

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 IDRAULICHE

L'ADIGE SUE CONDIZIONI IDROGRAFICHE E LAVORI DI SISTEMAZIONE NEL SUO ALVEO

Vedasi la Tavola II

INTRODUZIONE.

I lavori di correzione e di sistemazione dei torrenti nel loro bacino montano, hanno un'importanza che in questi ultimi decenni andò sempre più accentuandosi, in causa specialmente dei disastri che pur troppo pare, in parte anche pei cresciuti disboscamenti, si ripetono con maggior frequenza e aumentata intensità, non solo nell'ambito della regione montuosa, ma soprattutto nelle ubertose vallate inferiori e nella pianura, dove il torrente, arricchito nel lungo percorso da molti affluenti che insieme colle acque vi apportano quantità non indifferenti di materiali, ha cambiato carattere elevandosi nella categoria dei fiumi, e dove si fa spesso ribelle ad ogni ritegno.

Si è riconosciuto esistere un'intima relazione fra le inondazioni e i disalveamenti che avvengono nella pianura, e le condizioni dei torrenti nelle montagne, e si è cercato in queste una delle cause prime dei mali lamentati. Gli Enti interessati e i vari Governi hanno fatto a gara nell'indagare, con diligenti osservazioni ed accurati studi, i modi più efficaci e le opere più convenienti e addatte a por rimedio a tanti danni, sia col sopprimere all'origine le cause che vi hanno dato luogo, sia coll'arrestarne il propagarsi, e sia coll'attenuare l'influenza dannosa delle medesime. In questo modo fu possibile di raccogliere una quantità di dati utilissimi; di sperimentare su larga scala i più svariati procedimenti; di formarsi esatti concetti sulla loro maggiore o minore efficacia in rapporto con le varie circostanze dove trovano applicazione; e di sviluppare una serie di lavori speciali, il cui complesso ha creato un nuovo ramo delle costruzioni idrauliche, con norme direttive ed indirizzo proprio.

Le pubblicazioni e le memorie che trattano dell'argomento sono già numerose, anzi moltissime di esse hanno un valore intrinseco notevole, ed offrono ampia materia di studio; ma, ordinariamente, si riferiscono a casi speciali od a singole regioni. Mancava un'opera che, raccogliendo in un lavoro unico tutte queste nozioni, coordinandole e dando loro una forma propria, venisse a costituire un vero trattato di questo ramo della scienza idraulica che, per la specialità dei siti dove si svolge, assume un carattere originale assai diverso dagli altri. Questa lacuna viene ora riempita dall'opera testè pubblicata di Weber von Ebenhof « La sistemazione dei corsi d'acqua torrentizii », opera magistrale e unica nel suo genere (1).

Infatti l'Autore non si è limitato in essa ad esporre le varie condizioni in cui si trovano i torrenti, le norme generali a cui deve informarsi la sistemazione dei medesimi, i vari lavori che furono proposti e che, secondo i casi, conviene o no di eseguire; egli ne ha fatto un'applicazione speciale ad un corso

d'acqua, il quale, insieme coi suoi principali influenti, offre le più svariate occasioni per apprezzare nel loro valore pratico tutti i sistemi di questo ramo della scienza idraulica; ha per così dire lavorato sul vivo; e perciò tutte le sue argomentazioni sono corroborate dai fatti, hanno per base lavori eseguiti e la cui efficacia non si può più mettere in dubbio. In tal modo l'Autore, non solo ci ha dato un trattato completo della materia, ma nello stesso tempo, una monografia esauriente, dal punto di vista suddetto, di un fiume, il quale, sebbene tragga le sue origini fuori d'Italia e si trovi per gran parte sul territorio austriaco, pure discende nella pianura veneta e, ingrossato delle torbide dei suoi affluenti tirolesi e italiani, arreca gravissimi disastri alle nostre città, alle nostre pianure. Questo fiume è l'Adige, sul quale si sono già eseguiti tanto nel territorio italiano, quanto in quello austriaco dei lavori grandiosi, considerevoli. Perciò il libro di Weber, che pei tedeschi ha un'importanza ancora maggiore che per noi, inquantochè nulla fra essi è stato pubblicato sull'Adige, in Italia non può mancare di acquistare l'approvazione completa degli studiosi delle discipline idrauliche, visto che, per la prima volta, troviamo riunito in un'opera unica tuttociò che si riferisce a questo fiume, nonchè i molteplici lavori eseguiti, dei quali specialmente poco è noto (1), mentre, e per la grandiosità loro, e per l'audacia con cui furono intrapresi e per l'esito felice ottenuto, meritano altamente di essere conosciuti. Egli è appunto a cagione di questo speciale interesse che offre per noi l'opera di Weber, che ci proponiamo di prenderla a guida nella breve esposizione dei vari lavori di sistemazione compiuti sopra l'Adige nel bacino montano, non tralasciando di aggiungere le considerazioni che la nostra visita ai medesimi ci ha suggerite (2).

Il tentare la storia di un fiume non è cosa di poco momento, nè facile per chicchessia; ma in Weber concorrevano tante circostanze, che raramente si trovano riunite in una persona sola e perciò egli, più di qualunque altro, trovavasi in grado di stendere la Monografia in questione. La sua lunga esperienza in lavori idraulici, la gran parte da lui presa alle opere di sistemazione compite nel bacino montano dell'Adige, i molti viaggi nei paesi attraversati dal fiume, e in particolar modo la quantità enorme di documenti ufficiali messi a sua disposizione, dei quali molti inediti, sono una garanzia del valore della sua opera, nella quale non solo troviamo trattata la parte idraulica, ma anche quelle parti della geologia e della meteorologia, che hanno con essa un intimo legame.

Noi Italiani poi, dobbiamo specialmente andare orgogliosi della Monografia di Weber, poichè vediamo in essa riconosciuto ed altamente apprezzato tutto ciò che i nostri sommi hanno fatto in questo lembo della pianura italica, dove si sono

(1) Nei *Cenni monografici* pubblicati dal Ministero dei lavori pubblici nel 1878 al Vol. 5, pag. 35 è detto che « dopo l'imponente piena » del 1868... fu compilato e sta discutendosi un progetto Kink, col quale si proponeva la costruzione di serre montane... » Egli è appunto dell'esecuzione di questi lavori che ci occuperemo e siccome l'*Ingegneria Civile* ne ha già parlato (Vedi Anno XVI, N. 3, pagina 33-40) quando i lavori erano in corso, così nella nostra esposizione faremo in modo di completare quelle notizie, tralasciando ciò che ivi è stato detto ed estendendoci invece sopra quanto non si è potuto accogliere allora od ha bisogno di essere completato in causa dello sviluppo successivo dei lavori.

(2) Dal libro del signor Weber prendiamo pure le figure necessarie all'illustrazione delle cose da noi esposte, e ciò col grazioso consenso dell'egregio Autore, al quale rendiamo qui pubbliche grazie.

(1) *Der Gebirgswasserbau (Flussregulierung und Hauptschluchtverbauung) im Alpenen Etsch-Becken und seine Beziehungen zum Flussbau des oberitalienischen Schwemmland, von ALFRED RITTER WEBER von EBENHOF.* — 55 fogli in quarto con 81 figure nel testo e un atlante in foglio-grande con 61 tavole. — Vienna.

combattute tante lotte contro l'acqua, elemento indispensabile all'uomo, allo sviluppo del commercio, dell'industria e dell'agricoltura, eppure tanto disastroso se abbandonato alla propria bizzarria; agone veramente classico per l'idraulica, nel quale le opinioni e le teorie più opposte sono venute a cozzo e molte di esse hanno trovato la sanzione dell'esperienza; vediamo in essa tenuti nel conto che meritano e messi a larga contribuzione con sagacia ed accuratezza i numerosi scritti pubblicati sull'argomento dai nostri idraulici; cosicchè d'ora in avanti per gli ulteriori studi, il libro di Weber potrà servire come punto di partenza; egli segna, per così esprimerci, il divario fra il passato e l'avvenire, e costituisce una specie d'inventario di tutto ciò che riguarda l'Adige. Possiamo adunque fare per l'Italia gli stessi voti che l'Autore fa per l'Austria, che altri cioè, dei nostri principali fiumi, trovino uno storiografo come l'ebbe l'Adige.

CAPITOLO I.

L'Adige nel territorio Austriaco.

I. — CENNI GENERALI SULL'ADIGE.

Il nome di Adige è antichissimo; viene già menzionato da Plutarco (*Athisona* o *Atisona*) e da Strabone (*Atagin*); nel Medio Evo i cronisti lo chiamarono *Athesis* o *Atacis*; nella parte montuosa pare, però, abbia avuto fino dai tempi più remoti il nome di *Etsch*, che alcuni derivano dall'Etrusco *rasèno*. Dopo il Po è il maggiore e il più importante dei fiumi che solcano la pianura veneta e, per lunghezza di corso, il principale della penisola. Il suo bacino imbrifero ha un'ampiezza che non viene superata in Italia che dai bacini del Po e del Tevere; si divide in due parti ben distinte (fig. 2, tav. II): una montuosa e l'altra piana; la prima nel Tirolo, ha un'estensione di 10.559 chilometri quadrati nelle Alpi centrali e orientali; la seconda di soli 521 chilometri quadrati, tutti sopra territorio italiano; quella può considerarsi come il vero bacino alimentatore del fiume, questa invece gli fornisce un tributo meschino. La separazione dei due bacini ha luogo fra Borghetto e Peri, dove appunto il fiume varca il confine austriaco per entrare nella regione italiana.

Anche dal punto di vista del suo andamento potrebbe mantenersi la stessa distinzione, poichè dal confine in sotto dimi-

nuisce la sua pendenza, passando gradatamente da 0,93 ‰ a 0,76; 0,24; 0,14 e fino a sfociare in mare; mentre a monte le pendenze vanno sempre aumentando. Senonchè in causa della conformazione speciale del letto presso Sacco, come diremo in appresso, la separazione dei due tronchi conviene si faccia in questo punto.

