uno a quattro ed ottengono prodotti di forme svariatissime ed impossibili ad essere ottenute col vetro ordinario. Da un forno a fusione continua il vetro è colato in certi stampi fatti di materie speciali, aventi presso a poco lo stesso coefficiente di conducibilità e lo stesso calore specifico del vetro. Si può scegliere fra un miscuglio di solfato di barite e ferro magnetico, di porcellana pesta e vetro pesto, ai quali miscugli aggiungesi in proporzione conveniente della limatura di diversi metalli, ridotta in polvere finissima. Colato il vetro nel proprio stampo, si porta quest'ultimo nel forno, ed ottenutone il riscaldamento, lo si espone all'aria finchè sia raffreddato.

Il signor Siemens ha fatto eseguire con questi suoi procedimenti un gran numero di saggi svariati, tra cui delle piastre di ferro compresso, per la sala delle carte e dei piani della corazzata *Inflessibile*; delle borracce per l'armata, di cui diecimila sono già in servizio; traversine e regoli da tramvia; travi a doppio T e piastre da pavimenti di vetro colato.

I due primi procedimenti sono già sulla via di una vasta scala di applicazione: per il terzo il Siemens sta ora facendo costruire una fabbrica apposita, e senza dubbio sarà questo il più importante dal punto di vista commerciale per la molteplicità degli oggetti a cui tale fabbricazione si presta, e per il suo buon mercato (12 lire ogni 100 chilogrammi).

L'inventore crede che le sue idee saranno bene accolte nelle vetrie e che ad esse sarà riservato un grande avvenire.

(*Annales Industrielles*).

## BIBLIOGRAFIA

## I.

**Concorso internazionale di apparecchi elevatori d'acqua a Cagliari.** — Pozzi Norton e Modenesi. — *Annali di Agricoltura*. Op. in 8° di pag. 41. Roma, 1884. — Prezzo L. 1,40.

Preoccupato delle frequenti siccità a cui soggiacque la Sardegna, per modo da soffrire penuria d'acqua non solo per la irrigazione dei campi, ma quel che è più, financo per l'alimentazione degli animali e degli abitanti, il Ministero d'agricoltura, industria e commercio pensò altresì a promuovere col premio e coll'esempio la ricerca e l'uso delle acque sotterranee, decretando a tal fine avesse luogo in Cagliari un concorso internazionale di meccanismi ed apparecchi elevatori d'acqua.

Il concorso fu aperto il giorno 11 novembre 1883, e vi hanno preso parte all'incirca venti espositori. Gli apparecchi e le macchine esposti sommarono a cinquanta circa.

Nella classe 1° del concorso, concernente gli apparecchi perforatori dei pozzi tubulari, muniti delle rispettive pompe aspiranti (pozzi Nor-

ton), si misurarono due rinomati costruttori, il cavaliere Piana di Badia (Polesine) e la casa Bale and Edwards, che ha sede in Napoli ed in Milano.

La classe 2ª del concorso, che doveva comprendere le trivelle e gli apparecchi per i pozzi modenesi, detti pure artesiani, o pozzi trivellati, andò deserta.

La classe 3ª, che comprendeva tutte le macchine elevatrici dell'acqua, come bindoli, rosari, norie, coclee, ruote, arieti, trombe e pulsometri, ebbe il maggior numero di concorrenti. Furono sempre in azione nel vasto cortile di San Lucifero un timpano, una grossa pompa Douglas, un rosario Mourray, una noria tutta di ferro, una pompa aspirante e premente a tre cilindri, un rosario Cominacini, una pompa a collare a due stantuffi, ciascuno di questi sei apparecchi mosso da un cavallo attaccato ad un maneggio; inoltre una nuova pompa rotativa, d'invenzione dell'ingegnere Oeser, mossa dal vapore; una pompa centrifuga ed una a stantuffo, mosse pure da una locomobile, e due pulsometri, uno di piccolo e l'altro di grande modello, che ricevevano il vapore da apposita caldaia verticale; infine funzionavano un ariete, molte pompe a mano Noel, Filadelfia, ecc., ed altri ben ideati rosari pure a mano.

