



Associazione
Idrotecnica Italiana
Sezione Puglia



Dipartimento
di Ingegneria delle Acque
e di Chimica
Politecnico di Bari

**APPUNTI
DI COSTRUZIONI
IDRAULICHE
DI EDOARDO ORABONA**



a cura di Michele Mossa

Pubblicato in luglio 2010

Impaginazione Eido Lab s.r.l. – Bari – Italia
www.eidolab.com

© 2010 – Tutti i diritti riservati

Dipartimento di Ingegneria delle Acque e di Chimica – Politecnico di Bari

*Ai sensi della legge sui diritti d'autore tutelati dal Codice Civile
è vietata la riproduzione di questo supporto, o parte di esso,
con qualsiasi mezzo senza preventiva autorizzazione.*

ISBN 978-1-4461-3232-6

SOMMARIO

Introduzione di Michele Mossa	pag.	5
Girolamo Ippolito, <i>Ricordo di Edoardo Orabona</i>	pag.	13
Estratto da <i>Giornate di studio in onore del Prof. Edoardo Orabona nel centenario della nascita (Bari, 13-14 ottobre 1997)</i>	pag.	19
Intervento del Prof. Ing. Antonio Castorani	"	19
Intervento del Prof. Mario Savino	"	20
Intervento del Prof. Ing. Domenico Santangelo	"	21
Intervento del Prof. Ing. Antonio Damiani	"	22
Intervento del Prof. Ing. Giuseppe Corrado Frega	"	25
Intervento del Prof. Carlo Montuori	"	30
Intervento del Prof. Ing. Matteo Ranieri	"	32
Intervento del Prof. Antonio Vitale	"	44
Edoardo Orabona, <i>Appunti di Costruzioni Idrauliche</i>	pag.	47
I Generalità	"	49
II Idrologia	"	53
Corsi d'acqua		
III Caratteristiche di produttività	"	67
Regolazione dei serbatoi – Potenza media ed energia producibile da un impianto – Caratteristiche di distribuzione della potenza ottenibile da un impianto		
IV Laghi artificiali	"	75
V Traverse	"	97
Paratoie con appoggio su pile – Paratoie cilindriche – Dispositivi di tenuta – Dimensionamento delle traverse fisse – Le gallerie in pressione – Problema della regolazione – Osservazioni sulle dighe – Complementi sulle traverse fisse e mobili – Turbine – Funzionamento fuori delle condizioni di massimo rendimento – Criteri per l'impostazione di un progetto di centrale – Installazione dei gruppi – Problemi di esercizio – Regolazione automatica dei gruppi idroelettrici – Idraulica fluviale – Sistemazioni idrauliche – Difese di sponda – Sistemazione di torrenti – Sistemazioni di fiumi – Arginature – Confluenze, unioni di fiumi, foci – Notizie integrative sui canali – Fognature – Scarichi in mare o in fiume – Pozzetti di ispezione – Confluenze – Scaricatori di piena e scaricatori a salto – Misuratori per le acque di fogna – Attraversamenti di canali, ferrovie, ecc. – Caditoie stradali – Impianti elevatori – Lavaggio delle fogne – Ventilazione – Fognature domestiche – Esercizio e manutenzione – Destinazione ultima dei liquami – Bilancio dell'ossigeno – Trattamento dei liquami – Trattamenti preliminari – Digestione di liquami. Vasche Imhoff – Ossidazione dei liquami – Impianti domestici		
Appendice alla parte idrologica	pag.	369

*Si ringrazia il prof. ing. Antonio F. Petrillo
per il contributo finanziario per la realizzazione di questo lavoro
e l'ing. Giuseppe Calò Carducci per l'aiuto
durante la fase di revisione del testo a fronte.*



Michele Mossa, Presidente della Sezione Pugliese dell'AI, Professore Ordinario di Idraulica, D.I.A.S.S. - Politecnico di Bari, Via E. Orabona 4 - 70125 Bari, e-mail: m.mossa@poliba.it

INTRODUZIONE

Nei vari convegni a cui ho partecipato, alcuni dei quali da me organizzati nell'ambito delle attività dell'AII, così come negli editoriali del magazine *Hydrolink* dell'IAHR, ho sempre sottolineato l'opportunità, direi addirittura l'esigenza, per le varie istituzioni accademiche o professionali, di porre particolare attenzione alle variazioni in atto a livello internazionale nel campo della ricerca e in quello professionale. Ciò al fine del miglior soddisfacimento degli specifici obiettivi delle suddette istituzioni, potendo fornire risposte aggiornate, oltre che concrete, alle richieste provenienti dal mondo accademico, nel suo doppio ruolo di sede di attività di ricerca e di didattica superiore, e dal mondo del lavoro. Tutto questo richiede spesso una corretta e tempestiva proiezione verso il futuro e verso il nuovo. Tuttavia tale auspicata propensione, assolutamente necessaria al fine di essere competitivi a livello internazionale, potrebbe provocare un effetto collaterale, una sorta di indotta conseguenza, che consiste nel trascurare, quasi inavvertitamente, quanto appartiene al passato, alle nostre stesse radici e origini. Ovviamente mi riferisco ad un "passato" che non va inteso nel senso di vecchio, trascorso, fuori moda, appassito, o, peggio ancora, marcio, scaduto, retrogrado, ma piuttosto a quel "passato" da intendersi come saggio, maestro, sapiente, dotto, giudizioso, esperto, ossia quel "passato" che funge da riferimento per il presente e da trampolino per il futuro, del quale costituirà le fondamenta. Il passato inteso in quest'ultimo modo deve essere salvaguardato, ricordato e tramandato, come risorsa imprescindibile per il presente e il futuro.

In altri termini, pur credendo fortemente nell'esigenza di non rimanere ancorati a ciò che è trascorso (propensione, quest'ultima, che spesso comporta il rischio di vivere di eventuali vecchie e trascorse glorie, per nascondere una mancata competitività nel presente), sono parimenti convinto dell'importanza delle nostre stesse radici.

[...]

Ed è proprio in questo contesto che ritengo che uno degli obiettivi dell'Associazione Idrotecnica Italiana sia quello di riconoscere nella storia le fondamenta del proprio presente e il baluardo per uno slancio verso il futuro.

Questo lavoro di recupero del manoscritto di Edoardo Orabona (Aversa, 14 ottobre 1897 - Bari, 17 ottobre 1973) ha l'ambizione di andare nella direzione descritta. Non mi dilungherò sulle motivazioni per le quali l'AII - Sezione Puglia abbia voluto realizzare questo lavoro in onore di Edoardo Orabona, lasciando a chi ha avuto modo di conoscerlo di persona il compito di descriverne angolazioni e peculiarità umane ed accademiche.

Mi preme piuttosto raccontare l'aneddoto per cui sono entrato in possesso del manoscritto degli appunti di Costruzioni Idrauliche di Orabona, che venivano utilizzati dai suoi allievi in un periodo in cui i testi erano davvero merce rara. In un classico momento di pausa di una normale giornata di lavoro presso l'allora Dipartimento di Ingegneria delle Acque, avendo sentito la voce del compianto prof. Antonio Giuliani, che era appena giunto in dipartimento, mi affacciai nella sua stanza per salutarlo. Come spesso avveniva, quasi inavvertitamente e naturalmente, nacque una conversazione in cui si passava subitaneamente da un argomento ad un altro, fino a giungere alle trascorse vicende dell'Istituto di Idraulica e Costruzioni Idrauliche dell'Università di Bari. Molte volte si trattava di brevi conversazioni intrise di aneddoti, vicende e aspetti gloriosi o piuttosto tragici o, ancora, comici e, comunque, sempre serene e piacevoli. Per me, allora giovane ricercatore, rappresentavano una sorta di memoria storica ed ero sempre interessato ad ascoltarle, perché in quel modo venivo a conoscenza di eventi trascorsi, spesso diverse decine di anni prima, che riguardavano, per esempio, la vecchia sede del laboratorio di idraulica o della facoltà di ingegneria, o, piuttosto, le vicende per la costruzione di alcuni apparati di laboratorio, o altro ancora.

