



By iK6BAK

# IL NUOVO CIMENTO

## GIORNALE DI FISICA, DI CHIMICA E SCIENZE AFFINI

COMPILATO DAI PROFESSORI

C. MATTEUCCI E R. PIRIA

COLLABORATORI

PER LA FISICA

A. CIMA a Torino  
G. B. DONATI a Firenze  
R. FELICI a Pisa

PER LA CHIMICA

C. BERTAGNINI a Pisa  
S. CANNIZZARO a Genova  
S. DE LUCA a Parigi.

**Tomo III.**

GENNAIO E FEBBRAIO

(Pubblicato il 22 Aprile)

1856

TORINO

PRESSO I TIPOGRAFI-LIBRAI  
G. B. PARAVIA E C.<sup>la</sup>

PISA

PRESSO I TIPOGRAFI-LIBRAI  
FRATELLI NISTRI



Mentre vediamo sorgere ad ogni istante progetti grandiosi per ravvicinare col mezzo della telegrafia elettrica paesi lontani e divisi da ampi tratti di mare, e vistosi capitali porsi dai governi e dalla industria privata a disposizione dell'arte per provvedere ai bisogni ognora più crescenti di rendere rapide e sicure le comunicazioni con remote regioni, vediamo pure l'arte della telegrafia sottomarina non corrispondere pienamente alle tante speranze che in lei sono riposte. Molte corde telegrafiche sottomarine sono state poste in opera in questi tempi: di esse poche funzionano stabilmente, altre vanno soggette ad interruzioni frequenti e forse irreparabili, ed altre finalmente che sarebbero state destinate a portare all'atto progetti più vasti, hanno fallito nel tempo del loro affondamento. Ciò a parer nostro addimostra come la costruzione e l'annegamento delle corde telegrafiche sottomarine non riposino per anco sopra principii saldi e ben chiari, forniti sia dalla scienza, sia dalla pratica.

Volgendo nell'animo queste considerazioni, mentre avevamo sotto occhio i saggi d'alcune corde sottomarine che il sig. cav. prof. Matteucci ci avea con somma cortesia date ad esaminare, abbiám sentito sorgere dei dubbii circa ai metodi sin qui adoperati in tali operazioni, come pure intorno alle difficoltà che potrebbero incontrarsi nel porre ad esecuzione altre opere di simil genere, ma sopra una scala anche più vasta che pel passato. Questi dubbii si riducono a due sommi capi: se nelle operazioni sin qui eseguite sieno state prese di mira tutte le condizioni necessarie al buon esito del lavoro, avuto riguardo tanto alla costruzione delle corde, quanto al metodo di affondamento; in secondo luogo, se proseguendo ad usare simili metodi si potrebbero stabilire corde sottomarine in mari di profondità maggiori di quelle sin qui incontrate, se vi sia un limite cui non è dato oltrepassare senza che la corda si rompa pel proprio peso nell'atto dello affondamento, e qual sia questo limite.

Questi dubbii osiamo porre in luce, non perchè la nostra voce possa essere di alcun peso in una questione di tanta importanza,



ma unicamente per richiamare su di essa una più profonda attenzione dei periti nella scienza e nell'arte.

Per rispondere alla prima questione e nel prendere ad esame la costruzione dei telegrafi sottomarini, parmi debbano aversi in mira due condizioni importantissime, la facilità dell' affondamento della corda, la resistenza di essa alle degradazioni cui può andar soggetta nel fondo del mare. Riassumiamo brevemente i metodi che sono stati praticati per provvedere alle condizioni indicate. Cominciamo dalla seconda, come quella che ha tanta influenza sul rendere facilmente eseguibile la prima, imperocchè tanto maggiori essendo le dimensioni ed il peso di una corda, tanto più difficile riesce il farla discendere con sicurezza nel fondo del mare.