La lunghezza totale del fiume è di 410 Km. dei quali circa la metà sul territorio italiano; la massima portata in tempo di piena è di 3500 a 4000 m³ per minuto secondo, supera quindi quella di tutti i fiumi veneti che sfociano direttamente in mare, come si scorge dallo specchio seguente:

	Superficie del bacino imbrifero in chilometri quadrati	Lunghezza del fiume in chilometri	Portata massima per minuto secondo in metri cubi
Tagliamento . . .	2.590	170	1.400
Livenza . . .	2.690	110	1.000
Piave . . .	4.100	220	3.000
Brenta . . .	2.304	186	870
Bacchiglione . . .	1.600	130	770
Gorzone . . .	910	170	330
Adige . . .	11.080	410	3.500.

Da queste cifre si scorge che l'Adige, relativamente al suo bacino, ha una portata massima inferiore a quella degli altri fiumi; il Brenta solo vi si avvicina; poi il Gorzone e il Livenza; gli altri sono assai più ricchi d'acque di piena; e primo fra tutti il Piave, il quale, con un bacino quasi tre volte più piccolo di quello dell'Adige, ha una portata poco diversa.

Weber attribuisce questo fatto alla diversa esposizione dei bacini dei corsi d'acqua in esame; poichè quello dell'Adige, a differenza degli altri, si trova racchiuso fra le Alpi e quasi difeso dai venti meridionali carichi di umidità; perciò le sue piene sono meno ricche di acque. Ma, secondo noi, questa ragione non è sufficiente e riteniamo che la massima influenza debba ricercarsi nella natura geologica dei vari bacini; nella loro maggiore o minore vegetazione boschiva; nella lunghezza dell'asta principale e di quella degli influenti e soprattutto nelle pendenze dei medesimi (1).

(1) CRUGNOLA, *Coincidenza delle piene in parecchi affluenti di un corso d'acqua principale*. Vol. X dell'Ingegneria civile.



Fig. 9. — Il laghetto di Reschen



Fig. 10. — Lago di Haider.

L'origine dell'Adige è assai modesta; esso esce placidamente dal laghetto di Reschen (fig. 9) all'altitudine di 1475 metri presso Reschenscheideck nell'immediata vicinanza dello spartiacque fra il suo bacino e quello dell'Inn; attraversa due altri laghetti sottostanti e poco lontani, il Mitter e l'Haider (fig. 10), i quali formano col primo tre bacini alpini, cui fanno maestosa corona altissime cime, e lontan lontano nevi perpetue e giganteschi ghiacciai. Con una curva larghissima gira le Alpi della valle dell'Oetz e, avvicinando Glurenz e Laas, prosegue in direzione orientale fino presso Merano, dove arriva precipitando di terrazza in terrazza per ben cinque volte e abbandonando il Vintschgau. Qui volge quasi bruscamente verso sud-est, direzione che mantiene fino a Bolzano, dove, piegando a sud sud-ovest, continua il suo corso fino alla imboccatura del torrente Noce, per dirigersi poi a mezzogiorno e proseguire così fino a Trento. Oltre questa città riprende poco a poco la direzione primitiva e, salvo alcune risvolte, la conserva fino a Chievo sopra corrente a Verona; a partire da questo punto il suo corso si dirige (fig. 2, tav. II) verso sud-est fino a Ronco in vicinanza di Albaredo; indi piega a sud-sud-est e, dopo Badia-Polesine al sud di Legnago, assume la direzione di oriente, avvicina Rovigo, Anguillara, Cavarzere, e va a sfociare nell'Adriatico presso Fossone al sud di Chioggia.

Le pendenze variano da m. 0,018 per metro a 0,0344 dall'origine fino a Merano; da Merano a Bolzano da m. 0,00524 a m. 0,00242 nel tronco superiore e da m. 0,00093 a m. 0,00136 nell'inferiore; da Bolzano al confine italiano presso Borghetto da m. 0,00054 a m. 0,0019. Da qui in sotto abbiamo: fino a Verona m. 0,00144; fino a Zevio m. 0,00106; fino a Legnago e Badia m. 0,00055 e l'ultimo tratto fino al mare m. 0,00009 ossia 0,09‰ (fig. 3, tav. II).

Le larghezze del fiume vanno crescendo mano mano che si discende dall'origine alla foce; da 45 metri nel tratto fra Merano e Bolzano, diventano da 54 a 70 nel successivo fino a Trento e di 100 metri fino al confine italiano; indi 130 fino a Verona dove l'Adige è sempre navigabile. Nell'asta inferiore si hanno 137 m. fino a Zevio; 240 m. fino a Badia; indi 255 m. in fino al mare.

Dei principali influenti diremo più innanzi, per non cadere in troppe ripetizioni. La portata nelle massime piene è di metri cubi 700 per minuto secondo fra Merano e Bolzano; di

1400 m. c. a monte della confluenza col Noce; di m. c. 3300 presso Trento e di 3500 a 4000 m. c. circa a Verona.

Nel territorio austriaco e fino a Verona l'Adige si mantiene in letto più o meno profondo; corre talvolta per tratti a forte pendenza, rumoreggiando e spumando con veemenza, ma poi riprende poco più a valle il suo corso regolare, e però sempre con carattere di fiume alpino; non raramente divaga a destra ed a sinistra rovinando e travolgendo tutto ciò che incontra sul suo cammino. Sotto Verona le sue acque diventano pericolose, poichè non scorrono più incassate fra le rive; la mano dell'uomo ha cercato di domarne i capricci contenendole per mezzo di arginature longitudinali ed obbligandole così a correre in un letto, che in molti tratti è pensile; ma avviene talvolta che il fiume, quasi stanco di queste catene, si gonfia, si ribella, rompe le arginature e via furioso per le campagne adiacenti portando dovunque la rovina e la desolazione. Questi giorni di collera sono quelli delle massime piene e si verificano in primavera all'epoca dello scioglimento delle nevi e in autunno quando hanno luogo piogge torrenziali; queste ultime piene sono improvvise e altissime, quelle invece hanno maggior durata ma veemenza minore.

2. — OROGRAFIA E IDROGRAFIA. — IL VINTSCHGAU.

L'Adige nella sua parte montana e fino presso il confine italiano è un vero fiume alpino; da semplice ruscello si trasforma rapidamente in torrente ed arricchendosi delle acque di numerosi e importanti influenti si eleva fino al grado di fiume. Il suo bacino per la maggior parte si trova nelle Alpi meridionali, solo una quarta parte appartiene alle centrali cristalline. Fino a Lavis il fiume scorre lungo le Alpi della valle di Non a destra e le dolomiti del Tirolo meridionale a sinistra; indi s'intromette fra le Alpi tridentine e i monti Lessini per Trento, Rovereto ed Ala e, dopo un percorso di 200 chilometri circa, abbandona la parte montuosa presso la Chiesa di Verona.

Al suo bacino, la cui forma ha una lontana rassomiglianza con una foglia di quercia (fig. 4, tav. II) fanno corona altissime cime di monti, coperte da ghiacciai e che vanno gradatamente declinando verso mezzogiorno. Nel centro del medesimo trovasi Bolzano, giustamente chiamato la perla del

Tirolo meridionale; all'estremità sud, dove il bacino ha la minima larghezza, domina la bellissima città di Trento. Le punte della valle dell'Oetz si elevano da un mare di ghiaccio a sole cinque miglia di distanza in direzione nord-ovest e sopra di esse torreggia gigante la Wildspitze a m. 3770. Verso nord il ghiacciaio Stubay, al quale seguono, andando da nord ad est, in lunga catena i ghiacciai delle Alpi delle valli della Zill e di Tauer; ad oriente sta il nucleo maestoso dell'Ortler, il più alto e il più grandioso delle Alpi orientali coll'Ortlerspitze che raggiunge i m. 3905. Verso sud-est appaiono i ghiacciai del gruppo Adamello e più vicino a oriente la vedretta Marmolata.

In questo maestoso anfiteatro della natura che va a chiudersi nella Chiusa di Verona a soli 107 metri sul livello del mare, si raccolgono le acque che, discendendo dalle più elevate punte (3905 m., 3770 m., 3741 m. la Weisskugel, ecc.) e attraversando ricche e verdeggianti convalli, confluiscono nell'Adige, il quale, solcando la pianura veneta, le trasporta al mare.

La valle superiore nella quale scorre il fiume da Reschenscheideck fino a Merano, per circa 68 chilometri e con un'altitudine media di 1442 m., si chiama il Vintschgau o Val Venosta, e più precisamente: l'alto Vintschgau dall'origine fino a Schlanders, e il basso Vintschgau da qui a Merano. La valle inferiormente a Merano fino alla stretta di Murazzo presso Calliano al sud di Trento è detta Val d'Adige e più sotto Val Lagarina.

Il carattere dominante di questo bacino non è quello di una valle longitudinale che si svolga fra catene parallele di montagne; ma bensì di tante valli, che circondano gruppi isolati di monti, specialmente verso settentrione, il Vintschgau, la valle dell'Isargo e quella del Rienzo, e solo da Bolzano in sotto assume il carattere di vallata longitudinale. Analogamente ai corsi di acqua alpini, l'Adige, l'Isargo (Eisack) e il Rienzo, suoi influenti, non discendono dalle cime più elevate, ma da selle e convalli superiori, mentre valli minori si dirigono trasversalmente e vanno a ricercare le più elevate altitudini. E però tanto le valli longitudinali, quanto le trasversali, sono formate da una serie di bacini minori e di strette o chiuse, quest'ultime con pendenze sempre più ripide. In tutte le valli la pendenza media cresce andando verso le origini; però l'inclinazione nei singoli bacini è sempre maggiore di quella delle vallate che li riuniscono.