Quel giorno, in particolare, la conversazione cadde sul fondatore della facoltà di ingegneria di Bari, il prof. Edoardo Orabona. Non ci volle molto perché, parlando delle vicissitudini del passato che videro Orabona coinvolto durante i difficili anni di ricostruzione del dopoguerra, il prof. Giuliani mettesse fuori da qualche angolo recondito del suo armadio una vecchia cartellina di cartoncino che custodiva un vecchissimo numero di un quotidiano locale, alcuni fogli di calcoli idrologici e, infine, il manoscritto degli appunti di Costruzioni Idrauliche del prof. Orabona. La conversazione, ovviamente, si incentrò su quegli appunti ed ebbe come epilogo, con mio stupore e immenso piacere, il dono da parte del prof. Giuliani dell'intera cartellina e del suo prezioso contenuto storico, con l'impegno di custodia da parte mia. Da allora sono trascorsi diversi anni e

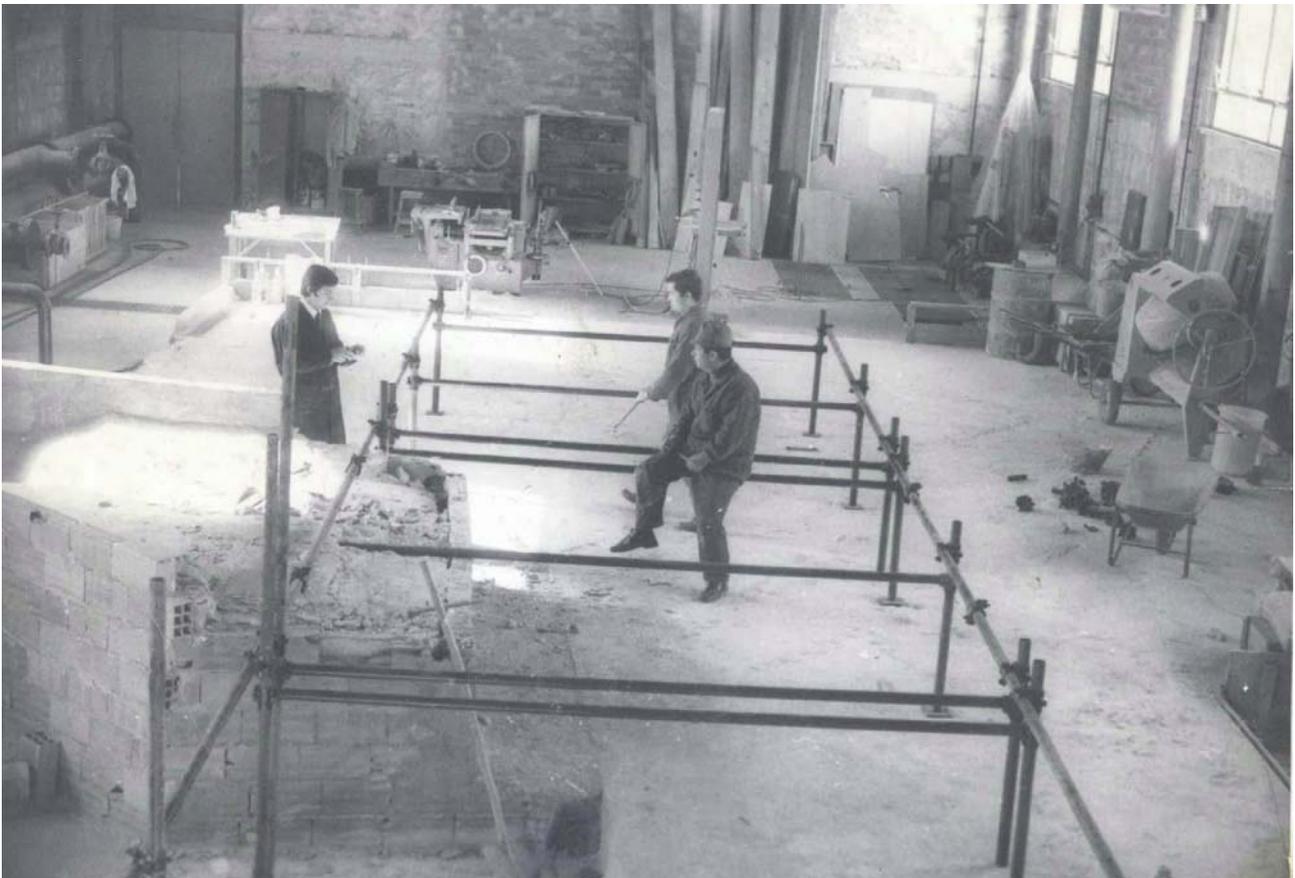
purtroppo il prof. Antonio Giuliani è venuto a mancare al nostro affetto. Mantengo ovviamente fede a quell'impegno di custodia e rendo pubblico volentieri il manoscritto, proprio per condividerlo e per perseguire quel naturale obiettivo di "memoria storica" a cui ho fatto cenno all'inizio. Questo lavoro vuole essere il raggiungimento di quell'obiettivo e sarà ora chiaro al Lettore perché lo dedico oltre che al prof. Edoardo Orabona anche al prof. Antonio Giuliani.

[...]

A mio avviso, in questi appunti emergono note molto interessanti, come, per esempio, i disegni, rigorosamente a mano libera. La carta su cui sono stati scritti si è rivelata essere in alcuni casi quella intestata della Facoltà di Ingegneria o dell'Istituto di Idraulica e Costruzioni Idrauliche dell'Università di Bari o anche più vecchia, ossia dell'Istituto di Idraulica Agraria della Regia Università di Bari. I contenuti spaziano da argomenti che vanno da quelli classici delle Costruzioni Idrauliche, all'Idrologia, all'Idraulica Fluviale, agli elementi costruttivi delle dighe e traverse, ai canali, alle macchine idrauliche e agli elementi di Ingegneria Sanitaria. Quasi tutte le pagine sono ricche di dettagli costruttivi con disegni particolarmente interessanti. In taluni casi, subito dopo una dimostrazione o una descrizione di un argomento, si potranno leggere dei commenti del prof. Orabona, quasi delle esternazioni, talvolta anche critiche, su quanto aveva precedentemente scritto, dimostrato o riportato dalla letteratura, a testimonianza della sua nota vivacità culturale e idiosincrasia verso compromessi di comodo. Vorrei sottolineare l'attualità di alcune delle tematiche trattate e delle soluzioni proposte, che oggi andrebbero sotto il nome di ingegneria naturalistica o per la protezione dell'ambiente. Per esempio le pagine relative all'idraulica fluviale sono particolarmente preziose tenuto conto che non sempre i testi attualmente in commercio ripropongono per completezza e numero di particolari e dettagli quanto riportato in questi appunti.

Sono davvero convinto che si tratti di un prezioso manoscritto che merita di essere letto o riletto con piacere anche ai giorni nostri. Ed è con questo auspicio che auguro a tutti una buona lettura.

Bari, 25/3/2010
Michele Mossa



Un'immagine del vecchio laboratorio di Idraulica e Costruzioni Idrauliche.

Girolamo Ippolito

RICORDO DI EDOARDO ORABONA

(estratto dal volume “*L’Opera di Edoardo Orabona*”, Studio Grafico Marangio, Bari, gennaio 1975)

È triste, molto triste dover prendere la penna per ricordare un Amico meno anziano, immaturamente rapito da una sorte avversa, un Amico la cui vita è stata seguita con affetto quasi da maestro a discepolo.

Era Egli che nella sua bontà voleva considerarsi come il primo dei miei discepoli, non solo per età ma per essere stato il primo a salire sulla cattedra, ma io debbo qui dire che nei Suoi confronti io mi sono solo limitato a indicargli la via e a dargli dei consigli, come può fare un fratello di sei o sette anni più vecchio, mentre Egli era perfettamente in grado di ascendere con le sole forze del suo ingegno, della sua volontà e della notevole preparazione che aveva nel campo delle scienze e della matematica, della quale ultima aveva un possesso che andava molto al di là di quello che normalmente si raggiunge negli studi di ingegneria.

Nato ad Aversa nel 1897 da padre ingegnere, che purtroppo perdé quando era appena tredicenne, mentre la madre amorosissima lo guidò e assisté fino a una tarda vecchiaia, si era già distinto al liceo classico come il migliore allievo non solo in matematica ma anche in latino e greco, mostrando così quale fosse l’ampiezza dei suoi interessi culturali, aiutati da una formidabile memoria per cui anche in età avanzata egli era in condizioni di recitare l’intera Divina Commedia, molti brani dell’Ariosto e ricordava innumerevoli sentenze italiane e latine, che ogni tanto citava nel discorrere.