I costruttori di corde telegrafiche sottomarine hanno pensato di provvedere alla stabilità delle corde rivestendo con una armatura metallica i fili conduttori di rame isolati per mezzo di un involuppo di guttaperca. Quest' armatura metallica consiste generalmente in varii fili di ferro avvolti in lunghe spire attorno all' involuppo isolante: le dimensioni di tale armatura sono andate successivamente aumentando. Nella prima corda posta fra Calais e Douvres il cilindro centrale isolante era circondato da un solo filo di ferro di 5 millimetri di diametro, avvolto 40 volte sopra se stesso, pesando tutta la corda una tonnellata e un quarto al miglio inglese. La corda stabilita fra l'Inghilterra e i Paesi Bassi, è difesa da 40 fili di ferro di 5 millimetri di diametro, avvolti a spire, avendo nell' interno un solo filo conduttore di rame; un'altra corda fra Douvres e Calais ha 40 fili di 8 millimetri di diametro, essendovi 4 fili conduttori nell' interno; quella fra Douvres e Ostenda ha 44 fili di 7 millimetri e 6 fili interni e finalmente quella destinata dal sig. Brett a riunire l' Italia all' Algeria si compone di 42 fili di 8 millimetri e di 6 fili interni. Per maggiori dettagli nelle dimensioni delle varie parti costituenti le suindicate corde, veggasi la seguente :

**TAVOLA delle dimensioni e dei pesi di varie Corde sottomarine.**

Linee telegrafiche sottomarine.	Numero dei fili conduttori di rame.	Diametro di questi fili.	Diametro del cilindro costituito dai fili condut. e dalla gutta-perca.	Numero dei fili di ferro componenti l'armatura.	Diametro di essi.	Lunghezza delle spire misurata sull'asse.	Diametro totale della corda.	Peso approssimativo della corda per ogni chilometro.
Inghilterra ai Paesi Bassi.	4	0, <sup>m</sup> 0047	0, <sup>m</sup> 0065	40	0, <sup>m</sup> 005	0, <sup>m</sup> 240	0, <sup>m</sup> 0170	ignoto
Douvres-Calais . . . .	4	0, <sup>m</sup> 0046	0, <sup>m</sup> 0175	40	0, <sup>m</sup> 008	0, <sup>m</sup> 333	0, <sup>m</sup> 0340	3900
Douvres-Ostenda . . .	6	0, <sup>m</sup> 0048	0, <sup>m</sup> 0210	42	0, <sup>m</sup> 007	0, <sup>m</sup> 300	0, <sup>m</sup> 0360	4200
Italia-Algeria . . . .	6	0, <sup>m</sup> 0045	0, <sup>m</sup> 0230	42	0, <sup>m</sup> 008	0, <sup>m</sup> 468	0, <sup>m</sup> 0380	5000

Avverto che le accennate dimensioni e pesi sono stati dedotti da campioni di piccola lunghezza, e quindi segnatamente i pesi, potrebbero differire alquanto dal vero.

Quanto ai metodi di affondamento essi si riducono all'uso di un argano posto a bordo della nave che porta la corda, munito di freni che servano a diminuire l'accelerazione che acquista la corda nel cadere in seno alle acque.



Ora domandiamo noi: questi mezzi meccanici stanno essi in proporzione col soverchio peso della corda, saranno sempre atti a fare equilibrio alla forza viva che si accumula sempre più nella corda a misura che essa aumenta di peso e discende a maggiori profondità? L'esito doloroso dell'operazione eseguita tra la Sardegna e l'Algeria è provenuto appunto principalmente dalla rottura dell'argano che serviva a reggere la corda: ed una delle cause che han prodotto quella rottura è stato il peso soverchio della corda, come implicitamente confessa il sig. Brett nel suo Rapporto al Governo Imper. Francese, mentre propone di ridurre le dimensioni e quindi il peso della corda che va apparecchiandosi per rinnovare l'impresa. D'altronde è essa indispensabile cotesta sì solida e pesante armatura per difendere l'apparato conduttore dalle degradazioni? Una volta che la corda è calata, essa, crediamo riposerà sul fondo del mare per lunghi tratti, forse pendendo di quando in quando a cavalcioni a delle cavità, appoggiandosi a dei punti prominenti: in questo caso essa sarebbe in tensione, ma siamo d'opinione che tali circostanze non siano tanto frequenti perchè coteste posizioni difficili devono essere evitate nel profilo che prima si fa della linea secondo cui deve essere disposta la corda. Ora dunque nelle circostanze più comuni la corda riposando sul fondo del mare non è egli possibile che dopo qualche tempo rimanga sepolta nel fondo stesso fra le sabbie, le piante marine ed altri corpi che servirebbero in questo caso a tutelarla dalle degradazioni o almeno ad opporsi a quelle cause che cospirano a porla fuori di uso?