Dai laghi di Reschenscheideck, dove l'Adige incomincia il suo corso, fino a Merano la valle presenta un carattere che non s'incontra in nessun'altra vallata alpina; cinque terrazze ne dividono la sua lunghezza, di 68 chilometri, in tanti bacini singoli e, diremo, quasi isolati, i quali formano i gradini che dalla altitudine di 292 metri permettono di raggiungere i m. 1445. In questo tratto l'Adige è ancora troppo giovane, quindi impotente a dominare i propri influenti; perciò corre, precipitando di terrazza in terrazza, spinto ora a destra, ora a sinistra dai numerosi cono di deiezione che i torrenti selvaggi vi apportano dalle più alte cime delle montagne circostanti; e talvolta introducendosi a forza e formandosi strada fra due cono che si fronteggiano ed ostruiscono la vallata, corrode or l'uno or l'altro sprofondandosi in burroni spaventevoli spumante e fragoroso, per poi riapparire poco sotto limpido e calmo. Queste masse di materiali, le cui basi talvolta occupano tutta la larghezza della vallata, e il cui apice si eleva per oltre 300 metri, influiscono grandemente non solo sull'andamento del fiume e sulle sue pendenze, obbligandolo a rigurgitare ed a depositare a monte le proprie torbide; ma gli tolgono la forza per asportare le materie, dando così origine a ristagni paludosi e non di rado a laghi temporanei. La natura dei bacini di raccolta degli influenti, tutta cristallina nei micascisti, che facilmente si degradano esposti agli agenti meteorici, contribuisce in modo straordinario all'aumento delle materie da essi trasportate nell'alveo dell'Adige.

I tre laghi di Reschen (fig. 9), di Mezzo e di Haider (fig. 10), dei quali il nostro fiume è l'emissario, formavano in origine un lago unico, il quale venne appunto tripartito da due torrenti, di cui l'uno, il Carlin, esce dalla valle Langtauf, l'altro, il Zenger, discende dal Grosshornkopf. Dai laghi fino a Glurns si estende una vallata per una lunghezza di 15 chi-

lometri circa, con la forte pendenza di 1:15, e l'Adige la percorre bagnando il piede della pendice di destra, tenutosi imbrigliato dal cono di deiezione del torrente Plani. Presso Glurns sbocca il Ramm, che discende dallo Stilsfer-Joch e dal Passo di Buffalora; più sotto, sempre sulla destra, immette presso Spondinig il Sulden, che scola le due vallate di Suldner e di Trafoi, e che nei tempi passati portò tali devastazioni da trasformare la pianura fra Lichtenberg, Schlunderns e Glurns in una vasta palude. Sulla sinistra sbocca il Saldur dalla vallata di Matsch. Oggidi questo tratto dell'Adige è stato sistemato e le condizioni hanno migliorato assai.

Immediatamente a valle del villaggio di Laas, due torrenti si precipitano nell'Adige; però il Gatria, sulla sinistra, ha il sopravvento ed ha formato un cono, il cui vertice si eleva a 360 metri sul fondo di Schlanders; esso spinge il fiume verso la pendice meridionale, al che concorre pure il torrente di Schlanders.

Da questo punto fino alla confluenza della Töll la valle viene divisa in tre terrazze dai cono di deiezione del Tarsch presso Latsch e del Tabland presso Naturns. Nel primo terrazzo immette il Plima, che discende dai ghiacciai delle punte di Sulden e di Venezia e spinge il fiume verso nord, dove viene mantenuto, fra Latch e Marein, dal conoide di deiezione gigantesco del Tarsch, il cui raggio è di 2 chilometri e mezzo. Nel secondo terrazzo l'Adige viene spinto verso la destra sponda dalle alluvioni del Ziel presso Zartschins, e poco sotto, sempre dal lato sinistro, confluisce la Töll, apportando immensi depositi.

Nelle vicinanze di Merano e prima di arrivarvi, il fiume piega bruscamente verso sud e si precipita, rumoreggiando, per diverse cateratte da un'altezza complessiva di 190 metri; subisce ancora l'influenza di un grosso torrente, il Passer, che lo spinge sulla destra; poi entra immediatamente nella sfera, dove ha principio la sua sistemazione, che prosegue fino alla frontiera italiana.

3. — DA MERANO A BOLZANO

E AL PONTE DELLA FERROVIA DI GMUND.

A partire da Merano comincia la vera vallata dell'Adige, la quale si presenta con caratteri ben diversi del Vintschgau; qui la minor altitudine e l'esposizione ai venti meridionali per la nuova direzione assunta, contribuiscono in sommo grado a darle questi diversi caratteri: la vegetazione più ferace, le pendici meno ruvide, il fondo più largo. La divisione in terrazze, così caratteristica del Vintschgau, più non esiste; gli influenti, benché più importanti, vi apportano meno materiali e danno luogo a conoidi relativamente assai minori, cosicché il fiume si muove più liberamente nel fondo della valle senza venire spinto ora a destra, ora a sinistra, con quella veemenza di cui abbiamo parlato nel numero precedente. La pendenza è assai diminuita e perciò ne derivano non poche serpentine nell'asta del fiume, le quali in tempo di piena sono spesso causa di straripamenti, le cui conseguenze tornano funeste agli abitati ed ai terreni adiacenti. I cono di deiezione del Falschauer sulla destra, e del Sinig sulla sinistra, diretti quasi perpendicolarmente all'asta del fiume recipiente, minacciano la strada rotabile che da Merano conduce a Bolzano. Quivi l'Adige correva in varie volte e risvolte e dava luogo a ristagni e impaludamenti assai nocivi; ora, coi lavori della sistemazione, gli si è assegnato un corso regolare e inoffensivo.

Dei vari suoi affluenti, fra Burgstall e Terlan incontriamo sulla sinistra il Gargazone e il Vilpiano, sulla destra il Nalser-Bach; più sotto il Peters-Bach da una parte, e il Geissen dall'altra; indi si entra nella sfera d'influenza del rigurgito prodotto dall'Isargo (Eisack), la cui confluenza ha un'importanza speciale. I due corsi d'acqua, l'Adige e l'Isargo, corrono a lungo parallelamente l'uno vicino all'altro, quasi due campioni che, prima di venire alla lotta, si guardano e misurano rispettivamente le forze dell'avversario, separati da una stretta lingua di terra che or l'uno, or l'altro rompe o sormonta, invadendo il campo del nemico e dando luogo a depositi immensi di materiali, rilasciando ristagni considerevoli nella vallata dell'Adige, tanto che fino dall'epoca dell'imperatore Giuseppe si costruirono già degli argini tutt'ora

esistenti; ma poi l'Adige riesce finalmente vincitore, e dopo la confluenza continua maestoso il suo corso regolare.

L'Isargo coi suoi due influenti, il Rienzo e il Talfer, abbraccia un bacino imbrifero, che è di poco inferiore alla metà dell'estensione del bacino montano dell'Adige; infatti, mentre questi è di 10.559 chilometri quadrati, quello ha una superficie di Kmq. 4141, e può ripartirsi come segue (fig. 1, tav. II):

Bacino del Rienzo, escluso il torrente	
Ahren	Kmq. 1448
Bacino del torrente Ahren	id. 629
	Kmq. 2077
Bacino dell'Isargo, escluso il Rienzo e il	
Talfer	Kmq. 1591
Bacino del Talfer	id. 473
Totale	Kmq. 4141

L'Isargo ha origine sul Passo del Brenner, a m. 1362 di altitudine; corre dapprima in direzione sud-ovest fino a Sterzing, poi sud-est fino a Franzensfeste e Brixen, dove riprende la primitiva direzione, che conserva infino a Bolzano, con un percorso di 40 chilometri circa a partire da Brixen. Il suo influente più importante è il Rienzo, il cui bacino imbrifero ha un'estensione uguale alla metà circa del bacino totale; discende dalle pendici settentrionali del monte S. Piana, attraversa i laghi di Düren (a m. 1406) e di Toblach (a m. 1233), poi, con direzione da est ad ovest, bagna Bruneck e vi riceve l'Ahren, e dopo un percorso di 70 chilometri circa si getta nell'Isargo presso Brixen. Questo torrente è fra i più importanti ed ha influenti ricchi di acque; i principali sulla sinistra sono: il Pragser-Bach, che attraversa il lago omonimo; il Brunst, il Furkel, il Gader-Bach colla sua biforcazione il Vigil, e il Lasanken. Sulla destra il Gsieser-Bach, l'Antholz, il Wielen, l'Ahren già menzionato, il Pfunder e il Valsar-Bach.

Gli altri influenti dell'Isargo, degni di essere menzionati, sono: sulla sinistra il Pfischer presso Sterzing; l'Afers, il Gröden, lo Schwarzgries, il Mühl, il Grein e l'Eggen con le sue diramazioni; sulla destra il Pfersch, il Mareith con le sue molteplici diramazioni, il Flagg, lo Schalder, il Thinne e il Ruffidun.

Il Talfer è l'ultimo influente dell'Isargo, nell'immediata vicinanza di Bolzano; nasce sul Penser-Joch, a 2211 metri d'altitudine, ed ha una direzione da nord a sud; attraversa la vallata di Sarn, ed ha un percorso di 40 chilometri circa. Evidentemente con una lunghezza così considerevole deve raccogliere molti torrentelli e rivi; i più importanti sono il Dürnholz, il Tanz e l'Emm, sulla sinistra; l'Oetten e l'Affing sulla destra.

Nel bacino dell'Isargo vi sono 14 laghi, dei quali 9 nel territorio del Rienzo, 4 in quello dell'Isargo propriamente detto, ed uno nel bacino del Talfer. Fra i primi sono i laghi di Antholz con un'estensione di 35 ettari, di Düren, di Toblach, di Prag, il Grosse, il Wildersee e quello di Eisbruck; gli altri quattro: di Eis, di Trüb, di Schlupp e di Pfluren; l'ultimo è quello di Dürnholz.