Io Lo conobbi come uno dei più brillanti allievi della Scuola Superiore di Ingegneria, e ricordo con quanta passione studiò la materia delle Costruzioni Idrauliche e Ponti di muratura, cattedra della quale io ero assistente fin dal 1913, meritandosi il massimo e la lode nell’esame. Appena laureato, nel 1920, il Prof. Campanella, titolare della predetta cattedra, lo accolse, su sua domanda, come assistente volontario e così si strinse fra noi quella affettuosa amicizia che doveva poi durare tutta la vita. Studioso per intima vocazione e passione, era sua suprema ambizione poter seguire la carriera scientifica, ma la nomina ad assistente volontario, benché confermata da decreto ministeriale, non comportava purtroppo nessun emolumento, mentre egli non aveva una indipendenza economica sufficiente e per giunta aspirava ad aprir famiglia. Sostenne perciò il concorso per Ingegnere nell’Acquedotto Pugliese e riuscì il primo degli assunti. Si recava però spesso da Bari a Napoli, tanto prima che dopo il suo matrimonio, e non mancava mai di passare lunghe ore alla Scuola di Ingegneria e prendeva da me notizie delle pubblicazioni più recenti, che si procurava e studiava con passione. Fu Egli poi a mettermi in contatto col Presidente dell’Ente, on. ing. Gaetano Postiglione, che ci invitò ad una visita in Puglia, dalla quale nacque una mia affettuosa amicizia col presidente stesso, così prematuramente poi scomparso, e col Direttore dell’Esercizio Ing. Pietro Celentani Ungaro.

[...]

La moglie, che era molto intelligente e aveva il diploma di maestra, lo spingeva molto a studiare ed io l’incoraggiai, inviandogli da Napoli libri e memorie, specie quando sceglieamo insieme un argomento molto attuale a quell’epoca e cioè le volte sferiche, coniche e cilindriche per la costruzione di serbatoi idrici sopraelevati. Fu portato così a compimento il suo bellissimo volume «Calcolo delle piastre a doppia curvatura», che fu uno dei suoi massimi lavori, per il quale rimando alla analisi che ne fa in questo stesso volume il caro collega ed amico Prof. Ing. Elio Giangreco, che ne propone anche la ristampa. L’importanza del lavoro, affiancato da qualche altra memoria, mi parve tale che lo spinsi ad affrontare la Libera Docenza in Meccanica applicata alle costruzioni, dato che gli mancavano lavori di idraulica per prendere la docenza in Costruzioni Idrauliche. Ricordo che quando ebbe il tema per la lezione da tenere il giorno successivo, venne subito a Napoli, insieme cercammo in biblioteca quanto gli poteva essere utile per prepararsi e poi stemmo insieme tutta la sera e parte della notte, lui ad esporre ed io ad ascoltare. La lezione gli riuscì splendidamente e la Libera Docenza conseguita brillantemente costituì per lui una gioia infinita perché gli apriva la strada a quella carriera scientifica per la quale sentiva tanto trasporto e per la quale era nato.

[...]

Ma i baresi, che avevano costruito il loro Ateneo molti anni prima che non fossero concesse le prime Facoltà, riuscirono infine ad avere la Facoltà di Agraria nel '39, il Biennio propedeutico di Ingegneria nel '44 e infine la Facoltà completa di Ingegneria nel '48. Le attitudini scientifiche dell'Amico scomparso erano troppo note nell'ambiente perché non gli fossero offerti incarichi di insegnamento nella Facoltà di Agraria e nel Biennio di Ingegneria. Tenne così dal 1938 al 1948 corsi ufficiali di Idraulica Agraria, di Tecnica della Bonifica, di Geometria descrittiva, di Meccanica Razionale e Statica Grafica, corsi tutti coronati da notevole successo. La nuova Facoltà di Ingegneria, in mancanza di professori ordinari fu con Decreto Ministeriale affidata a tre professori di altre Facoltà, che avrebbero formato il primo Consiglio e avrebbero poi abbandonata tale carica quando fossero stati nominati tre professori ordinari a Bari. Furono designati il Prof. Anastasi, e il Prof. Focaccia della Facoltà di Ingegneria di Roma ed io della Facoltà di Napoli.

[...]

Naturalmente demmo subito al Prof. Orabona l'incarico dell'Idraulica e poi anche quello di Costruzioni Idrauliche, che tenne a titolo gratuito. Furono anni nei quali la nostra amicizia si rinsaldò ancora più. L'Amico carissimo intensificò la sua produzione scientifica, principalmente nel campo idraulico, per essere in grado di affrontare il concorso per le Costruzioni Idrauliche.

[...]

Il largo specchio delle questioni trattate e il valore intrinseco delle pubblicazioni mi incoraggiò a proporre ai colleghi Anastasi e Focaccia di richiedere senz'altro attendere al Ministero che fosse bandito il concorso per la Cattedra di Costruzioni Idrauliche per la Facoltà di Bari. Il concorso si svolse nel 1950 e la Commissione, composta dai Professori De Marchi, Marzolo, Marchetti, Supino e da me stesso, designò il Prof. Orabona al primo posto della terna. Successivamente al 1950 la Sua attività scientifica si esplicò tanto nel campo della Scienza delle Costruzioni con altra memoria notevole sulle piastre coniche di cui il Prof. Giangreco propone la ristampa e con altri apprezzati studi di carattere idraulico sul moto perturbato, nelle falde profonde e saline, ed altri argomenti. Intensa fu la sua attività come Preside, tutta volta ad assicurare un buon gruppo di insegnanti e ad avviare attraverso immense difficoltà la costruzione di una sede degna per la Facoltà, inizialmente alloggiata in un edificio assolutamente insufficiente e quasi senza possibilità di ospitare laboratori di ricerca. La sua azione instancabile gli procurò la soddisfazione di potere inaugurare la nuova Sede, costruita con largo respiro, quasi alla vigilia della sua messa a riposo.

[...]

Non è possibile leggere senza commozione le pagine che il compianto Amico scrisse tra il Natale del 1948 e il Capodanno del 1949, nelle quali esprime con strazianti parole il ricordo della Sposa perduta, evoca i loro anni giovanili, la nascita delle figliuole, la molteplice attività della Consorte e racconta minuziosamente gli ultimi giorni di vita di Lei e le parole con le quali gli lasciò «più bella di tutte, l'eredità di una fede profonda». E in fine l'Amicizia, perchè nessuno più di lui sentì vivissimo questo sentimento. La gioia con la quale accoglieva gli amici nella Sua città, il godimento che provava nel prodigare loro la più lieta ospitalità, rimangono impressi nella mia memoria come in quella di tanti altri amici. Era difficile che venisse a Roma senza passare a vedermi e spesso stavamo a colazione insieme. Apri le porte della Facoltà a tanti dei nostri allievi napoletani, molti dei quali hanno insegnato per anni a Bari e poi in parte sono tornati a Napoli: Gastone de Martino, Arturo Polese, Elio Giangreco, Saul Greco; altri si fissarono a Bari e non se ne allontanarono più: Salvatore Ruiz, Riccardo Sersale, Vincenzo Cotecchia, Antonio Giannone, Lorenzo de Montemayor.

[...]

V Traversa

Le traverse hanno la funzione di apricare il pelo d'acqua a monte (su derivazione, fogge metrica), senza regolazione delle portate. Occorre che la loro presenza, in periodo di piena, non provochi risorgenti dannosi per i terreni e per le opere a monte, e non determini depositi che abbiano a disturbare il flusso del fiume. Sono fisse e mobili, le prime generalmente costituite da sovrapposizione di sovrapposizioni sul fondo la seconda da sovrapposizione sul fondo, due spalle e pile (tra le quali sono disposti portate sollevabili o abbattibili) con muri di fondazione.

Le traverse fisse si dispongono normali all'asse delle correnti, in quanto la vecchia disposizione obliqua provoca facili erosioni delle sponde e induce mutamenti nell'andamento planimetrico del l'alveo. Si preferiscono sezioni a moderata curvatura planimetrica. La sezione deve essere tale da assicurare la regolare trascinazione senza calamenti al piede, oltre ai lavori requisiti di stabilità rispetto alle spinte ed alle sottospinte. A monte ed a valle occorre munire le sponde di rivestimenti foderati, a valle platea di pietrame. Si dispongono luci di scarico di fondo (calloni) per la rimozione dei materiali che si accumulano. Sono adatte per piccoli corsi d'acqua e moderato rialzamento di livello per corsi medi solo per altezze assai modeste.