Nella classe 4ª riguardante i disegni di irrigazione, dei quali fosse dimostrata la possibilità dell'esecuzione e la utilità economica nella Sardegna, due soltanto furono i concorrenti, ma entrambi degnissimi per l'importanza dei progetti di bonificazione agraria da loro presentati, l'ingegnere Davies ed il Municipio di Cagliari.

La Commissione, com'era stabilito nel programma del concorso, ha proceduto colla massima cura possibile, per rapporto ai mezzi di cui ragionevolmente le fu dato di disporre, alla prova di ciascuna delle principali macchine esposte; ed in ispecie gli apparecchi di perforazione tubolare dei pozzi Norton furono pure sperimentati in due comuni vicini, Decimomannu e Elmas, nel duplice intento sia di far conoscere la semplicità, la speditezza ed il tenue costo dell'operazione, sia di esplorare in alcuni luoghi fino a quale profondità scorre l'acqua sotterranea di uso potabile, o quanto meno, buona per l'irrigazione.

L'incarico di stendere le tre relazioni riguardanti le due prime classi, la terza e la quarta, venne assunto rispettivamente dall'ing. Giuseppe Zoppi, dall'ing. prof. Francesco Milone, e dall'ing. Tito Pasqui.

Nel fascicolo degli *Annali di Agricoltura* che ci sta sott'occhi, è pubblicata la relazione sugli apparecchi ed i meccanismi delle due prime classi, lavoro accurato dell'ing. Zoppi, che per essere da parecchi anni addetto al Corpo delle miniere per la Sardegna, e per essere stato il Presidente della Commissione ordinatrice del concorso di Cagliari, era indicatissimo a suggerire le applicazioni possibili ed utili per l'isola di Sardegna.

La relazione è divisa in due parti. La prima riguarda i pozzi Norton, chiamati anche pozzi americani perchè inventati in America, o pozzi di Abissinia, perchè molto adoperati dagli inglesi nell'ultima spedizione in quella contrada. Consistono essi in una serie di tubi lunghi ognuno da 1 a 3 metri, e del diametro interno dai 3 ai 7 centimetri, a seconda della quantità d'acqua che si spera ottenere; i più usati hanno il diametro di 5 centimetri. I tubi sono di ferro; l'inferiore, che deve penetrare pel primo ed aprire così la strada ai successivi, è munito alla sua estremità di una punta di acciaio temperato, e l'ultima parte di detto tubo, per la lunghezza di 60 cent. od anche più, è coperta di fori del diametro di 3 mm. diretti obliquamente in modo che la terra non li possa otturare durante la discesa; quando questa parte è penetrata in uno strato acquifero, l'acqua per la differenza di pressione può facilmente penetrare nel tubo. Convien che tutta la porzione forellata al disopra della punta sia penetrata nello strato acquifero, perchè, pompando, i fori superiori potrebbero lasciar passare aria. Si avvita la pompa aspirante all'estremità superiore, assicurando con mastice la ermeticità dell'unione, e facendola funzionare, dopo di aver gettato acqua sopra lo stantuffo, si estrae aria e poi acqua. L'acqua esce dapprima torbida e con molta sabbia, ma poi va man mano chiarendosi e infine vien fuori limpida.

Il pozzo Norton non può servire che per profondità inferiori ai 9 metri; ma se il pozzo discende senza troppo grandi difficoltà, conviene continuare per altri tre o cinque metri, perchè il più delle volte l'acqua ha una pressione e sale per alcuni metri nel tubo, e talvolta si vede a zampillare di per sé dalla bocca superiore del tubo.

L'ing. Zoppi premette la descrizione di tutto il materiale necessario per l'affondamento dei tubi coll'aiuto dei disegni del pozzo Norton esposto dal cav. G. Piana di Badia (Polesine), che fu quello che diede i migliori risultati; descrive in seguito minutamente le manovre per l'affondamento, l'espurgo, e l'estrazione. In seguito, fatta la storia dei ripetuti esperimenti eseguiti in alcuni punti della città di Cagliari, non meno che a Decimomannu e ad Elmas, il relatore conchiude come dalle esperienze fatte sia risultato che il Piana presentossi all'esposizione con tutti gli apparecchi necessari per lavorare, con materiale di prima qualità, tubi di ferro appositamente fabbricati in Germania, e con utili modificazioni e perfezionamenti, dal Piana stesso ideati. Così il Piana ai fori cilindrici sostituì quelli elicoidali, ed anzi ha