L'immissione di questo importante affluente deve necessariamente influire assai sull'andamento dell'Adige; infatti, questo viene spinto verso la sponda destra, dove fu giuoco-forza proteggere la falda del versante con una difesa riparia che si eleva fino a Kapellenberg, presso Bolzano. Da qui, per una lunghezza di chilometri 11,80 e cioè fino al ponte della ferrovia di Gmund, dove il fiume dal cono di deiezione del torrente Hohl, presso Auer sulla sinistra, e dal Leuchtenberger-Forst sulla destra, ultimo contrafforte del Mittelberg, viene rinchiuso in una vera stretta; la vallata forma un bacino proprio, la cui larghezza al fondo della valle è di 2 chilometri circa, e nel cui mezzo presso a poco corre l'Adige, non disturbato dai vari conoidi di deiezione degli altri torrentelli che riceve.

A circa metà lunghezza verso valle di questo tratto, tro-

vati Pfatten, dove l'Adige incomincia ad essere navigabile e si mantiene tale fino presso alla sua foce nel mare Adriatico, ossia per 104,951 chilometri. Ben inteso che in questo primo tratto non arrivano che barche leggere; invece la fluitazione ha maggior importanza a cominciare già da Lana e nella vallata del suo principale influente, l'Isargo.

4. — DAL PONTE DELLA FERROVIA DI GMUND A QUELLO DI S. MICHELE.

Dal ponte di Gmund al successivo di S. Michele, dove la ferrovia ritorna sulla sinistra sponda, l'Adige ha una lunghezza di 23,55 chilometri e la vallata una larghezza media di 2,5 chilometri; il suo carattere è assai diverso da quello della vallata superiore, l'influenza del clima meridionale si fa sempre più forte. Sulla destra, dietro la catena porfirica del Mittelberg, si avanzano con una certa maestà le montagne dolomitiche di Mendel, e nella valle, da questa con quelle racchiusa, trovasi il lago di Caldaro (all'altitudine di 208 metri) con una superficie di 140 ettari. Dal lago escono due emissari o canali colatori, i quali, per circa 14 chilometri, corrono parallelamente all'Adige; indi nelle vicinanze di Salurn si riuniscono in un fosso unico che, sotto il nome di Fosso di Caldaro, continua dapprima con due rettifili lunghissimi, poi in rettifili interrotti da curve a grande raggio per una lunghezza di altri 9750 m., fino a rientrare nel fiume recipiente a valle del ponte di S. Michele.

In questo tratto i principali influenti dell'Adige sono: sulla sinistra: il torrente Schwarz, indi il Truden presso Vill, l'Aal sotto Neumarkt vicino alla chiesa di S. Floriano; il Karneider-Bach dopo Laghetto, il Tüsch presso Salurn, e Rivocecco sottocorrente a Cadino. Sulla destra: Hollenthal nell'immediata vicinanza di Tramin, il Fenn, che attraversa Magrè, e il Wild-Bach, che passa per Roverè della Luna. Quivi la valle si restringe per il protendimento del Monte alto (1080 m.) e lascia appena lo spazio per la strada nazionale, oltre quello pel fiume; sulla destra incominciano le paludi causate dai ristagni prodotti dal cono di deiezione del torrente Noce. Roverè della Luna trovasi a valle di questa chiusa, e più sotto, sulla destra, si apre l'entrata nella valle del Noce, guardata dai due villaggi di Mezzotedesco e di Mezzolombardo, fra i quali il torrente Noce discende nella vallata dell'Adige, e dopo un percorso di 7 chilometri circa, parallelo a quello dell'Adige, vi si immette sottocorrente a Zambana.

Questo andamento del torrente Noce però è affatto recente; prima, or non fanno ancora molti decenni, il Noce, lasciando Mezzotedesco sulla sinistra, sfociava nell'Adige nei pressi di Grumo di fronte a S. Michele, e col suo cono di deiezione, avente un raggio di 3 chilometri circa, occupava tutta la larghezza della vallata, spingendo contro la pendice sinistra l'Adige, il cui letto, per continui materiali che il torrente vi apportava, andava sempre elevandosi, e in unione col cono di deiezione di cui sopra, che quale sbarra ostruiva la vallata, era causa di impaludamenti e ristagni micidiali, che avevano apportato la sterilità del suolo e la miseria in tutti i villaggi circostanti: Mezzotedesco, Roverè della Luna, Salurn, Kurtinig, ecc.

Per rimediare a questi inconvenienti, nel decennio 1850-60 il Noce fu deviato da Mezzotedesco verso mezzogiorno, obbligandolo a depositare le sue torbide nelle paludi che si erano formate fra Grumo e Zambana in causa del cono di deiezione del torrente Avisio, che poco più sotto immette nell'Adige a valle di Lavis. Ottenuto questo risultato, il Noce fu arginato per circa 7 chilometri di lunghezza e così condotto alla sua foce attuale sottocorrente di Zambana. Opportune briglie nel suo letto ne fissano il fondo e si oppongono ad ogni scalzamento o corrosione. In tal modo non solo si arrestò l'alzamento del letto dell'Adige presso S. Michele, ma anzi lo si rese impossibile, poichè le acque, acquistando una velocità maggiore e un corso regolare, esercitano un'azione viva sui depositi e li smaltiscono. Quest'azione venne ancora accresciuta da una rettificazione eseguitasi presso Masetto, dove la strada da Mezzotedesco mena a S. Michele, procurando che le acque colino nell'alveo dell'Adige concentrate in una sezione ristretta, cosicchè scavano il dosso dei depositi del Noce.

È noto che, pur troppo con questi diversivi, in generale non si ottiene una correzione completa del fiume, poichè i depositi che prima avvenivano in un dato punto, non restano con essi eliminati, ma vengono guidati alla nuova confluenza del tributario nel suo recipiente; cosicchè gli inconvenienti, invece di essere tolti, sono semplicemente spostati. Questo, in tesi generale, può ritenersi vero, ma è pure da osservarsi che non dappertutto i depositi sono nocivi, o per lo meno non nello stesso grado; per la qual cosa, se il male viene eliminato in un dato punto e trasportato in un altro, dove le conseguenze non sono così fatali, si avrebbe sempre raggiunto lo scopo voluto.

D'altra parte, si può con questo rimedio ottenere una protrazione del male nel tempo, la quale, in dati casi, può avere lunghissima durata, ed anche allora mi sembra che, in mancanza di un rimedio radicale, si avrebbe già ottenuto un vantaggio notevole, il quale persiste fino a che l'influente non abbia formato nel suo letto il profilo di compensazione, dopo di che solamente i depositi nel fiume recipiente ricominciano.

In tal caso, ed è precisamente quello dell'Adige e del Noce, bisogna agire sul recipiente in modo da aumentare la sua velocità ed ottenere che le sue acque acquistino la facoltà di asportare i nuovi depositi. A questo si è mirato e si mira tuttora nella sistemazione in corso nel tratto dell'Adige di cui stiamo parlando, fino al ponte di Gmund, con l'esecuzione di parecchi tagli o drizzagni, coi quali si sopprimono le numerose risvolte e i serpeggiamenti del fiume.

Infatti i benefici effetti di tale sistemazione sono già evidenti: i terreni e le località che prima soffrivano per gli impaludamenti hanno guadagnato assai, e la coltura è ritornata a beneficiare quei luoghi, pur troppo non nel grado che le speranze concepite sembravano autorizzare a credere; ma ciò deve ascriversi ad un'altra circostanza che, disgraziatamente, concorre in modo efficacissimo ad aggravare la misera condizione di quelle vallate. Vogliamo alludere al cono di deiezione dell'Avisio, di cui parleremo in appresso, il quale fa rigurgitare le acque del recipiente e provoca dei ristagni e delle numerose risvolte nel corso superiore dell'Adige, alla cui soppressione appunto si tende coi nuovi progetti in corso di esecuzione.

Il bacino imbrifero fra Bolzano e le confluente dei torrenti Noce e Avisio è di 439 chilometri quadrati, e cioè 243 Km² sulla sinistra fino alla confluenza dell'Avisio, e Km² 196 sulla destra fino a quella del torrente Noce. Quest'ultimo, detto volgarmente Nos (in latino Naunus), nasce nella valle di Peio sul Corno dei tre Signori (3324 metri); corre in direzione meridionale fino a Ossana, poi verso oriente fino a Cles, percorrendo le valli del Sole e di Non; qui riprende la primitiva direzione fino al passo Rocchetta, dove prima della correzione di cui si disse,olgevasi ad oriente sfociando nell'Adige presso San Michele. La lunghezza del suo percorso dall'origine alla foce è di 75 chilometri circa. I suoi principali influenti sono: sulla sinistra il Rabbi, il Barnes, la Presena, la Novella, il Romedio e il Pongajolo; sulla destra i torrenti Melendria e Tresenga. Nel bacino di questo influente vi sono due laghi: quello di Tovel con un'estensione di 40 ettari, e quello di Corvo.

Altri laghi si hanno nelle piccole vallate tributarie all'Adige, e più propriamente otto sulla destra fra l'imboccatura del Falschauer-Bach e il confine italiano, ossia quello di Montiggl con uno specchio d'acqua di 16 ettari; di Caldaro 140 ettari, di Mar, lago Santo 12 ettari, il Terlagio 32 ettari, il Cei, il Loppio 70 ettari e un altro laghetto di nessuna importanza. Dal lato sinistro invece, non vi sono laghi degni di essere menzionati.

5. — DAL PONTE DI SAN MICHELE A SACCO.

Continuiamo nella descrizione dell'Adige, riserbando di parlare dei suoi principali influenti in appresso, in un capitolo speciale.

Dal ponte San Michele fino alla foce del torrente Leno presso Sacco, l'Adige forma una sezione speciale nel progetto di sistemazione in corso. Questo tratto ha la lunghezza di Km. 42,3 e si suddivide in 3 bacini secondari: il primo fino alla stretta di Trento, il secondo da Trento alla stretta di

Calliano e il terzo da qui fino alla stretta di Serravalle, al di là di Rovereto e di Sacco.

Da quanto si venne esponendo risulta che gli inconvenienti da ripararsi nella sezione precedente coi lavori di sistemazione si riducono alla soppressione di serpentine e di troppo larghe golene, mentre non vi sono torrenti che coi loro depositi aggravino le condizioni del fiume principale; l'Avisio e il Noce, di cui abbiamo parlato, appartengono già a questa ultima sezione, e vi abbiamo accennato solo per l'influenza che i loro cono di deiezione, col rigurgito delle acque, esercitano all'amonte. Non così in quest'ultimo tratto del recipiente; qui le condizioni si aggravano in modo straordinario, in causa appunto dei numerosi depositi che i molti torrenti trasportano nell'Adige.