Il tipo italiano (fig. 34 a) ha paramento a monte verticale, coronamento piano orizzontale, paramento a valle in pietrame con harpa 3:4, corpo in muratura ordinaria con rivestimento di coronamento e paramento a valle in pietrame a secco impiastrato per quadrato a faccia vista e accuratamente giuntato; a valle si dispone platea di pietrame a secco impiastrato per quadrato di legname.

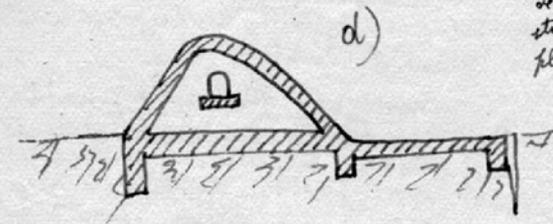
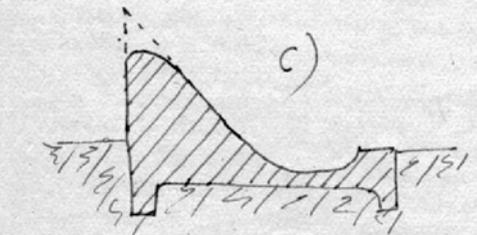
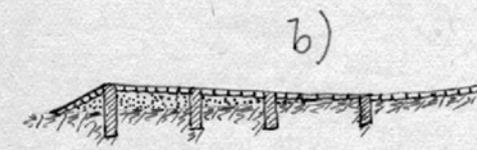
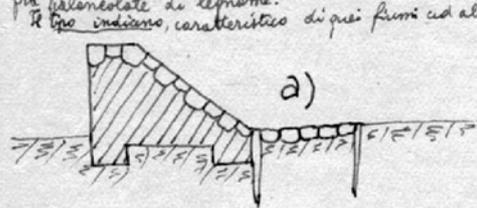


fig. 34

Il tipo indiano, caratteristico di quei fiumi ad alveo di materiale estremamente sottile è costituito da un corpo di muratura ordinaria, longitudinali, profondamente dentati nel terreno di fondazione, con rivestimento di paramenti in pietrame a secco posto accuratamente in opera. Il paramento a monte ha harpa 2:3 a valle 10:20; l'alveo a valle è rivestito di pietrame a secco, è molto ampio e deformabile, e perciò adatto a terreni poco resistenti, oltre che anche per l'addentramento dei muri nel terreno da piccolissime velocità di filtrazione (fig. 34 b). Oggi per fondazione in roccia (fig. 34 c) si adotta paramento a monte verticale, cresta arrotondata secondo il profilo della vena trascinante, paramento a valle con la harpa adattata per le dighe a gravità, secondo al piede con successiva platea di fondo terminata da sovrapposizione continua o a dente per la dissipazione dell'energia in fondazione un muro in corrispondenza dell'inghiera a monte. L'alto a valle, addentratissimo nel terreno. Il corpo è in muratura ordinaria con molta di cemento o in conglomerato; il coronamento, il paramento a valle e la platea sono spesso rivestiti di pietrame da taglio accuratamente giuntato.

Si usa anche (fig. 34 d) il tipo cavo in cemento armato con paramento a monte inclinato (diga Anderson). Le traverse di tipo indiano oggi si rivestono in calce stucco, accorciando il corpo dell'opera e aggiungendo platea a monte e a valle, quest'ultima molto lunga di muri verticali in fondazione sono state sostituite da pile metalliche (fig. 34 e).

Le traverse mobili entrano intere in corrente. Per piccole altezze di ritenuta possono essere fatte di pile fisse, ma hanno in genere fatto tenuta e richiedono lunghe manovre. Si adottano solo in fiumi a trasporto solido sottile, in corsi di pianura a pendenze non impensabili rapide, per stabilire nei periodi di magra i fondali necessari alla navigazione. Sono le opere

V Traverse

Le traverse hanno la funzione di sopraelevare il pelo d'acqua a monte (per derivazione, forza motrice), senza regolazione delle portate. Occorre che la loro presenza, in periodo di piena, non provochi rigurgiti dannosi per i terreni e per le opere a monte, e non determini depositi che abbiano a disturbare il flusso del fiume. Sono fisse e mobili, le prime generalmente costituite da soglia murale tracimabile sporgente sul fondo, le seconde da soglia sul fondo, due spalle a pile (tra le quali sono disposte paratoie sollevabili o abbattibili) con muri di sponda.

Le traverse fisse si dispongono normali all'asse della corrente, in quanto la vecchia disposizione obliqua provoca facili erosioni delle sponde e induce mutamenti nell'andamento planimetrico dell'alveo. Si preferiscono sezioni a moderata curvatura planimetrica. La sezione deve essere tale da assicurare la regolare tracimazione senza scalzamenti al piede, oltre ai dovuti requisiti di stabilità rispetto alla spinta a monte e alla sottospinta. A monte ed a valle occorre munire le sponde di rivestimenti protettivi, a valle platea di pietrame. Si dispongono luci di scarico di fondo con paratoia (calloni) per la rimozione del materiale che si accumula. Sono adatte per piccoli corsi d'acqua e moderato rialzamento di livello, per corsi medi solo con altezze assai modeste.

Il tipo italiano (fig. 34a) ha paramento a monte verticale, coronamento piano orizzontale, paramento a valle con scarpa 3÷4, corpo in muratura ordinaria con rivestimento di coronamento e paramento a valle in pietra ben squadrata a faccia vista e accuratamente giuntato; a valle si dispone platea di pietrame a secco inquadrato fra palanco late di legname.

Il tipo indiano, caratteristico di quei fiumi ad alveo di materiale estremamente sottile è costituito da un corpo di sabbia o ghiaia inquadrato fra muri di muratura ordinaria, longitudinali, profondamente addentrati nel terreno di fondazione, con rivestimento dei paramenti in pietrame a secco posto accuratamente in opera; il paramento a monte ha scarpa 2÷3, a valle 10÷20; l'alveo a valle è rivestito di pietrame a secco.

[figura 34]

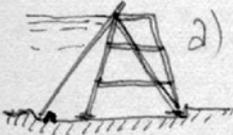
È molto ampio e deformabile, e perciò adatto a terreni poco resistenti, oltre che anche per l'addentramento dei muri sul terreno dà piccolissime velocità di filtrazione (fig. 34b).

Oggi per fondazione in roccia (fig. 34c) si adotta paramento a monte verticale, cresta arrotondata secondo il profilo della vena tracimante, paramento a valle con la scarpa adottata per le dighe a gravità; raccordo al piede con successiva platea di fondo terminata da soglia continua o a dente per la dissipazione dell'energia. In fondazione un muro in corrispondenza dell'unghia a monte, l'altro a valle, addentratisi nel terreno. Il corpo è in muratura ordinaria con malta di cemento o in conglomerato; il coronamento, il paramento a valle e la platea sono spesso rivestiti in pietra da tagli accuratamente giuntata.

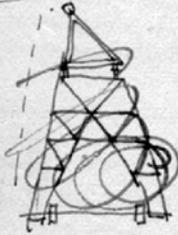
Si usa anche (fig. 34d) il tipo cavo in cemento armato con paramento a monte inclinato (diga Ambursen). Le traverse di tipo indiano oggi si rivestono in calcestruzzo, accorciando il corpo dell'opera e aggiungendovi platea a monte e a valle, quest'ultima molto lunga. Ai muri verticali in fondazione sono state sostituite palancole metalliche (fig. 34e).

Le traverse mobili evitano interrimenti. Per piccole altezze di ritenuta possono essere prive di pile fisse, ma hanno imperfetta tenuta e richiedono lunghe manovre. Si adottano solo in fiumi a trasporto solido sottile, in corsi di pianura a piene non improvvise né rapide, per stabilire nei periodi di magra i fondali necessari alla navigazione. Sono le seguenti

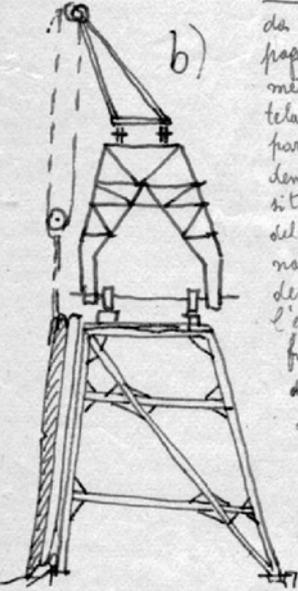
Traverse ad aghi o Birie costituita da cavalletti incernierati al piede ed fissa nella direzione della corrente, destinati a servire di sostegno. In sommità sono riuniti da travi ~~superiori~~ su cui poggia un tavolo costituente passerella di manovra. Gli aghi (panconelli di legno), a stretto contatto fra loro, poggiano inferiormente su un dente della platea e superiormente sui ferri di riunione dei cavalletti (fig. 35a).