privativa per questo; alle ordinarie chiavarde del collare di percossa sostituì chiavarde ben fatte e con la faccia dei dadi interna sferica invece che piana, per ovviare in parte all'inconveniente che può far nascere un operaio mal pratico serrando troppo l'una, e non alternativamente l'una e l'altra. E poichè le valvole a libretto sono sempre guaste pompando acqua e sabbia, il Piana adotta valvole sferiche di servizio, e poi valvole a libretto quando l'acqua esce limpida. Oltre agli ordinari tubi di spurgo, il Piana aveva la pompa premente con uno speciale ritegno per i piccoli tubi; aveva infine il martinetto per la estrazione, senza del quale i tubi affondati, sia a Decimomannu, sia ad Elmas, non si sarebbero potuti estrarre tanto facilmente.

Per tutte queste ragioni, la Commissione giudicatrice assegnò al cav. Giuseppe Piana il premio della medaglia d'oro per la costruzione perfezionata di pozzi Norton, unitamente all'acquisto di due apparecchi da parte del Ministero, la medaglia speciale d'argento concessa dal Municipio di Cagliari, e il diploma speciale accordato dal Comizio agrario.

La relazione dell'ottimo ing. Zoppi estendesi sulle numerose applicazioni che in Sardegna possono avere i pozzi Norton, specialmente in tutto il Campidano da Cagliari a Iglesias e Oristano, e nella bassa vallata del Tirso, del Temo, del Flumendosa, ecc., dove si beve acqua pessima, e vi sono epoche di siccità straordinarie in cui manca assolutamente l'acqua per abbeverare il bestiame, mentre un pozzo Norton affondato nei luoghi depressi e negli alvei dei rivi disseccati potrebbe ancora somministrare acqua sufficiente ai bisogni più urgenti, e molto migliore di quella dei pozzi comuni.

L'esperienza fatta coi pozzi Norton a Decimomannu ha provato questo fatto: mentre l'acqua dei pozzi comuni raccoglienti lo scolo degli strati superficiali conteneva 3 grammi di sali fissi, l'acqua avuta dal pozzo Norton, da uno strato di sabbia sotto un tenace strato di grossi ciottoli cementati da argilla che difficilmente lascia comunicare con le acque superficiali, non ne conteneva che grammi 0,7. E ugual fatto si verificherebbe in tutto il Campidano, dove a poca profondità si ha acqua salmastra, ma approfondandosi di più si ha acqua migliore, perchè non soggetta ad evaporazione.

È a sperare che l'isola di Sardegna approfitti di quanto il Ministero d'agricoltura ha voluto fare. I pozzi Norton completi lasciati a disposizione dei Comizi agrari di Cagliari e di Sassari, ed i premi concessi ai Comuni che dimostreranno di aver trovato acque potabili per mezzo dei pozzi Norton, non che la facoltà di servirsi occorrendo degli Ingegneri del R. Corpo delle miniere, sono ottime disposizioni, le quali dovrebbero bastare a fornire di acque potabili buona parte dei villaggi della pianura di Sardegna.

Nella seconda parte della relazione l'ing. Zoppi esprime il rammarico della Commissione giudicatrice per la mancanza di espositori nella 2ª classe, riguardante i pozzi trivellati. E a deplorarsi che nessun Consiglio comunale abbia voluto approfittare della occasione del Concorso per intraprendere l'esecuzione di uno o più pozzi trivellati; chè allora non avrebbe mancato qualche casa intraprenditrice di mandare i suoi apparecchi. Tuttavia il relatore, colla scorta di quanto ha già suggerito il Lamarmora, crede bene di indicare quali località in Sardegna possano offrire probabilità di riuscita per i pozzi trivellati. In Cagliari, ad es. a San Lucifero, uno di tali pozzi raggiunse la profondità di metri 295, incontrando sei lame d'acqua, fra cui la sesta era la più abbondante di acqua potabile, e poteva sollevarsi fino a m. 5,50 sul livello del mare.