Gli influenti principali sono: l'Avisio, il maggiore di tutto il bacino e, dopo l'Isargo o Eisack, il più importante; il Noce, il Fersina presso Trento, il Rio Secco presso Besenello, il Ross-Bach a valle di Calliano e finalmente il Leno sotto Rovereto. Ve ne sono ancora molti altri, ma di minore importanza, mentre quelli nominati, oltre che dal punto di vista idraulico, offrono pure un interesse speciale per i grandi mezzi a cui si è ricorso nella loro sistemazione. I lavori relativi meriterebbero una speciale illustrazione, ed è appunto ciò che il lettore troverà nel libro del signor Weber Ritter von Ebenhof; noi non possiamo che accennarli brevemente, dedicandovi un capitolo apposito, e accontentandoci di farne comprendere la grandiosità, affinché se ne tragga ammaestramento per altri casi analoghi, costituendo essi certamente i primi esempi di lavori così grandiosi eseguiti per questo scopo.

L'Adige, dopo il ponte San Michele, corre lungo la pendice sinistra, ma per breve tratto fino a Nave, poichè l'immenso cono di deiezione dell'Avisio, il cui raggio è di 2750 metri, comincia subito a fare sentire la sua influenza spingendo il fiume verso la destra contro le pendici del Costone Bedolle (m. 920) e del Doss del Ghirlo (m. 916), ne invade il letto, lo restringe e lo danneggia da Nave S. Rocco fino a Gardolo, sopra una lunghezza di quasi sei chilometri. Sulla punta di questo cono esce il torrente passando vicino a Lavis proveniente dalle vallate di Cembra, di Fiemme e di Fassa. Trento e Lavis lottano contro questo selvaggio figlio delle Alpi fino dal sedicesimo secolo con poco esito; la sistemazione in corso coi lavori nel letto del torrente, di cui diremo più innanzi, raggiungerà, speriamo, il desiderato scopo.

Dalla foce dell'Avisio fino a Trento i versanti delle montagne vanno avvicinandosi e formano presso la città una vera stretta, nella quale passa appunto l'Adige. Questo, appena oltrepassato il punto di confluenza con l'Avisio, forma una curva presso Ischia-Wolkenstein assai pericolosa; per difendersi gli interessati costruirono da tempi immemorabili un argine lungo 600 metri e fortissimo, detto Rosta Tonnera, il quale, sia per il suo andamento difettoso, sia per l'enorme (m. 2) dislivello nel punto d'immissione del torrente Avisio, costituisce un pericolo continuo e gravissimo per Trento e Campo Trentino a cagione delle rotte cui sono esposti e conseguenti inondazioni che si verificano bene spesso. Col nuovo progetto si prevede la soppressione della curva mediante un taglio in rettilineo. Un'altra curva pericolosa era quella di Centa, poco sopra Trento; quivi le condizioni venivano ancora maggiormente aggravate dalla presenza del ponte di S. Lorenzo in servizio della strada delle Giudicarie; vi si è rimediato coi tagli di Centa e di Briamasco e colla sostituzione (1889) di un ponte in ferro al vecchio ponte a tre pile.

La posizione di Trento però è tale che si trova sempre esposta a gravissimo pericolo e richiede delle difese colossali; infatti, oltre ai pericoli accennati, si trova pure minacciata dagli straripamenti che l'Avisio può fare sulla sinistra e da quelli del torrente Fersina, che sbocca a valle della città. A difendere l'abitato e le campagne di Trento si eseguirono moltissimi lavori: la linea principale di difesa è la sponda sinistra dell'Adige dal ponte di San Lorenzo fino alla foce dell'Avisio; indi la riva sinistra di questo torrente fino al ponte della strada regia in Lavis, dove si trova la gola omonima. E finalmente una linea di difesa segue il torrente Fersina dalla gola

omonimo donde sbocca, in vicinanza alla traversa di Cornicchio lungo la sponda destra fino alla strada regia.

Un'altra fonte di inondazioni per la città è la così detta Fossa di scolo di Trento, che raccoglie le acque di Gardolo e del Campo Trentino, le convoglia nel vecchio letto dell'Adige di Centa presso Trento, dove scorre ben sistemato fino a sfociare nell'Adige nei pressi della fabbrica di gas; siccome però ha un livello molto basso, nelle epoche di piena le sue acque rigurgitano, tenute in collo da quelle del recipiente e straripando, danno luogo a dannose inondazioni. Questo rigurgito si manifesta appena l'altezza dell'Adige raggiunge m. 1,60 all'idrometro del ponte di San Lorenzo; quando questo segna m. 2,60 vengono inondate le cantine di Trento, e a m. 2,80 le campagne circostanti; a m. 4,10 la piazza della Portella, e su su, col crescere dell'altezza, tutta la zona d'inondazione. Questi rigurgiti si ripetono ad ogni piccola piena.

Sotto Trento la valle si allarga di nuovo e l'Adige continua nel suo corso; riceve il torrente Fersina, sul quale si sono eseguiti dei lavori di correzione così importanti, che meritano di essere descritti con qualche particolare, ciò che faremo più innanzi.

Dopo il Fersina, anzi quasi di fronte, sfocia sulla riva destra il torrente Ravina che trasporta molti materiali. A valle di Ravina, presso Lidorno, l'Adige devia bruscamente facendo un angolo retto colla pendice sinistra; scorre lungo la medesima fino sotto Romagnano e qui, attraversando tutta la valle, si volge verso Mattarello dove forma una seconda rivolta, attraverso l'intera vallata e gira la così detta « Ischia Perotti » fino ad Acquaviva. Queste irregolarità, veramente straordinarie, davano sempre luogo per lo passato a rotte pericolose; perciò dal 1844 al 1850 si eseguirono i tagli di Ischia Perotti e di Lidorno, l'uno lungo m. 1500, l'altro m. 2200, i quali rimediarono parzialmente ai danni accennati.

Presso Mattarello sfocia il torrente omonimo proveniente dalla pittoresca vallata di Vigolo-Vattaro, che mette al lago di Caldonazzo nella Valsugana.

Seguono gli influenti Rio Secco presso Besenello e il Gola presso Calliano. Quivi, poco a monte, l'Adige forma una rivolta così considerevole che i materiali trasportati dai vari torrenti non possono smaltirsi; aggiungasi che, in tutto il tratto superiore fino a Mattarello l'alveo ha una larghezza straordinaria, il che aggrava le condizioni. Coi lavori in corso e progettati si rimedierà a tutti questi inconvenienti, assegnando al fiume un corso rettilineo regolare. A Calliano incomincia la Val Lagarina; quivi si è corretto il fiume dal 1856 al 1859 mediante il taglio di Nomi che abbreviò il percorso dell'Adige di m. 4325. Segue Rovereto alla confluenza del torrente Leno; questo esce da una specie di gola che poco sopra Rovereto si biforca in due valli laterali, Vall'Arsa e Val Teragnolo.

Nell'immediata vicinanza di Rovereto trovasi il villaggio di Sacco, dove l'alveo dell'Adige viene attraversato da una vera barra di roccia che rende impossibile, almeno per un tempo lunghissimo, ogni ulteriore escavazione naturale, e quindi qualsiasi accrescimento della pendenza. Quivi ha termine la progettata sistemazione dell'Adige.

A valle della confluenza del Leno, nella vicinanza del villaggio Marco, s'incontra un campo immenso di massi che si suppongono provenire da uno stacco di montagna verificatosi nel secolo nono e che si chiamano appunto gli Slavini di Marco; occupano una superficie di 4 chilometri quadrati circa. Essi avrebbero ostruito la valle, così da cambiarla in un vero lago che si estendeva fino a Calliano; ma col tempo il fiume riuscì a riaprirsi un varco ed a riprendere il suo corso primitivo.

A Mori si apre la valle di Camerato che guida ai laghi di Loppio e di Garda. Lo spartiacque fra il bacino dell'Adige e quello del Sarca è così poco marcato che nel 1439 una flotta veneziana di 2 galeoni, 3 galere, una grossa barca veronese e 25 più piccole, dal fiume Adige venne trasportata nel lago di Garda mediante rulli e carri sui quali si facevano scorrere le barche attraverso la valle di Camerato; il livello del fiume trovavasi di m. 88,5 più elevato dello specchio d'acqua del lago.

Da Marco fino a Serravalle l'Adige corre in curva larghis-

sima e regolare; quivi la valle si restringe di nuovo e l'Adige contorna il cono di deiezione del torrente Sorne, che discende da Brentonico e sfocia presso Chizzola. Il restringimento continua però fino quasi alla frontiera italiana, e la valle assume un aspetto selvaggio. Presso Merani si apre sulla sinistra la valle di San Valentino; presso Ala il torrente omonimo sbocca dalla valle dei Ronchi e porta tanto materiale da spingere l'Adige contro la pendice del Monte Baldo che vi sta di fronte. Al sud di Ala, presso Mamma d'Avio, l'Adige passa nel territorio italiano e dopo alcune altre risvolte abbastanza risentite arriva a Ceraino, dove si trova la Chiesa di Verona, una vera gola così stretta, che appena dà passaggio al fiume ed alla ferrovia, mentre la strada si è dovuta intagliare nella montagna. Sulla sinistra si eleva la pendice quasi verticale e a cavaliere si trova la fortezza; sulla destra invece una muraglia di roccia gigantesca, con stratificazione orizzontale, circonda la risvolta del fiume.

6. — PENDENZE DELL'ADIGE.