L'apertura si compie alzando i panconelli ad uno ad uno fino a farli uscire dal dente della ~~platea~~ e abbandonarli alla corrente per poi recuperarli grazie ad una catena che li unisce. Si si rimuove, cambiata per riempire la passerella con i ferri che uniscono i cavalletti, e questi si lasciano ruotare fino ad adagiarsi sul fondo, evitando possibilmente che si sovrappongano - Per la ricostruzione a valigiano i cavalletti sono alla volta mediante catena ecc.



In apparati più moderni, per semplificare la lungaggine della manovra si adottano due file sovrapposte di pannelli larghe $m 4 \pm 5$ che si appoggiano alle estremità laterali o ferri poggianti al dente di fondo ed ai ferri orizzontali di riunione dei cavalletti: le manovre dei cavalletti vengono eseguite con una gru mobile su rotaie disposte sulla passerella (fig. 35 b). Anche queste si adottano solo a fiumi a piena lente con trasporto solido, senza galleggianti. Queste ghiaccia, per piccole altezze di ritenuta ($1,5 \pm 3,0$) e quando non occorre buona tenuta.



Traverse Chanoire-Pascaud. Elementi affiancati, indipendenti, costituiti da un telaio incernierato alla platea, e in sommità ad un puntone (1) poggianti inferiormente su guida fissa alla platea (2), e da un pannello metallico fissato al piede a un rialzo della platea e incernierato al telaio a metà altezza (fig. 35 c). La guida (2) è costituita da due canali paralleli raccordati agli estremi, uno dei quali porta uno spina dente per fermare l'estremità del puntone. Per abbattere l'elemento si tira in alto l'estremità superiore del pannello con che l'estremo del puntone ~~venga~~ **avanza** fino alla estremità della guida e poi, abbassato lentamente il pannello, passa nella scanalatura senza dente e scorre fino in fondo, facendo adagiare sul fondo tutto l'elemento - Per risalirlo si tira verso l'alto il pannello e si fa passare l'estremità del puntone verso la scanalatura dentata. Nei tipi più recenti si adotta una passerella superiore portata da file, su cui scorre un carrello con bracci modati terminante con un gancio e mosso da motore. La molteplicità dei denti (in genere tre) consente diversi gradi di sollevamenti e pezzi diverse altezze di ritenuta. L'uso anche nei vari elementi diverse posizioni alternate per avere altezze di ritenuta intermedie e diminuzione dell'azione sulla platea, per l'into reciproco rispetto tempo di applicabilità è quello stesso delle Birie, salvo il vantaggio della più semplice manovrabilità e del facile passaggio dei materiali galleggianti e della facile reperibilità del livello di ritenuta.

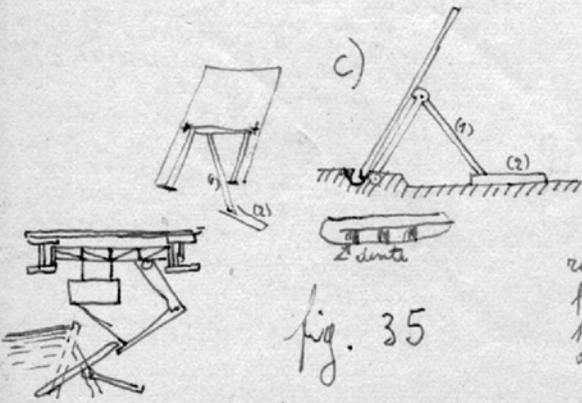


fig. 35

Traverse a "trappola d'orso" (fig. 35 a) Platea negli S.U. Costa di 2 ventole piane i cui bordi sono uniti con cerniere alla platea. In apertura la ventola a monte poggia sul bordo superiore munito di rulli alla ventola a valle di funzione da puntone: nell'abbattimento il bordo, che porta i rulli, scivola sulla faccia a valle della ventola inferiore finché le due

Traversa ad aghi o Poirée costituita da cavalletti incernierati al piede con piano nella direzione della corrente, destinati a servire di sostegno. In sommità sono riuniti da travi su cui poggia un tavolato costituente passerella di manovra. Gli aghi (panconcelli di legno), a stretto contatto fra loro, poggiano inferiormente su un dente della platea e superiormente sui ferri di riunione dei cavalletti (fig. 35a).

[figura 35]

L'apertura si compie alzando i panconcelli ad uno ad uno fino a farli uscire dal dente della soglia e abbandonarli alla corrente per poi recuperarli grazie a una catena che li unisce. Poi si rimuove, campata per campata la passerella con i ferri che uniscono i cavalletti, e questi si lasciano ruotare fino ad adagiarsi sul fondo, evitando possibilmente che si sovrappongano. Per la ricostruzione si rialzano i cavalletti uno alla volta mediante catena ecc.

In sbarramenti più moderni, per semplificare la lungaggine della manovra si adottano due file sovrapposte di pannelli larghe $m\ 4\div 5$ che si appoggiano alle estremità laterali a ferri poggianti al dente di fondo ed ai ferri orizzontali di riunione dei cavalletti: le manovre dei cavalletti vengono eseguite con una gru mobile su rotaie disposte sulla passerella (fig. 35b). Anche queste si adattano solo a fiumi a piene lente con trasporto sottile, senza galleggianti, specie ghiaccio, per piccole altezze di ritenuta ($1,50\div 3,00$) e quando non occorre buona tenuta.

Traversa Chanoine-Pascaud. Elementi affiancati, indipendenti, costituiti da un telaio incernierato alla platea, e in sommità ad un puntone (1) poggiante inferiormente su guida fissa alla platea (2), e da un pannello metallico poggiato al piede a un rialzo della platea e incernierato al telaio a metà altezza (fig. 35c). La guida (2) è costituita da due canali paralleli raccordati agli estremi, uno dei quali porta uno o più denti per fermare l'estremità del puntone. Per abbattere l'elemento si tira in alto l'estremità superiore del pannello così che l'estremo del puntone avanza fino alla estremità della guida e poi, abbandonato lentamente il pannello, passa nella scanalatura senza denti e scorre fino in fondo, facendo adagiare sul fondo tutto l'elemento. Per rialzarlo si tira verso l'alto il pannello e si fa passare l'estremità del puntone verso la scanalatura dentata. Nei tipi più recenti si adotta una passerella superiore portata da pile, su cui scorre un carrello con braccio snodato terminante con un gancio e mosso da motore. La molteplicità dei denti (in genere tre) consente diversi gradi di sollevamento e perciò diverse altezze di ritenuta. Si usano anche nei vari elementi diverse posizioni alternate per avere altezze di ritenuta intermedia e diminuzione dell'azione sulla platea per l'urto reciproco dei getti.

Il campo di applicabilità è quello stesso delle Poirée, salvo il vantaggio della più semplice manovrabilità e del facile passaggio dei materiali galleggianti e della facile regolabilità del livello di ritenuta.