Oltre a Cagliari, il Lamarmora è d'avviso che a Cabras, ad Oristano, nella Trexenta, e nella Marmilla debbano avere probabile riuscita i pozzi trivellati; e l'ing. Zoppi conchiude che i Comuni della Trexenta dovrebbero unirsi in consorzio e coll'aiuto della Provincia e del Governo attraversare con un pozzo trivellato il terreno pliocenico della Trexenta; il quale, per essere costituito da calcare marnoso, presentasi in condizioni molto facili per la esecuzione di un foro di trivellazione. E così nell'ipotesi si debba raggiungere la profondità di 100 metri, pur cominciandosi col diametro di 20 centimetri, non avrebbesi ad incontrare una spesa superiore a 12 mila lire.

G. S.

## II.

**Acque dei corsi sotterranei e mezzi di utilizzarle**, Memoria dell'ingegnere Michele Capito, professore d'idraulica nella Regia Scuola di Applicazione per gli Ingegneri di Palermo. — Op. in-8° di pag. 60 e due tavole. — Palermo, 1884.

Anche in Sicilia è all'ordine del giorno la questione di avere acque buone e in grande copia dal sottosuolo per i bisogni molteplici e sempre crescenti della pubblica igiene, dell'agricoltura e delle industrie. In quell'isola mancano le piogge per quattro o cinque mesi dell'anno; e mancano per di più le nevi, che col lento liquefarsi possono alimentare le scaturigini. Ma ad ogni modo risulta che annualmente l'acqua caduta nei pluviometri raggiunge in media l'altezza di m. 0,60, per cui la superficie dell'isola essendo di 29241 chilometri quadrati, avrebbesi annualmente un volume d'acque pluviali di ben 17544 milioni di metri

cubi, ossia *venti volte* il volume totale, che gli ingegneri del macinato misurando calcolarono, per le acque tutte scorrenti alla superficie dell'isola.

Volendo pur fare la ben dovuta parte alla evaporazione, vedesi dunque in quale rilevantissimo volume le acque vadano penetrando nel suolo per scorrervi sotterranee e latenti; e come non meno importante del regime idrografico visibile che alimenta i ruscelli, i torrenti ed i fiumi, sia un altro regime idrografico sotterraneo intimamente legato alla natura dei terreni, ed alla struttura delle rocce.

L'egregio ingegnere Michele Capitò prese a sviscerare a fondo il problema dei corsi d'acqua sotterranei, studiò come essi si formino, come siano alimentati, come siano le sorgenti che ne dipendono, la natura dei terreni in cui si possono rinvenire, il loro andamento ed il loro regime. In questo studio non gli fu soltanto di guida la serie grandissima delle pubblicazioni di cui il chiaro professore addimostrasi conoscitore ed imparziale commentatore; ma non poche sue perspicaci osservazioni che da molti anni andava facendo, segnatamente nel bacino di Palermo, mentre gli offerse gli elementi di fatto i più positivi sulla esistenza e sulla importanza di questi veri corsi d'acqua sotterranei, gli suggerirono ad un tempo i più sicuri criterii sul modo migliore di utilizzarli.

Gli innumerevoli filetti d'acqua che attraversano per legge di gravità le terre e i sottostanti strati permeabili, non procedono già senza leggi tosto che sono pervenuti sopra strati impermeabili; essi corrono invece sotterra così come fanno le acque piovane alla superficie. Ed al par dei corsi d'acqua apparenti, anche nei corsi sotterranei ogni aumento dell'alimentazione si risolve in una elevazione del pelo supremo, e viceversa, ogni diminuzione in un abbassamento. Qualunque ostacolo si venga ad opporre al corso delle acque sotterranee, esso dovrà senza dubbio apportare una sopraelevazione del loro pelo; ed una diga fatta attraverso ad un alveo sotterraneo, la quale, ben inteso, si incastra nel fondo relativamente impermeabile, e nei fianchi o contrafforti egualmente impermeabili della vallata, intercetterà il deflusso e produrrà un rigurgito che sarà sensibile a monte per una certa estensione.

Si sarà così formato un grande serbatoio sotterraneo analogo in tutto ai serbatoi artificiali all'aperto che si ottengono dalla chiusura di certe speciali vallate mediante costosissime arginature; col vantaggio che il serbatoio sotterraneo può essere comunque esteso in superficie, senza che riesca tolta alla coltivazione l'area corrispondente di terreno, e quel che è più, restano evitate le perdite non lievi per la evaporazione, e le infiltrazioni.