A queste nostre interrogazioni risponderà l'esperienza: noi le abbiamo fatte soltanto per fare apprezzare sempre più di quanta importanza, sotto ogni rapporto sia meccanico, sia economico, sarebbe il ridurre il peso delle nostre corde, quando ciò potesse farsi senza pregiudicare alla loro durata e quindi allo scopo cui sono destinate.

Alle considerazioni da noi ora fatte di volo, che si riferiscono ai metodi sin qui praticati per la costruzione e l'affondamento delle corde, altre più gravi ne rimane a fare sulle difficoltà, e diciamo pure sulla possibilità di condurre l'impresa, quando si abbiano ad incontrare profondità grandi di mare, e sui limiti, cui, coi mezzi sin qui usati, non è dato oltrepassare senza correre il rischio, come abbiamo detto, di vedere la corda rompersi mentre, nell'atto dello



affondamento, si appoggia con uno dei suoi estremi al fondo del mare e con l'altro al bordo della nave. Supponiamo, per semplicità, in primo luogo, che la corda composta di materiali eterogenei resista come se fosse unicamente di ferro e sia in posizione verticale: vediamo in questo caso quale lunghezza essa dovrebbe avere perchè si strappasse pel proprio peso. La formula che dà la meccanica per determinare la lunghezza  $L$  della corda è

$$L = \frac{R}{G},$$

ove  $R$  rappresenta la resistenza allo strappamento della sostanza di cui è formata la corda,  $G$  la gravità specifica della medesima. Nel caso nostro siccome la corda è immersa in un liquido e quindi perde di peso, dovremo sostituire, come è facile a riscontrarsi, alla formula citata l'altra

$$L = \frac{R}{G - G'},$$

essendo  $G'$  la gravità specifica del mezzo. Ponendo  $R = 4400^k$ , quale è stato dato dalle tavole per la resistenza allo strappamento dei fili di ferro di 3 millimetri di diametro (che presentano resistenza maggiore di quelli di diametro più grande),  $G = 7,7880$ ,  $G' = 1,0263$  troviamo

$$L = 6063^m, 56.$$

Abbiamo calcolato l'aumento che dovrebbe subire questo numero pel crescere della densità dell'acqua marina a grandi profondità e sotto sì enormi pressioni: ed abbiamo trovato che ad una profondità di 6000 metri il peso specifico dell'acqua di mare divenendo 1,0518, il valore di  $L$  dato superiormente riceve un incremento appena sensibile per le ricerche di cui si occupiamo.

Il risultato che abbiamo ottenuto è il più favorevole che mai possa aversi, imperocchè suppone che la resistenza della corda sia come se questa fosse composta unicamente di ferro: supponiamo ora invece, nel caso più sfavorevole, che essa sia formata in totalità di rame, come lo sono i fili conduttori posti nell'interno: ripetendo il calcolo fatto superiormente, prendendo  $R = 3040^k$  e  $G = 8,8785$  troviamo

$$L = 3871^m, 52.$$



La supposizione da noi fatta che la corda si disponga in posizione verticale non si verificherà realmente in pratica: essa si disporrà secondo una curva; la tangente a questa nel punto in cui si appoggia al bordo della nave sarà più o meno inclinata alla verticale: questa inclinazione aumenterà la tensione a cui van soggette le diverse parti della corda e quindi tenderà a render più piccoli i valori superiormente trovati per  $L$ , cioè restringerà sempre più i limiti delle profondità a cui potrà farsi con sicurezza discendere l'apparecchio telegrafico.

Avendo determinato le lunghezze limiti della corda nei due casi che essa sia formata o tutta di ferro o tutta di rame, resta che esaminiamo la resistenza che presenterà l'insieme dei due metalli nel modo in cui sono disposti nelle corde telegrafiche.

L'armatura di fili di ferro è avvolta attorno ad un cilindro di guttaperca entro il quale sono collocati i fili di rame. Ora questo insieme presenterà un tutto rigido in modo che i fili interni di rame non possano strapparsi se prima non si strappano quelli esterni di ferro, oppure scorrendo ed allungandosi entro la guttaperca si strapperanno prima dell'involucro, quando avranno raggiunto il limite che compete alla resistenza loro propria e che abbiamo superiormente calcolato?

Diretto dal chiarissimo sig. professore L. Pacinotti, ho istituito esperienze per farmi idea del come un involuppo di guttaperca potesse rafforzare un filo di rame e della difficoltà più o meno grande che questo può presentare a scorrer nell'interno dell'involuppo medesimo. Descriverò brevemente le esperienze fatte ed i risultati ottenuti.