Traverse a trappola d'orso (fig. 36a) Usata negli S.U.. Consta di 2 ventole piane, i cui bordi sono uniti con cerniere alla platea. In apertura la ventola a monte poggia sul bordo superiore munito di rulli della ventola a valle che funziona da puntone: nell'abbattimento il bordo che porta i rulli scorre sulla faccia a valle della ventola superiore finché le due

ventole si sovrappongono adagiandosi sul fondo. I bordi superiori e quelli laterali della ventole e il bordo inferiore della ventola a valle, portano dispositivi di tenuta. L'allevamento si realizza ponendo in comunicazione, attraverso condotti e valvole, la camera ricavata nella platea con la ritenuta a monte. La spinta dell'acqua allora produce il sollevamento. Scaricando l'acqua si ha l'abbassamento. Presenta facilità di manovra e rispetto di galleggianti inadatti per a corsi con notevole trasporto causa inabbiamento della camera

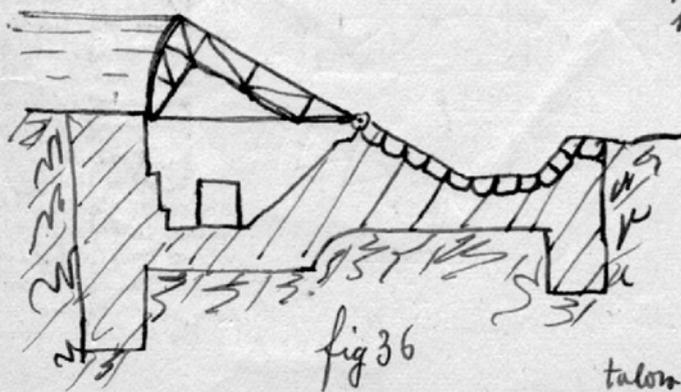
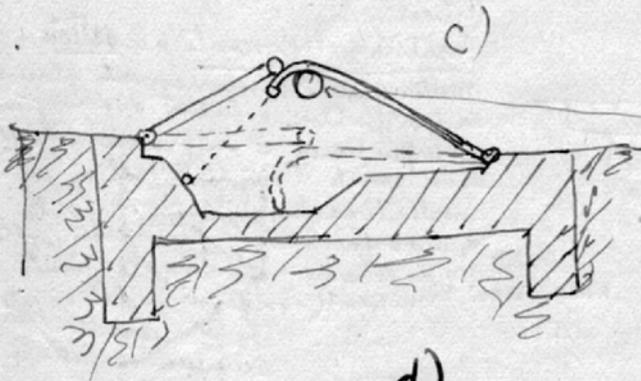
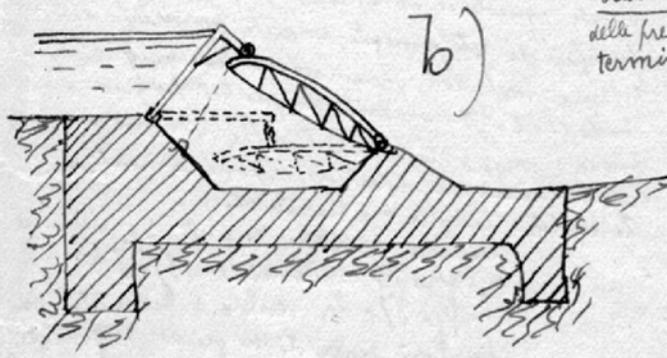
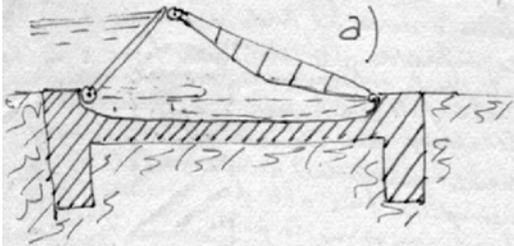


fig 36

traverso a tetto (fig 36B) bzw una variante della precedenti. La ventola a monte pinn termina, al bordo superiore con una appendice ad angolo retto portante di rullo, con cui poggia sulla ventola inferiore curva. Una catena fissata alla ventola superiore ne impedisce l'apertura al di là di quanto stabilito. La fig. 36C) indica una variante con ventola superiore sup appendice, alle scopo di evitare deformazioni con azione di tenuta. La linea di contatto è qui sommaria per aumentare la rigidità della ventola inferiore si riunisce un tubo chiuso agli estremi che ha anche funzione di galleggianti ed equilibra il peso proprio delle ventole.

Traverso a settore (fig. 36d)

segmento cilindrico verso monte e piano verso valle, fissato a cerniera alla platea lung il bordo inferiore. Nella pignone abbattuto a faccia piena si dispone orgz portale e il legname entro apposita camera. Inviando acqua sulla camera da monte si ha sollevamento, scaricando l'abbassamento. La struttura mobile è metallica, il monti talora di legno sono usati

ventole si sovrappongono adagiandosi sul fondo. I bordi inferiori e quelli laterali delle 2 ventole e il bordo superiore della ventola a valle portano dispositivi di tenuta. Il sollevamento si realizza ponendo in comunicazione, attraverso condotti e valvole, la camera ricavata nella platea con la ritenuta a monte: la spinta dell'acqua allora produce il sollevamento. Scaricando l'acqua si ha l'abbassamento. Presenta facilità di manovra e sorpasso di galleggianti inadatto però a casi con notevole trasporto causa insabbiamento della camera.

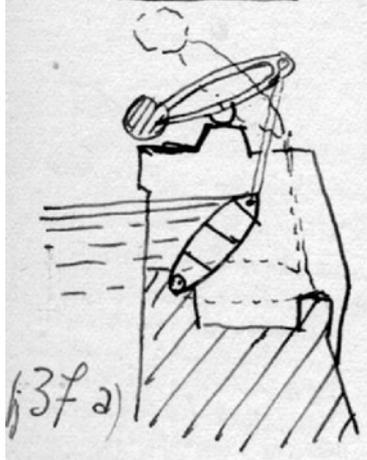
[figura 36]

Traversa a tetto (fig. 36b) Sono una variante delle precedenti. La ventola a monte, piana, termina al bordo superiore con una appendice ad angolo retto portante dei rulli, con cui poggia sulla ventola inferiore curva. Una catena fissata alla ventola superiore ne impedisce l'apertura al di là di quando stabilito. La fig. 36c indica una variante con ventola superiore senza appendice, allo scopo di evitare deformazioni con perdite di tenuta: la linea di contatto è qui sommersa. Per aumentare la rigidità della ventola inferiore vi si unisce un tubo chiuso agli estremi che ha anche funzione di galleggiante ed equilibra il peso proprio delle ventole.

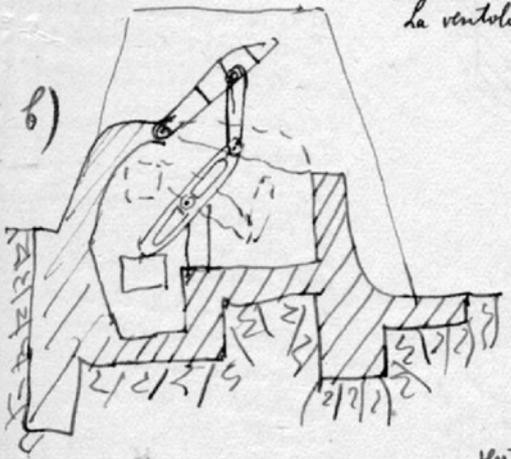
Traverse a settore (fig. 36d) Segmento cilindrico verso monte e piano verso valle, fissato a cerniera alla platea lungo il bordo inferiore. Nella posizione abbattuta la faccia piana si dispone orizzontale e il segmento entro apposita camera. Inviando acqua nella camera da monte si ha sollevamento, scaricandola abbassamento. La struttura mobile è metallica, il manto talora di legno. Sono usate

col nome di paratore a tamburo anche in sommità di dighe, ma con la cerniera a monte anziché a valle.

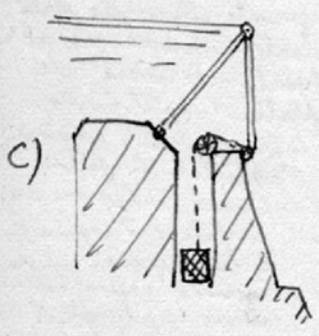
Paratore con appoggio su pile



(fig. 37a)



b)



c)

in uso per sfioratori in dighe che per traverse fluviali. La ventola piana o curva al bordo superiore è incerniata sul bordo inferiore alla struttura fissa e in alto a tiranti che la collegano con due bilancieri appoggiati alle pile, contrapposti all'altro estremo (fig. 37a). Gli appoggi dei bilancieri rotolano su superfici di profilo speciale guidati dall'accoppiamento di settori dentati con cremagliere fisse alle pile. Quando l'acqua raggiunge il livello massimo la pinta nella paratia si solleva e questa si abbassa. Il profilo speciale delle superfici di rotolamento consente equilibrio del sistema anche con inclinazioni intermedie, in modo che l'abbassamento proceda per gradi a mano a mano che sale il livello. Servono con bracci chiusi ed aperture e pendolamenti.

La ventola talvolta a travetubolare - Secondo possibilità, si preferisce disporre in basso il bilanciere (fig. 37b)

In fig. 37c la ventola è sostenuta da puntoni scorrevoli su guide orizzontali e i contrappesi si muovono auto-poggiate verticali.

Paratore a segmento o a settore.