L'idea di queste dighe sotterranee, chiaramente ed esplicitamente espressa dal Darcy, quando accennava al metodo più opportuno per rendere utile in Digione la sorgente di Sainte Foy, non pare, almeno da quanto a noi risulta, abbia avuto mai alcuna applicazione, tranne che presentemente in Sicilia, nel comune di Trabia, per merito segnatamente del professore Capitò che propose il progetto e ne diresse i lavori, e della nobile casa di Trabia che fiduciosa accettava la proposta e ne sostenne le spese.

Naturalmente questi lavori esigono lo studio preventivo e diciamo pure il rilievo dell'irregolarissimo andamento dell'alveo impermeabile sul quale insiste il fiume sotterraneo che scorre attraverso la formazione permeabile. E non è a dire quanto accidentate ed irregolari si presentino le sezioni di tali alvei. Ma delle irregolarità stesse è d'uopo sapersi abilmente servire a vantaggio dell'opera che si ha in animo di attuare.

La chiusa sotterranea di Trabia, della lunghezza di circa 180 metri, ha raggiunto perfettamente lo scopo; ultimata la costruzione e chiuse le bocche di scarico, dopo due ore l'acqua si elevò di 9 metri; era il 4 aprile 1884; e il 2 luglio seguente, il prof. Capitò, misurata la portata di tutte le scaturigini, la trovò di litri 191 e mezzo per minuto secondo, con aumento di litri 85 sulla portata che avevasi nel 1881, prima che si incominciassero quei lavori. E ciò, malgrado che il 1884 fosse un anno di siccità eccessiva, per cui è da ritenere che in anni normali l'aumento risulti ancora maggiore. Ad ogni modo l'acqua rinvenuta compensa largamente il capitale speso nelle costruzioni (lire 200 mila circa); concedendo l'acqua al minimo prezzo offerto, si ricaverrebbe più del 10 per 100 sui capitali impiegati; e se l'opera si fosse fatta in Palermo, dove l'acqua si paga L. 0,15 e perfino 0,20 il metro cubo, avrebbesi avuto in un anno solo il rimborso dell'intera spesa sostenuta.

L'egregio ing. Capitò non esclude punto con questo suo sistema alcuno degli altri metodi fin qui adoperati; poichè una volta fermato il corso sotterraneo delle acque, ed elevatone per quanto è possibile il livello, i pozzi, e con essi tutta la serie delle macchine elevatorie, troveranno facilitata la via al loro impiego. Ma ben a ragione l'esimio professore insiste sulla confusione d'idee che può nascere tra le dighe sotterranee in parola ed i canali emungitori o gallerie filtranti; queste gallerie, di cui si hanno molti esempi a Palermo, riescono in generale inefficaci e dannose quando vogliono farsi servire come conserve di acqua. E non è solo a Palermo che vi è l'abitudine di cavar cunicoli per farli servire da gallerie filtranti; se non che molte volte non potendosi approfondire gli scavi tanto da raggiungere la formazione impermeabile,

si pensa, appena attinta la lama liquida, a costruire canali sotterranei emungitori che abbraccino la zona ritenuta acquifera. In certi casi da questa pratica si può ritrarre, è vero, qualche mediocre vantaggio, inquantochè si facilita lo scolo dei filetti liquidi latenti; ma quando, per eccezionale siccità, avvenga un generale abbassamento di pelo delle acque sotterranee, non è poi tanto raro il caso di veder simili gallerie quasi interamente asciutte.

Il chiarissimo autore termina la sua Memoria additando taluni punti dell'Agro Palermitano nei quali per le favorevoli condizioni del sottosuolo potrebbero costruirsi molto utilmente dighe sotterranee, ed ottenere, oltre al bonificamento di plaghe inferiori, nelle quali le acque ristagnano, ricchissime falde liquide, con cui irrigare agrumeti ed ortaglie, e che dovrebbero condursi a Palermo, dove presentemente da un litro d'acqua al minuto secondo ricavasi il reddito di lire 3000 annue.