Avendo preso un filo di rame rivestito di guttaperca quale si ha comunemente negli apparecchi telegrafici, lo abbiamo attaccato per un estremo ad un punto fisso coll'intermedio di un dinamometro, abbiamo attaccato all'altro estremo un peso di 40 kilogrammi e notato che il dinamometro segnava 6 gradi e  $\frac{2}{5}$ : poi tolti i pesi abbiamo stretto il filo verso il mezzo in una morsa di ferro con moderata pressione, quasi ad imitare la pressione con cui i fili di ferro dell'armatura delle corde sottomarine tengono la guttaperca aderente ai fili di rame; attaccati nuovamente i 40 kil. all'estremo del filo, il dinamometro segnò subito  $5^0 \frac{2}{5}$  e dopo 4 o 5 ore tornò a segnare  $6^0 \frac{2}{5}$  come nell'esperienza precedente, dimostrando così



che malgrado la pressione esercitata dalla morsa per tenere la guttaperca aderente al filo e determinare quasi in esso un punto fisso, la forza applicata ad un estremo si trasmetteva integralmente alla altra. Ripetuta la stessa esperienza stringendo la morsa con grandissima forza abbiamo veduto che per quanto si aumentasse il peso all'estremo inferiore del filo, esso non si trasmetteva al dinamometro, di modo che la guttaperca stretta contro il filo determinava realmente in esso un punto fisso e gli impediva di scorrere.

Caricato il filo gradatamente sino al 74 chil. senza che si avesse segno di trasmissione di forza al disopra della morsa, esso ha finito con istrapparsi inferiormente presso la maglia che serviva a sostenere i pesi. Alcuni istanti prima che avvenisse la rottura, il filo ha subito un notevole allungamento, si è assottigliato scorrendo entro la guttaperca in modo da uscire dal suo involuppo per una lunghezza di 4 centimetri. L'assottigliamento subito dal filo si è constatato assai facilmente, imperocchè tolto dai punti fissi e reciso nel punto in cui era stretto dalla morsa si è potuto colla massima facilità fare uscire dal suo involuppo.

Queste esperienze ci hanno confermato nel dubbio che i fili di rame possano muoversi, scorrere ed allungarsi nell'interno dell'involucro di guttaperca, anche quando questa sia tenuta aderente ad essi stessi da una moderata pressione, e che solo nel caso che la pressione sia fortissima si debbano riguardare i fili di ferro esterni formanti un solo sistema con quelli di rame nell'interno.

A comprendere se possa dunque credersi di ottenere grande o piccola pressione tra la guttaperca ed il rame ho pensato all'effetto delle variazioni di temperatura, ed a quello della disposizione particolare dei fili di ferro al di sopra del cilindro di guttaperca. Avendo sperimentato questo effetto sulle dilatazioni che subisce un tubo di guttaperca di una grossezza di 5 millimetri, ho trovato i seguenti risultati. Le dilatazioni che subisce la guttaperca sono pressochè uniformi per le temperature comprese fra  $0^{\circ}$  e  $32^{\circ}$  R., crescendo rapidamente a temperature più elevate: in quel primo intervallo la guttaperca si dilata 16 volte più del rame, mentre si dilata 150 volte più per temperature che superano i  $32^{\circ}$ .

Dalla differente dilatazione che subiscono la guttaperca ed il rame, può desumersi un'altra causa che rende possibili i movimenti dei fili di rame nei loro involuppi: imperocchè lo stato d'equilibrio



stabilito nella corda telegrafica ad una certa temperatura, e le distanze fra le molecole delle sue diverse parti non potendosi mantenere a temperature diverse, dovranno necessariamente accadere dei movimenti fra i diversi corpi che compongono la corda, e questi movimenti, queste dilatazioni e questi restringimenti ineguali possono diminuire l'aderenza fra la guttaperca ed i fili di rame e quindi agevolare la rottura di questi.

D'altra parte i fili di ferro avvolti a spire attorno alla guttaperca non possono esercitare continuamente ed in tutti i punti una pressione grandissima: siamo d'opinione che nella manovra della corda le spire possono allargarsi, i fili discostarsi fra loro, come abbiamo veduto di fatti essere accaduto per un frammento della corda posta fra Calais e Douvres stato ritirato dal mare dopo quattro anni del suo affondamento: in esso la guttaperca si era fatta strada negli intervalli rimasti fra filo e filo.