Molto usata sia per sbarramenti fluviali sia per sfioratori e fuochi di derivazione a superficie libera o in pressione. Consiste di un monte il più delle volte a segmento cilindrico, talora piano, fissato a due o più travi longitudinali, contro-

vertate con gli estremi rigidamente uniti a due bracci terminanti con petri portati da pile (fig. 38).

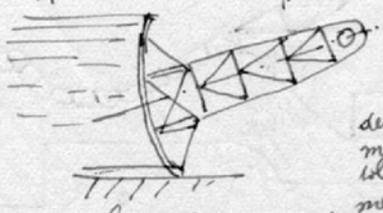
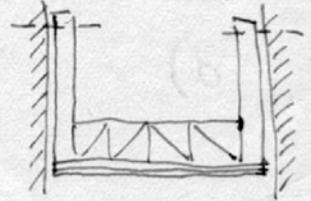


fig. 38a)

Le risultanti delle pressioni passano per l'asse di rotazione, e talvolta poco al di sopra per equilibrare gli attriti. Si fa in modo che le parti inferiori

non passino più a monte delle superiori, per evitare la resistenza derivante dalla spinta merito dei depositi. Le sollevamenti si compie meccanicamente con aste, funi o catene mosse da argani con motore sulle pile.

col nome di paratoie a tamburo anche in sommità di dighe tracimabili, ma con la cerniera a monte anziché a valle.

Paratoie con appoggio su pile

Paratoie a ventole. Più in uso per sfioratori in dighe che per traverse fluviali. La ventola piana o curva al bordo superiore è incernierata sul bordo inferiore alla struttura fissa e in alto a tiranti che la collegano con due bilancieri appoggiati alle pile, contrappesati all'altro estremo (fig. 37a). Gli appoggi dei bilancieri rotolano su superfici di profilo speciale guidati dall'accoppiamento di settori dentati con cremagliere fisse alle pile. Quando l'acqua raggiunge il livello massimo la spinta sulla paratoia prevale e questa si abbassa. Il profilo speciale delle superfici di rotolamento consente equilibrio del sistema anche con inclinazioni intermedie, in modo che l'abbassamento progredisce per gradi a mano a mano che sale il livello. Si evitano così brusche chiusure ed aperture e pendolamenti. La ventola talvolta è a trave tubolare. Quando possibile, si preferisce disporre in basso il bilanciante (fig. 37b). In fig. 37c la ventola è sostenuta da puntoni scorrenti su guide sagomate e i contrappesi si muovono entro pozzetti verticali.

[figura 37]

Paratoie a segmento o a settore. Molto usate sia per sbarramenti fluviali sia per sfioratori e per luci di derivazione a superficie libera o in pressione. Constando di un manto il più delle volte a segmento cilindrico, talora piano, fissato a due o più travi longitudinali, controventate con gli estremi rigidamente uniti a due bracci terminanti con perni portati da pile (fig. 38). La risultante delle pressioni passa per l'asse di rotazione, e talvolta poco al di sopra per equilibrare gli attriti: si fa in modo che le parti inferiori non passino più a monte delle superiori, per evitare le resistenze derivanti dallo spostamento dei depositi. Il sollevamento si compie meccanicamente con aste, funi o catene mosse da argani con motore sulla pila.

[figura 38]

Per diminuire lo sforzo di trazione

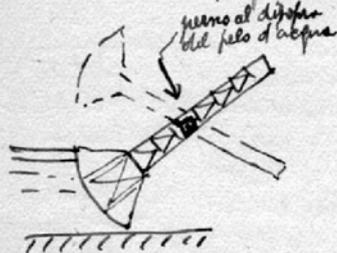
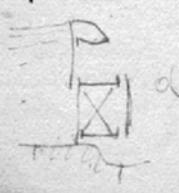
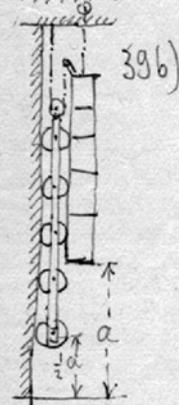
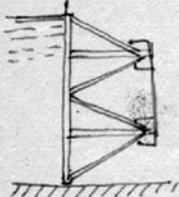
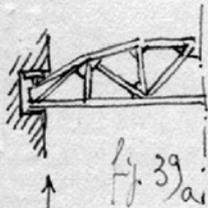
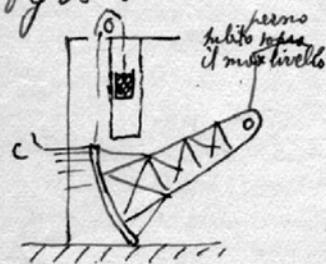


Fig. 38 b

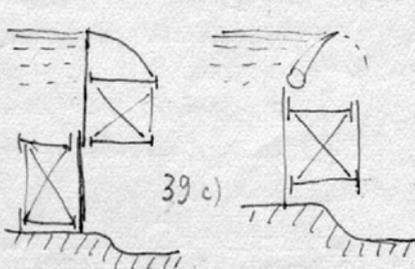


(29) Le paratoie a fune sono bilanciere (Fig. 38 b c) e la struttura è tubolare, per evitare galleggamenti si fore il monte verso valle: esse consistono in lunghezza oltre 30 m, in virtù della loro rigidità, e talmente da un solo estremo.

Paratoie piane. Manto piano verticale e travi orizzontali che trasmettono la spinta ai loro appoggi di estremità costituiti dalle gergami verticali nelle pile. Il contatto a strisciamento si può adattare anche per piccole paratoie.

Per grandi luci si adottano dispositivi riduttori dell'attrito. Il dispositivo Stoney consta di una serie di rulli tenuti assieme da 2 ferri ad L su cui sono fissati i tronconi interposti fra una rotaia fissa al gergame ed una rotaia fissa all'estremo della paratoia. I rulli sono a distanze decrescenti in modo da sfruttare lo stesso sforzo.

L'estremità superiore del sistema di rulli porta una carrucola entro cui passa una fune metallica con un estremo fisso al bordo della paratoia e l'altro in alto alla pile; i rulli percorrono così metà altezza della paratoia (Fig. 39 b). Si adotta più modernamente il dispositivo di appoggio a carrello, consistente in due o quattro ruote portate dagli estremi della paratoia. Le ruote sono portate da stamini che danno in ogni condizione l'equilibrata ripartizione delle forze d'appoggio (Fig. 39 c). Il sistema è più semplice dello Stoney e di più sicura ripartizione delle forze; di più non restano esposte alla corrente le ruote come nello Stoney su differenti percorsi. Le paratoie per le pile sono doppie, cioè costituite da due elementi sovrapposti: il superiore può essere anche una ventola.



Vantaggi delle paratoie doppie: una possibilità di far defluire piccole piene per trascorrimento col vantaggio di più rapida manovra e di evitare deflessi sotto battente che sono causa di usura; limitata

manovra di evacuazione di materiali gallegganti; minore altezza di sovrastruttura delle pile. In compenso occorre doppio gergame e maggior spesa della pile. In 39 c il rubo dell'elemento superiore serve a migliorare le condizioni idrauliche della trasmissione, mentre il traliccio all'elemento inferiore provvede tuttora ai materiali solidi e disturba la sua piovra fenomeni di intasamento e forte vibrazione. Si sono evitati gli inconvenienti di tale sistema inferiori a monte, ma l'abbassamento dell'elemento superiore è limitato.

Per diminuire lo sforzo di trazione le paratoie si possono bilanciare (fig. 38b e c). Se la struttura è tubolare, per evitare il galleggiamento si fora il manto verso valle: esse consentono lunghezze oltre 30 m, in virtù della loro rigidità, e sollevamento da un solo estremo.

[figura 39]

Paratoie piane. Manto piano verticale e travi orizzontali che trasmettono la spinta ai loro appoggi di estremità costituiti da gargami verticali nelle pile. Il contatto a strisciamento si può adottare solo per piccole paratoie. Per grandi luci si adottano dispositivi riduttori dell'attrito. Il dispositivo Stoney consta di una serie di rulli tenuti assieme da 2 ferri ad U su cui sono fissati i loro perni interposti fra una rotaia fissa al gargame ed una rotaia fissa all'estremo della paratoia. I rulli sono a distanze decrescenti un modo da sopportare lo stesso sforzo. L'estremità superiore del sostegno dei rulli porta una carrucola entro cui passa una fune metallica con un estremo fisso al bordo della paratoia e l'altro in alto alla pila: i rulli percorrono così metà altezza della paratoia (fig. 39b). Si adotta più modernamente il dispositivo di appoggio a carrello consistente in due o quattro ruote portate dagli estremi della paratoia. Le ruote sono portate da bilancieri che danno in ogni condizione l'eguaglianza di ripartizione delle forze d'appoggio (fig. 39c). Il sistema è più semplice dello Stoney e di più sicura ripartizione delle forze; di più non restano esposte alla corrente le ruote come nello Stoney per il differente percorso. Le paratoie per lo più sono doppie, cioè costituite da due elementi sovrapposti: il superiore può essere anche una ventola.