G. SACHERI.

### III.

B. HASSELBERG. — Ricerche sopra lo spettro secondario dell'idrogeno. — Pietroburgo, 1883. — Riassunto del prof. A. Riccò, pubblicato nelle *Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani*, vol. XIII, 1884. — Op. in-4° di pag. 9.

Il dott. B. Hasselberg, astronomo-fisico nell'Osservatorio di Pulkova, ha con apparecchi perfezionati studiato di nuovo lo spettro secondario dell'idrogeno. L'apparecchio spettroscopico adoperato era costituito da due prismi di Rutherford: risultano essi da un prisma a base di triangolo rettangolo con un foro ovale, pieno di solfuro di carbonio, chiuso da due prismi di Crown, coll'angolo rifrangente di circa 40°. I due prismi di Rutherford erano fissati con gomma arabica sopra un disco di vetro nella posizione della minima deviazione dei raggi medi, e non venivano mai spostati; in tal modo anche i raggi che maggiormente si allontanano dalla direzione di minima deviazione, non perdono sensibilmente della loro chiarezza; e per di più la curva di dispersione forma un tutto continuo per l'intero spettro, cosicchè la riduzione in lunghezza d'onda può farsi con un solo sistema di coefficienti. Il cannocchiale aveva una lunghezza focale di 81 centimetri.

L'autore riferi alle righe solari le posizioni delle righe dell'H. Un certo numero di *linee fondamentali* dello spettro dell'H furono riferite direttamente a righe solari con 6 misure micrometriche; le altre righe dell'H furono riferite, ciascuna indipendentemente, alle fondamentali con 3 misure; quelle infine componenti stretti gruppi furono misurate passando dall'una all'altra successivamente.

Per determinare il valore di una parte del tamburo della vite micrometrica in U. A. si misurarono delle coppie di righe uniformemente distribuite nello spettro, delle quali si ricavò la differenza di lunghezza d'onda dalle tavole di Angström. Questi numeri si ritennero valere per la lunghezza d'onda media delle due righe solari adoperate. Siccome si doveva poi tener conto dell'aumentare della temperatura durante l'osservazione, si determinò il valore  $f$  (fattore di riduzione) di una parte per tre porzioni uguali in cui fu diviso lo spettro, esprimendolo con tre equazioni secondo il metodo dei minimi quadrati.

Siccome in queste misure l'errore probabile è appena 0.1 U. A., e il valore di  $f$  invece varia nella estensione dello spettro circa come da 100 a 15, così non era sufficientemente esatto dedurne la differenza di lunghezza d'onda semplicemente moltiplicando l'intervallo micrometrico per il valore del fattore  $f$  corrispondente alla lunghezza d'onda della riga da determinare; perciò l'autore dimostra ed applica la formola

$$\Delta\lambda = f_{0,1} \cdot \Delta i$$

la quale dà la differenza di lunghezza d'onda  $\Delta\lambda$ , quando si determini l'intervallo micrometrico  $\Delta i$  della riga incognita dalla principale, e si conosca il valore del fattore  $f_{0,1}$  corrispondente alla lunghezza d'onda media delle due righe.

Un capitolo importante della memoria si riferisce alla influenza della temperatura sulle osservazioni. Ma ciò che è più essenziale è la tabella delle lunghezze d'onda misurate (nel bel numero di 454) la quale è riprodotta nella nota del prof. Riccò, e che nella memoria originale è pure accompagnata dal disegno dello spettro secondario dell'idrogeno, cui essa rappresenta. S. P.

La Direzione ha pure ricevuto le seguenti altre pubblicazioni:

— Studi di ingegneria sanitaria. Fognatura domestica, per l'ingegnere Donato Spataro. — Op. in-8° di pagine 30. — Palermo, 1885.

— Intorno alle condizioni dell'agricoltura nei paesi risicoli. — Memoria del prof. Giuseppe Locarni, Presidente della Camera di Commercio ed Arti di Torino. — Op. in-8° di pagine 27. — Vercelli, 1885.

— Il progetto di nuovo scolo indipendente da Reno dallo Zaniolo al mare davanti al Consiglio provinciale di Ravenna. — Opposizioni e difesa. — Op. in-8° gr. di pagine 35. — Lugo, 1885.