Le pendenze dell'Adige hanno negli ultimi decenni considerevolmente variato in causa dei lavori di sistemazione che si stanno eseguendo, e però, per farci un'idea del suo andamento, conviene esaminarle nel loro stato primitivo. Esse risultano dal profilo longitudinale delle massime magre rappresentate nella fig. 3, tav. II, nel quale però è stata esclusa tutta la parte del Vintschgau, ossia dall'origine fino a Merano, dove il fiume, con le menzionate terrazze ha un carattere speciale, che non può mettersi in relazione con le leggi idrauliche dei corsi ordinari. In questo tratto le pendenze variano da 1:29 a 1:42 fino all'uscita del lago Haider; poi da 1:16 a 1:39 fino al ponte di Spoding, e da 1:29 a 1:55 fino a Naturns; quivi ridiscendono a 1:26 e 1:14 per risalire a 1:83 all'influenza del Passer.

Da questa influenza fino alla foce in mare il profilo si può dividere in quattro distinte curve: la prima si estende fino alla confluenza con l'Isargo ed è una parabola passabilmente regolare, come nei fiumi a fondo mobile, quando non vi sono ostacoli locali. La seconda curva si estende dalla foce dell'Isargo a quella del torrente Leno; però è alquanto irregolare. La terza va fino a Zevio a valle di Verona, e da qui al mare si ha la quarta curva. Presso Sacco vi è la già menzionata traversa rocciosa che stabilisce un punto invariabile del letto, sicchè da questo in sopra il profilo comincia a ricostituirsi e l'azione di tale traversa si può paragonare, mantenendo le debite proporzioni, all'influenza delle Porte di Ferro sul Danubio.

Infatti, se congiungiamo con una linea San Floriano al punto dove l'Adige penetra nel territorio italiano, vediamo che la traversa di Sacco si trova più elevata di m. 22 circa, circostanza questa che impedisce il rapido smaltirsi delle piene e la formazione della curva del letto secondo una parabola. A monte di Trento, alla confluenza dei due torrenti Noce e Avisio e a valle allo sbocco del Fersina e del Gola, si hanno due tratti dove il profilo è irregolare; ciò proviene appunto dai dossi formati da questi torrenti, che l'Adige non ha la forza di distruggere e di asportare, i quali agiscono a guisa di vere dighe, e se la loro altezza fosse costante, si formerebbe a monte, a partire dal loro vertice, una parabola; ma questa regolarità non esiste perchè, variando l'intensità e le altezze delle piene, varia la quantità delle materie depositate e asportate. Così le pendenze sono: alla foce dell'Isargo 1:824, presso S. Floriano 1:850, mentre alla confluenza del Noce e dell'Avisio diventano rispettivamente di 1:197 e 1:12 fino a 1:4213. Presso Gardolo 1:650, a Trento 1:438, allo sbocco del torrente Fersina 1:3416 e a valle del medesimo 1:4408.

Ne risulta che la pendenza all'amonte di ogni dosso di depositi si appiana, a valle invece aumenta; e così il letto si rialza fino a diventare pensile. Perciò la sistemazione di un corso d'acqua nel quale gli influenti trasportano molti materiali, deve avere per iscopo principale di ridurre ai minimi termini l'azione dei rialzamenti che tali depositi producono trattenendo le materie nei canali collettori o in altro modo, e di permettere nel recipiente la formazione del profilo di compensazione.

Una descrizione geologica del bacino dell'Adige sarebbe interessantissima e contribuirebbe a meglio fare comprendere le cause dei gravissimi danni che ne derivano dalle molte inondazioni, ma tale descrizione accrescerebbe di troppo la materia di questo articolo già abbastanza lungo. Basti quindi il dire che la natura dolomitica di molte delle montagne del bacino le rende ritrose alla vegetazione e facili a frantumarsi in piccoli pezzi che ad ogni pioggia, scioglimento di neve o vento e specialmente sotto l'azione del gelo, si staccano e vanno ad ingrossare i materiali che i torrenti raccolgono e convogliano a valle nel letto dell'Adige. Altre sono schistose, specialmente nell'alto Adige e lungo la Valsugana e Primiero; quindi si sfaldano assai facilmente sotto l'azione degli agenti atmosferici e danno luogo a fessure per dove l'acqua penetra e corrode provocando la formazione di scaglie e di massi sciolti che scivolano sugli strati inferiori e vanno ad accrescere sempre più i numerosi depositi.

(Continua)

G. CRUGNOLA.

COSTRUZIONI FERROVIARIE

STUDI SULLE FERROVIE FUNICOLARI.

I. — Il diagramma dello sforzo di trazione.

1. — Le ferrovie speciali hanno preso negli ultimi anni un considerevole sviluppo. La rete maggiore la possiede ora la Svizzera, perchè la piccola industriale nazione ha la preminenza fra i paesi montuosi. Ma anche in Italia si sente la necessità di servirsi dei mezzi economici e rapidi di comunicazione creati dalle ferrovie a dentiera o funicolari (1). A parte i casi in cui tali ferrovie hanno il solo scopo sportivo, come quella del Vesuvio, quelle del Righi e del Pilatus, ecc., esse in molti casi potrebbero servir bene all'usuale traffico. Non potendo le ferrovie ordinarie toccare i punti elevati su cui per lo più sono costruiti i centri abitati delle regioni montuose, si verifica molto spesso l'inconveniente che il paese di cui una stazione porta il nome, dista per non pochi chilometri di strada ordinaria dalla stazione medesima e basta questo per rendere alcune volte illusorio il vantaggio della rapidità delle comunicazioni, creato dalla locomotiva. Le ferrovie a dentiera, che permettono l'adozione di fortissime pendenze, e ancora meglio le ferrovie funicolari, possono riparare a tali inconvenienti, allacciando le stazioni agli abitati, come in altri casi allacciano le varie parti di una città medesima, rendendo così segnalatissimi servigi.

È evidente poi che quando la distanza diretta non supera un certo limite, la preferenza spetterà sempre alle funicolari, le quali presentano precipuamente il requisito dell'economia nel costo della trazione. Non dirò delle funicolari a contropeso d'acqua, che raggiungono il *maximum* della economia nell'esercizio, ma non sono applicabili che quando si può usufruire di speciali vantaggi naturali. Solo in rari casi si ha disposizione la quantità d'acqua sufficiente a servire da forza motrice col suo peso, o se si potrà creare un serbatoio, questo costerà sempre tanto da assorbire e distruggere tutto il vantaggio economico dell'esercizio.

Ma, pel fatto che non è necessario far calcolo su alcun favorevole requisito naturale, sarà sempre possibile l'impianto di una ferrovia funicolare a motore fisso, a circuito chiuso od aperto. Preferibile la seconda disposizione, che rende più semplice il meccanismo, quando condizioni speciali non obblighino a disporre in basso la forza motrice e chiudere quindi il circuito funicolare.

2. — Effettivamente negli esempi che abbiamo di ferrovie funicolari in esercizio, non si è raggiunta quella economia che a prima vista pare si dovesse raggiungere, calcolando che si utilizza il lavoro di una macchina fissa, la quale permettendo

tante varie disposizioni così utili per diminuire le perdite, dà sempre un rendimento molto più elevato delle macchine semoventi, e che per giunta si utilizza il lavoro della gravità, giacchè il treno in discesa coopera alla trazione di quello in salita.

Una prima ragione di questo fatto sta certamente nel perchè la macchina che dà moto a tutto il meccanismo della funicolare è costretta ad un lavoro intermittente, dovendo riprendere il funzionamento ad ogni corsa, che dura sempre pochi minuti: quando però con qualche ingegnosa disposizione si riuscirà a richiedere alla motrice un lavoro continuo, la questione sarà risolta col riconoscimento della grande convenienza economica che presenta la trazione funicolare. D'altra parte, anche negli intervalli di funzionamento la macchina non è richiesta di uno sforzo costante. Se la via è a livelletta unica contribuirà alla variazione dello sforzo il peso della fune, essendo sempre rilevante (da 4 a 10 Chg. per m. l.) agirà ora a favore, ora a disfavore della trazione, avendosi per ogni corsa la variazione di due volte il peso di tutta la corda dal principio alla fine del movimento; se poi la via è a diverse livellette, lo sforzo varierà, oltrechè per la predetta ragione, anche pel successivo variare delle pendenze e quindi delle componenti dei pesi.

Perchè lo sforzo di trazione rimanga costante, per linee molto brevi, come alcune destinate al trasporto dei materiali nei cantieri di lavoro, si può ricorrere ad una speciale forma di profilo, cercando la curva di equilibrio (cicloide) che annulla l'effetto del peso della fune. Ma se questo può farsi per le linee brevi, non sarà possibile farlo per linee di sufficiente lunghezza, quando per rendere possibile e non molto costoso l'impianto, sarà necessario variar più volte di pendenza e adottare delle curve nel tracciato planimetrico. In tal caso sarà sempre utile conoscere con esattezza lo sforzo di trazione che in ogni istante si richiede alla macchina motrice. Con questa breve nota mi propongo di esporre il modo di valutare esattamente tale sforzo, nonchè il modo di disegnare un diagramma che ce ne metta sott'occhio le successive variazioni, le quali avvengono, come vedremo, fra limiti abbastanza estesi.

3. — Chiamiamo con S lo sforzo che deve sviluppare il motore nell'istante in cui il treno in salita di peso P trovasi in un punto A della rampa che fa l'angolo α coll'orizzonte ed il

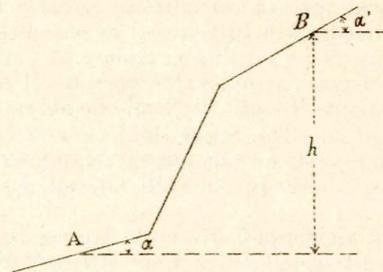


Fig. 11.

treno in discesa di peso P' trovasi in B , sulla rampa α' , essendo h il dislivello fra i punti A e B ; e indichiamo con f il coefficiente di resistenza al moto su di una linea orizzontale, cioè un coefficiente col quale si tien conto della resistenza dovuta all'attrito dei fusi degli assi nei cuscinetti e di quella dovuta all'attrito volvente fra cerchioni e rotaie. Chiamiamo poi con p il peso a m. l. del cavo metallico. In base a tali notazioni, il valore dello sforzo S assume una espressione molto semplice:

$$S = P (\sin \alpha + f \cos \alpha) - P' (\sin \alpha' - f \cos \alpha') + p h + k.$$

Sui primi quattro termini non è mestieri spendere parole, giacchè essi evidentemente rappresentano le componenti dei pesi e quelle delle resistenze dei treni; il termine $p h$ rappresenta poi la parte di sforzo necessaria a sollevare la parte di fune compresa fra A e B , cioè la differenza fra i due capi, ascendente l'uno, discendente l'altro. Infatti se p è il peso di un m. l. di fune, la componente lungo la rampa α , sarà

(1) La Svizzera conta 16 ferrovie funicolari e 24 a dentiera, per una lunghezza complessiva di chilometri 165,780. L'Italia ha invece 12 funicolari e solo 3 ferrovie a dentiera.