Vantaggi delle paratoie doppie sono: possibilità di fare defluire piccole piene per tracimazione col vantaggio di più rapida manovra e di evitare deflussi sotto battente che sono causa di usura; limitata manovra di evacuazione dei materiali galleggianti; minore altezza di sovrastruttura delle pile. In compenso occorre doppio gargame e maggior spessore delle pile. In 39c lo scudo dell'elemento superiore serve a migliorare le condizioni idrauliche della tracimazione, mentre il traliccio dell'elemento inferiore provoca trattenuta dei materiali solidi e disturba la vena, provoca fenomeni di cavitazione e forte vibrazione. In (d) sono evitati gli inconvenienti del traliccio inferiore a monte, ma l'abbassamento dell'elemento superiore è limitato.

Paratoie cilindriche.

sono costituite da un cilindro metallico orizzontale chiuso, che porta a ciascuna estremità una superficie di rotolamento e a fianco una ruota o settore dentato; in corrispondenza le pile portano, con profilo inclinato, una rotella ed al suo fianco una cremagliera. Ad una estremità del cilindro è avvolta una catena della quale superiormente fa capo ad un arpione in posizione di chiusura. Il cilindro riposa sulla platea; per l'apertura rotola sulle rotelle guidate dalla ruota o settore dentato e dalla cremagliera. Vi è facilità di trascinazione e risparmio dei galleggianti, rigidità della struttura alla flessione ed alla torsione.

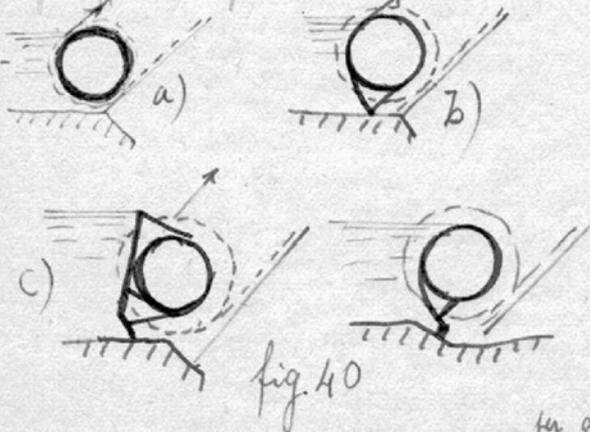


fig. 40

La forma cilindrica semplice a offre cattive condizioni di deflesso ed disolto, con contazioni e vibrazioni; perciò si aggiunge lo scudo (b), che per alleggerire di ritenuta notevole si prolunga pure superiormente e si ripiega verso valle (c) per impedire l'urto della ruota di trascinazione sul cilindro. Per evitare il sollevamento dell'intero corpo nelle piene minori e

per avere i vantaggi della trascinazione (rispetto al battente) ed evacuazione facile dei galleggianti, si dispone talora al disopra del cilindro una rotella abbattibile, o si rende possibile l'abbassamento del cilindro dalla normale posizione, creandosi gradino nella soglia con notevoli difficoltà per la tenuta inferiore. Il cilindro è costituito da telais, in ferri ad U ed elementi di uncione a triangolo o ad anello in profilato disposti in piano normale all'asse. Nel telais è applicato un montello di lamiera chiodata.

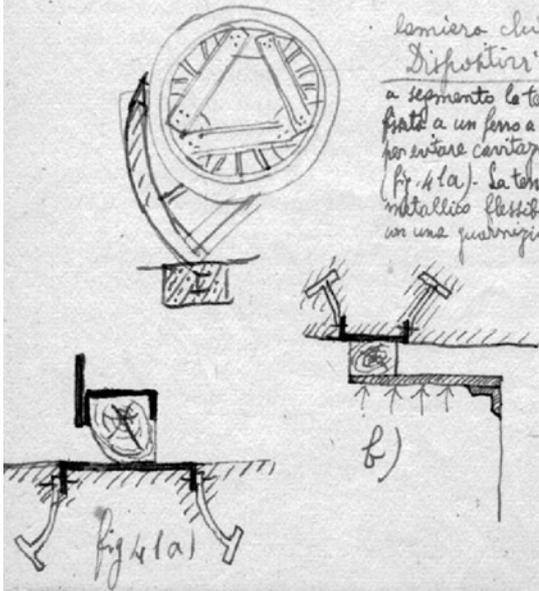


fig. 41a)

Dispositivi di tenuta Nel bordo inferiore delle paratoie a segmento la tenuta si realizza con una trave di legno duro fissata a un ferro C e tappeata inferiormente a guisa di ellisse per evitare cavitazione e vibrazioni: si fa appoggio una piastrina alla platea (fig. 41a). La tenuta laterale delle paratoie consta di un lamierino metallico flessibile fissato all'elemento mobile o sforgante verso monte con una guarnizione di legno cuoio o gomma vero e proprio (fig. 41b) si fa uso di guarnizioni di cuoio o gomma fissate alla platea il cui bordo libero viene dalla pressione premuto contro una superficie libera, grazie lungo le cerniere delle paratoie a trappola, a ventola, e settore. Oltre al tipo a ventola, di per sé automatico, tutti gli altri possono rendersi tali con l'appoggio di servomotori elettrici o idraulici controllati da galleggianti: l'impiego ne è poco frequente causa la delicatezza degli apparecchi e la necessità sorveglianza e manutenzione, e la poca sicurezza.

Paratoie cilindriche.

Sono costituite da un cilindro metallico orizzontale chiuso, che porta a ciascuna estremità una superficie di rotolamento e a fianco una ruota a settore dentato; in corrispondenza le pile portano, con profilo inclinato, una rotaia ed al suo fianco una cremagliera. Ad una estremità del cilindro è avvolta in una catena Galle che superiormente fa capo ad un argano. In posizione di chiusura il cilindro riposa sulla platea; per l'apertura rotola sulle rotaie guidato dalla ruota o settore dentato e dalla cremagliera. V'è facilità di tracimazione e sorpasso dei galleggianti, rigidità della struttura alla flessione ed alla torsione.

[figura 40]

La forma cilindrica semplice (a) offre cattive condizioni di deflusso al di sotto, con cavitazione e vibrazione; perciò si aggiunge lo scudo (b), che per altezze di ritenuta notevoli si prolunga pure superiormente e si ripiega verso valle (c) per impedire l'urto della vena di tracimazione nel cilindro. Per evitare il sollevamento dell'intero corpo nelle piene minori e per avere i vantaggi della tracimazione (rispetto al battente) ed evacuazione facile dei galleggianti, si dispone talora al disopra del cilindro una ventola abbattibile, o si rende possibile l'abbassamento del cilindro dalla normale posizione, creando gradino nella soglia con notevoli difficoltà per la tenuta inferiore. Il cilindro è costituito da telaio in ferri ad U ed elementi di unione a triangolo o ad anello in profilati disposti in piano normale all'asse. Sul telaio è applicato un mantello di lamiera chiodata.

[figura 41]

Dispositivi di tenuta. Nel bordo inferiore delle paratoie a segmento la tenuta si realizza con una trave di legno duro fissata a un ferro a C e sagomata inferiormente a quarto di ellisse per evitare cavitazione e vibrazioni: vi fa riscontro una piastra nella platea (fig. 41a). La tenuta laterale delle paratoie consta di un lamierino metallico flessibile fissato all'elemento mobile o sporgente verso monte con una guarnizione di legno, cuoio o gomma verso la pila (fig. 41b). Si fa uso di guarnizioni di cuoio o gomma fisse alla platea il cui bordo libero viene dalla pressione premuto contro una superficie libera specie lungo le cerniere delle paratoie a trappola, a ventola, a settore. Oltre al tipo a ventola, di per sé automatico, tutti gli altri possono rendersi tali con l'aggiunta di servomotori elettrici o idraulici controllati da galleggianti: l'impiego ne è poco frequente causa la delicatezza degli apparecchi e la necessaria sorveglianza e manutenzione, e la poca sicurezza.