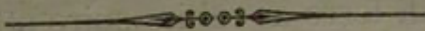
Riassumendo queste considerazioni, concludiamo come ci sembri assai probabile che i fili interni delle corde telegrafiche possano rompersi da per loro quando abbiano raggiunto la lunghezza limite che compete alla loro propria resistenza e ciò senza che avvenga una rottura corrispondente dell'armatura esterna di ferro. Se ciò è vero ne viene che stando ai risultati numerici sopra riferiti la corda diverrebbe inservibile nell'atto dell'affondamento per una lunghezza immersa e pendente di 3 chilometri e due terzi o poco più. Tutto nell'ipotesi che l'affondamento si faccia senza urti, e senza accelerazione di moto, che la corda non presenti in alcun punto il minimo difetto di costruzione, la minima diminuzione di resistenza, perchè altrimenti quel limite potrebbe discendere anche più: queste circostanze per altro devono esser previste onde non esporsi a pericoli.

Questo limite di 3 chilometri e due terzi non è raro che sia raggiunto ed anche superato dalla profondità del mare entro cui deve essere annegata la corda: noi vediamo nel profilo adottato pel telegrafo dalla Sardegna all'Algeria aversi una profondità massima di 3 chilometri, e negli scandagli dell'Oceano Atlantico ove dovrebbe collocarsi il telegrafo destinato ad unire il nuovo all'antico continente, si sono trovate profondità di due miglia inglesi, ossia di più di 3200 metri, prescindendo dalle vallate sottomarine di profondità assai più grandi a traverso alle quali l'illustre Abate



Moigno proporrebbe di far passare il filo sospendendolo di tratto in tratto a dei punti di sostegno.

Resulta quindi da tutto ciò il dubbio che le corde telegrafiche affondate coi metodi descritti, possano rompersi pel proprio peso quando si debbano portare ad esecuzione progetti più vasti di quelli sinqui eseguiti.



# PATTI D'ASSOCIAZIONE

- 1° Del NUOVO CIMENTO si pubblica ogni mese un fascicolo di cinque fogli di stampa.
- 2° Sei fascicoli formeranno un volume, sicchè alla fine dell'anno si avranno due volumi, ciascuno de' quali di 30 fogli di stampa, sarà corredato di un indice.
- 3° Le associazioni sono obbligatorie per un anno, e gli Associati che per la fine di novembre non avranno disdetta l'associazione, s'intendono obbligati per l'anno successivo.
- 4° Il prezzo d'associazione per l'intero anno è fissato come segue:

Per Torino a domicilio . . . . .	Franchi 18
Stati Sardi per posta franco . . . . .	» 20
Toscana; lire toscane 24; pari a . . . . .	» 20
Regno delle Due Sicilie, franco sino al confine, Ducati 4, gr. 80; pari a . . . . .	» 20
Lombardo-Veneto lire austriache 24, 70; pari a . . . . .	» 21
Per i Ducati, Estense e Parmense . . . . .	» 20
Stato Pontificio scudi 4, baiocchi 60, pari a . . . . .	» 24
Stati fuori d'Italia . . . . .	» 25

La compilazione del NUOVO CIMENTO si fa a Torino ed a Pisa nel tempo stesso, dal Prof. R. Piria per la Chimica e le Scienze affini alla Chimica, dal Prof. C. Matteucci per la Fisica e le Scienze affini alla Fisica. L'amministrazione, la stampa e la spedizione sono affidate ai Tipografi-Librai G. B. PARAVIA e C. a Torino.

Per conseguenza le lettere relative a dimande di associazioni, a pagamenti, ed a tutto ciò che riguarda l'amministrazione del giornale dovranno esser dirette *franche di posta* a Torino. — *Alla Direzione del NUOVO CIMENTO.*

Le corrispondenze, le memorie, i giornali scientifici ed altri stampati riguardanti la Chimica dovranno pure dirigersi *franchi di posta* a Torino. — *Alla Direzione del NUOVO CIMENTO.*

Finalmente le corrispondenze, le memorie, i giornali scientifici e gli altri stampati di argomento spettante alla Fisica dovranno essere diretti *franchi di posta* a Pisa. — *Al Prof. C. MATTEUCCI.*