$p \sin \alpha$ per ogni metro di lunghezza inclinata, e per l metri sarà $l p \sin \alpha$. Si vede subito che anche quando α è variabile, $l \sin \alpha$ è uguale sempre al dislivello dei punti fra i quali è interposta la lunghezza inclinata l .

Nel termine k poi intendiamo raccogliere l'insieme delle resistenze passive che si riscontrano nei vari elementi del meccanismo. Tali resistenze passive essendo quasi tutte espresse in funzione della tensione del cavo, non si potrebbero strettamente considerare costanti, come noi faremo, lungo l'intervallo di una corsa dei treni, adottando per la tensione un valore medio. Così facendo non si apporgerà danno all'esattezza necessaria in calcoli che, come questi, sono di carattere essenzialmente pratico. Esaminiamo dunque i vari elementi della costante k :

a) Nei tratti rettilinei del tracciato bisogna considerare l'attrito fra i perni ed i cuscinetti dei rulli che sostengono il cavo lungo la via. Chiamiamo ϕ_2 il coefficiente d'attrito di terza specie, d il diametro dei perni, D quello dei rulli, λ la distanza fra due rulli consecutivi: sarà tale attrito per ogni rullo esattamente espresso da:

$$\frac{\phi_2}{\sqrt{1 + \phi_2^2}} \cdot \frac{d}{D} \lambda p \cos \alpha.$$

Ma poichè ϕ_2 è una quantità piccolissima e $\cos \alpha$ non differisce mai molto dall'unità, si potrà ritenere questa espressione nella forma semplificata:

$$\phi_2 p \lambda \frac{d}{D}$$

per un rullo, e per n rulli:

$$n \phi_2 p \lambda \frac{d}{D} = \frac{d}{D} \phi_2 p L$$

essendo $L = n \lambda$ la lunghezza complessiva dei rettifili della linea;

b) Invece nei tratti in curva, in cui i rulli si dispongono coll'asse inclinato all'orizzonte, chiamando con C la componente della tensione del cavo lungo il raggio della curva, sarà per un rullo solo l'attrito espresso da:

$$\phi_2 C$$

e per gli n rulli compresi in tutta la curva, sarà:

$$n \phi_2 C.$$

Ma se β è l'angolo al centro della curva, R il suo raggio, λ_1 la distanza fra due pulegge consecutive, sarà:

$$n = \frac{2 \pi R \cdot \beta}{360 \lambda_1}$$

e quindi:

$$n \phi_2 C = \phi_2 \frac{2 \pi R \cdot \beta}{360 \lambda_1} C$$

ma:

$$C = \lambda_1 \frac{T}{R}$$

essendo T la tensione del cavo; dunque tutto l'attrito dovuto ai perni dei rulli per ogni curva sarà:

$$\phi_2 \frac{2 \pi \beta}{360} T$$

espressione, come si vede, indipendente dalla distanza fra i rulli e dal valore del raggio della curva; basterà quindi sostituire a β la somma degli angoli al centro sottesi dalle varie curve del tracciato per avere il valore di tutto questo termine da introdurre in k . Per T , giusta ciò che sopra si è detto, basterà assumere un valore medio approssimato;

c) Attrito nei perni delle pulegge di rinvio; ci è dato da:

$$\phi_2 T \frac{\delta}{\Delta} \sqrt{2(1 + \cos \gamma)}$$

essendo Δ e δ i diametri rispettivi della puleggia e del suo asse, γ l'angolo fra i due capi; questo termine va ripetuto tante volte quante sono le pulegge di rimando inserite nel circuito funicolare;

d) Vi è poi la rigidezza del cavo metallico, che da una parte si avvolge, dall'altra si svolge sul tamburo motore. Si adotti la formola di Eytelwein:

$$\mu \frac{\delta_1^4}{\Delta_1} T$$

μ essendo un coefficiente uguale a 58 per i cavi metallici, δ_1 e Δ_1 i diametri della fune e del tamburo espressi in metri;

e) Resta in ultimo a tener conto dell'attrito di terza specie fra asse e cuscinetti del tamburo motore, datoci da:

$$2 T \phi_2 \frac{\delta_2}{\Delta_1}$$

δ_2 essendo il diametro dell'asse.

Inutile aggiungere che si dovranno introdurre in k altri termini, qualora nell'impianto si fosse costretti a far uso di trasmissioni per ingranaggi, ecc.

Si vede poi subito che un valore medio di T si ricava per successive approssimazioni dalla espressione di S , sopprimendo il termine P' ($\sin \alpha' - f \cos \alpha'$), e per α e per h assumendo dei valori medi.

4. — È il caso ora di discutere il valore numerico da assegnare a f che abbiamo detto essere il coefficiente di resistenza al moto su di una via orizzontale.

Chiamiamo con Q il peso che gravita sulle sale del veicolo, q il peso delle ruote e delle sale, r ed R i raggi rispettivi delle ruote e dei fusi degli assi, ϕ il coefficiente di attrito volvente, ϕ_2 il coefficiente di attrito di terza specie.

Per trasportare il veicolo avente questi elementi, dovremo spendere uno sforzo:

$$M = (Q + q) \frac{\phi_1}{2R} + Q \phi_2 \frac{r}{R}.$$

Il coefficiente f , come l'abbiamo sopra definito, ci sarà quindi dato dal rapporto fra lo sforzo di trazione M ed il peso $Q + q$ effettivamente trasportato, cioè:

$$f = \frac{\phi_1}{2R} + \frac{Q}{Q + q} \phi_2 \frac{r}{R}.$$

Il rapporto $\frac{Q}{Q + q}$ si può ritenere uguale a 0,9, $\frac{r}{R} = \frac{1}{14}$, $2R$ diametro delle ruote differisce poco dall'unità. Si ha dunque sostituendo:

$$f = \phi_1 + 0,0645 \phi_2.$$

Possiamo poi sopprimere addirittura il termine ϕ_1 , giacchè usandosi per le funicolari di lubrificare la superficie delle rotaie, l'attrito volvente viene ad essere ridotto al minimo. Per ϕ_2 può ritenersi il valore dato da Morin e riportato da Castigliano a pag. 99, parte II del suo *Manuale*, fra ghisa e ghisa per una spalmatura continua 0,054, onde risulta:

$$f = 0,0645 \times 0,054 = 0,0035.$$

Si noti che tale valore di f sale a 0,0045, ossia di 1 altro chilogrammo per tonnellata, quando $\frac{r}{R} = \frac{1}{10}$.

Oltre a questa deduzione, che dirò teorica, del valore di f , si potrebbero applicare al caso in esame le formole dedotte empiricamente per calcolare la resistenza alla trazione che si incontra sulle ferrovie ordinarie. Ma per quanta analogia si possa riscontrare fra i due mezzi di trazione, sarà prudente attenersi a pratiche deduzioni solo quando queste saranno fatte direttamente sulle funicolari, specie avuto riguardo che le formole pratiche per le ferrovie ordinarie danno risultati notevolmente discordanti. Così colla formola degli ingegneri dell'Est, per una velocità di 10 chilometri all'ora si avrebbe $f = 2,80$, e con quella di Desdouts 1,57 per tonnellata.

Nè poi qui è da tenersi conto delle resistenze dovute alle curve: di solito le vetture dei sistemi perfezionati, come quello Abt, si costruiscono con le ruote di un fianco a doppio risalto e con le ruote del fianco opposto a cerchione liscio, e questo per rendere possibile l'attraversamento negli scambi; è evidente che tale disposizione, rendendo possibili alle ruote libere dei piccoli spostamenti laterali, conferisce a distruggere

Sezioni	α	α'	sen α	cos α	sen α'	cos α'	h	S
							m.	chg.
I	16° 40'	13° 19'	0.2868	0.9580	0.2303	0.9731	+ 180.00	4679.91
							+ 115.60	4033.91
II	16° 40'	19° 18'	0.2868	0.9580	0.3324	0.9431	+ 115.60	3933.69
							+ 89.70	3674.69
III	15° 10'	19° 18'	0.2616	0.9652	0.3324	0.9431	+ 89.70	3422.98
							+ 64.80	3173.98
IV	15° 10'	19° 50'	0.2616	0.9652	0.3393	0.9407	+ 64.80	3167.06
							+ 14.40	2663.06
V	19° 50'	19° 50'	0.3393	0.9407	0.3393	0.9407	+ 14.40	3439.08
							- 14.40	3151.08
VI	19° 50'	15° 10'	0.3393	0.9407	0.2616	0.9652	- 14.40	3228.89
							- 64.80	2724.89
VII	19° 18'	15° 10'	0.3324	0.9431	0.2616	0.9652	- 64.80	2755.98
							- 89.70	2506.98
VIII	19° 18'	16° 40'	0.3324	0.9431	0.2868	0.9580	- 89.70	2371.65
							- 115.60	2112.65
IX	13° 19'	16° 40'	0.2303	0.9731	0.2868	0.9580	- 115.60	1102.95
							- 180.00	458.95

6. — Il diagramma disegnato nella figura 12 ci sembra utilissimo per lo studio preventivo del tracciato di una funicolare: esso a colpo d'occhio ci avverte dello svantaggio prodotto dall'accoppiarsi di livellette molto differenti fra loro. Così, se si rendesse, a mo' di esempio, orizzontale l'ultimo tratto della linea nell'esempio trattato, mentre la motrice a principio dovrebbe sviluppare un lavoro enorme, in fin di corsa il solo peso del cavo basterebbe a produrre la trazione. Ne segue che il progettista, servendosi di questo mezzo, potrà scorgere la necessità di mettere da parte una livelletta *a priori* adottata, e sostituirla con altra che contribuisca a mantenere fra certi limiti la variazione dello sforzo motore.

