

l'aria compressa, invece, si andò dal diametro di m. 1,03 (pozzo a Chalennes sulla Loire), a quello di m. 2,00 (ponte presso Rochester sul Medway): nel 1855 si giunse all'affondamento di colonne tubolari di diametro m. 10,67 (ponte di Saltash sul Tamar), e nel 1859 si modificò il sistema tubolare in quello dei cassoni (ponte a Kehl sul Reno).

Verso quell'epoca intanto, per le successive innovazioni introdotte nelle varie applicazioni del sistema, si praticavano due distinti metodi di affondamento, come si dirà: quello cioè dell'*afflusso dell'acqua* (*méthode de fonçage par la rentrée de l'eau*), e quello del lavoro continuo *ad aria compressa*, ossia il *metodo pneumatico* propriamente detto (*méthode pneumatique*).

**b) Sistema Triger: ad aria compressa (1841).**

Il primo passo in questa importante applicazione, fu dato dal francese signor Triger, ingegnere delle miniere, il quale nel 1841, per raggiungere uno strato carbonifero soggiacente ad uno strato di sabbia di spessore circa m. 20, nel fondo della Loire, presso Chalennes, fece uso di un tubo di ferro di diametro m. 1,03 aperto inferiormente: scacciando l'acqua da questo tubo con la forza dell'aria compressa, gli operai poterono in esso eseguire il lavoro di cavamento all'asciutto.

Nella parte superiore del tubo vi era una camera, la quale con opportuni uscioli permetteva agli operai di entrare o di uscire da quello — equilibrandosi l'aria alla pressione atmosferica, ovvero a quella dell'aria compressa, con la manovra di alcuni rubinetti: tale camera fu detta perciò *camera d'equilibrio*.

Il tubo era formato di diversi anelli di lamiera, con bordi o risalti verso l'interno, dov'essi venivano inchiodati: l'unione dei pezzi era resa ermetica mercè strisce di cuoio (v. fig. 1). L'affondamento progrediva gradatamente per l'azione prodotta da un forte carico agente sul tubo.

Questo metodo fu dall'istesso Triger nel 1845 esposto su più ampia scala, ed applicato poi alla costruzione delle fondazioni di varii ponti: esso fu detto *tubolare* od *a colonne*.

**c) Sistema Pott: ad aria rarefatta (1843).**

L'altro sistema intanto di fondazione subacquea fu nel 1843 introdotto dal dottore inglese signor Pott: esso consisteva nell'affondare i tubi con la pressione atmosferica esterna, producendo cioè il vuoto nel loro interno.

In tal guisa, da una parte la pressione atmosferica, dall'altra l'azione dell'acqua saliente per effetto del vuoto nel tubo, facilitavano la discesa del medesimo. Il vuoto era prodotto entro camere comunicanti con

i tubi, e l'intercettazione era fatta da robinetti. Furono adoperati in pratica tubi di diametro da m. 0,30 a m. 0,75, o poco maggiori.

Affondatosi alquanto il tubo, e colmato anche in parte dai materiali smossi e trascinati dall'acqua, lo si vuotava, per metterlo di nuovo in comunicazione con la camera pneumatica, e così ripetere l'operazione (\*).

Questo metodo, che si basa su di un principio tutt'affatto opposto a quello del Triger, fu applicato, dagli inglesi specialmente, nella costruzione di diversi ponti (\*\*): esso però nei terreni molto consistenti od ingombri di massi duri isolati, come i trovanti, non dette buoni risultati, siccome ebbesi a sperimentare in varie circostanze. Sicché fu preferito il sistema Triger, il quale constitui proprio il cosiddetto sistema di *fondazione tubolare ad aria compressa*, e venne poi man mano perfezionandosi nei suoi particolari (\*\*\*)

**d) Modifica Hughes al sistema tubolare Triger: metodo con l'afflusso dell'acqua (1851).**

Nella costruzione delle fondazioni pel ponte sul Medway presso Rochester in Inghilterra, l'Ing. Hughes, per la natura pietrosa del sottosuolo, dovette abbandonare il sistema Pott suddescritto, ed adottare invece il sistema tubolare Triger; modificando però la camera d'equilibrio, col farla a doppio scompartimento, per facilitare l'estrazione del materiale scavato. Ciascuno scompartimento, munito di due robinetti, poteva essere messo in comunicazione con l'aria compressa o con l'atmosfera: così equilibrati, essi davano accesso nell'interno, ovvero permettevano l'uscita.

L'acqua veniva espulsa dal pozzo per mezzo di un piccolo tubo a sifone, di cui un estremo raggiungeva il fondo e l'altro era poco al disopra del pelo d'acqua del fiume (v. fig. 2). Tale tubo era munito di valvola che veniva chiusa un momento prima che il braccio più lungo del sifone cessasse di pescare nella poca acqua del fondo; e

---

(\*) Nei primi esperimenti si ebbe per risultato che per affondare di m. 9,92 nel terreno un tubo di diametro m. 0,76, occorsero n° 6 ore; mentre nello stesso tempo una barra di ferro di diametro m. 0,076 si potè affondare soltanto di m. 3,40 mediante un battipalo ordinario.

(\*\*) Così furono fondati: il ponte di Black Potts sul Tamigi, costruito dall'ing. Brunel, i ponti Britannia e Conway (1846-50) costrutti dall'ing. R. Stephenson, il ponte a Benha sul Nilo (ing. Stephenson e Swinsburne), il ponte sul Shannon in Irlanda (ingegnere Hemans), quello a Neuville sul Sarthe (1849) costruito dall'ing. Fox, ed il ponte sul Great Pee Dee negli Stati Uniti d'America (1854) per l'ing. W. Gwin.

(\*\*\*) Col sistema Pott, ed anche col sistema Triger, non potendosi sempre raggiungere grandi profondità, l'involucro cilindrico servi alcune volte (come pel ponte a Szegedin sul Theiss) per costipare la parte di sottosuolo non soggetta a corrosioni, dalla base cioè del cilindro in giù, mediante palificazioni di legname, sulle quali si faceva la gettata di calcestruzzo per tutto il cavo della colonna. Un tale processo costituiva così un sistema misto di approfondamento del sostegno e di correzione al sottosuolo.