Molte considerazioni si possono poi fare riguardo alla forma che assume il diagramma col variare del profilo della linea, quando a questo profilo si assegna una determinata forma geometrica. Così per un profilo rettilineo (una sola livelletta) il diagramma diventa un trapezio, diventa un rettangolo se si assegna al profilo la forma cicloidale (1).

L'area infine del diagramma è evidentemente eguale al lavoro effettivo totale che dovrà far la motrice in un percorso. Se chiamiamo con L tale lavoro effettivo, essendo $(P - P')H$ l'espressione del lavoro teorico (H dislivello totale superato dalla linea), il coefficiente di rendimento organico di tutto il meccanismo sarà:

$$E = \frac{(P - P')H}{L}$$

Trattasi qui di rendimento pratico, cioè tenuto calcolo delle condizioni del tracciato, e perciò variabile col variare di queste condizioni. Nello studiato esempio lo troviamo superiore a 0,90.

(1) È agevole dimostrare che per avere un valore costante dello sforzo di trazione basta adottare un profilo cicloidale, quando si consideri costante l'attrito dei treni e si eliminino quindi dalla espressione di S i termini in f , incorporandoli in k . Scriviamo infatti il valore di S per due posizioni simmetriche I e II (vedi fig. 13) e per la posizione

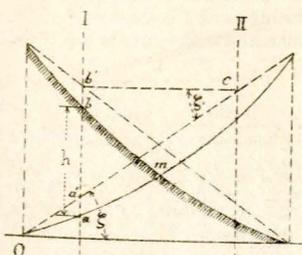


Fig. 13.

7. — Calcolato il valore di S e studiatene le variazioni, si potrà passar subito alla ricerca della potenza da assegnare alla macchina motrice che deve dar moto al meccanismo. E mentre ordinariamente si suole assegnare tale potenza in base allo sforzo massimo calcolato con poca esattezza, sottoponendosi poi alla necessità di dover frenare quasi continuamente l'albero motore per impedire che il materiale circolante acquisti una grande velocità, pericolosissima nel caso di rottura della fune, si potrà invece basare tale calcolo sul valor medio dello sforzo S_m , in modo che la potenza in cavalli effettivi risulti:

$$N_e = \frac{S_m \cdot v}{75 \cdot \eta}$$

la velocità v essendo di soli uno o due metri, come d'ordinario si suol tenere, η il coefficiente di effetto utile della motrice.

Anzi si potranno calcolare i valori che assume successivamente la velocità nelle varie sezioni. Tale calcolo (che naturalmente si eseguirà dividendo il prodotto $S_m \cdot v$ per i succes-

mediana, quella corrispondente cioè all'incrocio dei treni nel punto m . Avremo:

$$\text{per I: } S_1 = P \sin \alpha - P' \sin \alpha' + h p + k \quad (1)$$

$$\text{per II: } S_2 = P \sin \alpha' - P' \sin \alpha - h p + k \quad (2)$$

$$\text{e per } m: S_m = (P - P') \sin \alpha_m + k \quad (3)$$

Paragonando le (1) e (2) con la (3), si ottiene:

$$P \sin \alpha - P' \sin \alpha' + p h = (P - P') \sin \alpha_m \quad (4)$$

$$P \sin \alpha' - P' \sin \alpha - p h = (P - P') \sin \alpha_m \quad (5)$$

Addizionando fra loro le (4) e (5), si ha:

$$\sin \alpha + \sin \alpha' = 2 \sin \alpha_m \quad (6)$$

Sottraendo la (5) dalla (4):

$$\sin \alpha - \sin \alpha' = \frac{2 p h}{P + P'} \quad (7)$$

Le (6) e (7) sommate insieme danno:

$$\sin \alpha = \sin \alpha_m + \frac{p h}{P + P'} \quad (8)$$

Osserviamo sulla figura che $h = ab = a'b' = a'c \sin \zeta$. Se alla corda $a'c$ sostituiamo l'arco di curva corrispondente e riflettiamo che α_m non può differir molto da ζ , la (8) diventa:

$$\sin \alpha = \sin \zeta + \frac{p}{P + P'} l \sin \zeta$$

equazione di una cicloide il cui cerchio generatore ha il diametro D risultante dalla relazione:

$$\frac{p \sin \zeta}{P + P'} = \frac{1}{2 D}$$

e che ha il vertice in O . L'equazione è riferita ad un punto della curva distante dal vertice di $l_0 = \sin \zeta$.

sivi valori dello sforzo medio per sezione) servirà a conoscere se effettivamente in qualche punto la velocità raggiunge un limite tale che risulti insufficiente la forza frenante automatica di cui si dispone pel caso di rottura del cavo. Così se Q è tale forza frenante, dovrà sempre verificarsi la relazione:

$$Q > \frac{P v^2}{2 g s} + (P \sin \alpha - f \cos \alpha)$$

essendo s lo spazio, limitato d'ordinario a qualche metro, dopo il percorso del quale si vuole che il treno si fermi.

Potenza, dicembre 1895.

Ing. FILIPPO TAJANI.

TECNOLOGIA INDUSTRIALE

IL GAS ACETILENE NELL'ILLUMINAZIONE.

*Sunto di Conferenza tenuta il 10 febbraio 1896
nella Scuola di Applicazione degli Ingegneri in Bologna
dall'ing. PIETRO LANINO.*

... L'acetilene non è una novità per lo scienziato; già il Davy, Berzelius lo conoscevano, ed il Berthelot ne diede sin dal 1886 uno studio completo. Ma ottenuto mercè processi complicati, rimase confinato nei gabinetti scientifici, sino a che il Wilson, scoprendo casualmente la produzione industriale del carburo di calcio, ci diede il mezzo di ricavarlo per quella via di idratazione dei carburi metallici che il Brocher, Berthelot e Moissan avevano già indicata come il mezzo più naturale della sua produzione.

Thomas William Wilson, studiando la produzione di leghe metalliche d'alluminio, da una miscela di calce e carbone trattata al forno elettrico ottenne un prodotto nerastro, d'aspetto simile a scoria metallica; e considerandolo quale materia di rifiuto, lo gettò casualmente in un recipiente d'acqua. Notando una forte effervescenza, analizzò il gas che andava svolgendosi, e lo riconobbe per acetilene. La materia considerata quale inutile era carburo di calcio, se non chimicamente puro, sufficientemente tale per gli usi industriali, e da questo istante può dirsi cominciò la fase industriale del nuovo gas, di cui oggi non siamo che all'inizio, e che promette d'essere splendida e ricca d'utili portati.

Il forno speciale ideato dal Wilson dopo tale felice scoperta, si compone d'un crogiuolo di carbone, destinato a ricevere la miscela di calce e carbone, comunicante con uno dei poli d'una dinamo. Un coperchio isolante chiude la bocca superiore del crogiuolo e serve da supporto ad un'asta di carbone, che comunica coll'altro polo della dinamo. Tale asta può essere sollevata a volontà, per modo che riesce sempre possibile tenerla fuori dal contatto della massa in fusione. L'arco è così mantenuto libero, ed è precisamente su tale separazione dei due elettrodi dell'arco che Wilson basa la dichiarazione del proprio brevetto.

Il chimico francese Moissan ha modificato il forno Wilson, separando dalla materia in fusione pure l'arco voltaico, che viene utilizzato a riverbero. Con questo forno si può avere produzione di carburo di calcio chimicamente puro, ciò che non si ottiene al forno Wilson; ma tale proprietà poco conta per l'industriale, cui per ora si presenta, quale più pratico, il forno americano.

*

Il costo del gas acetilene dipende quasi unicamente da quello del carburo di calcio; non ritengo quindi superfluo fermarmi alquanto su tale questione.

Il Wyatt, della Alluminium Wilson Company, dà i seguenti dati di costo per la produzione d'una tonnellata di carburo:

Kg. 600 di antracite polverizzata	L. 14,50
» 1000 di calce spenta	» 22 —
2400 cavalli-ora di forza idraulica	» 36 —
Mano d'opera	» 14 —
Costo di produzione di 1000 kg.	L. 86,50

Non ritengo però tale cifra del tutto attendibile, sia perchè i costi unitari non corrispondono a quelli dei nostri paesi, sia anche perchè i dati di consumo dell'ingegnere americano sono troppo ottimisti.

Non è il caso di fermarsi molto sul costo dei componenti la miscela. Di carbone ne occorrerebbe, secondo dati più attendibili, 800 kg. per tonnellata di carburo, anzi che 600; ma tale differenza influisce ben leggermente sul costo della tonnellata di prodotto, che dipende essenzialmente dalla quota dovuta al consumo di energia elettrica.

Il Bredel nell'*American Gaz Light Journal* calcola in 2117.6 le calorie necessarie per la produzione di un chilogramma di carburo di

calcio. Posto che al forno si utilizzi in potenza calorifera l'80 0/10 dell'equivalente in energia meccanica, essendo un cavallo-ora pari a 637 calorie, si ha un consumo di 4,78 cav. elett. effett.-ora per chilogramma, cioè 4150 cav. elett.-ora per tonnellata di prodotto (*Politico*, dicembre 1895). Il Brochers calcola invece un consumo di 5580, l'ing. Pacchioni di 5470, il Wood di 4810, ed ultimi esperimenti eseguiti nel mese scorso a Leeds, in Inghilterra, danno 5600 cav. elett.-ora per tonnellata di carburo. Volendo quindi tenere una cifra assolutamente sicura, accetterò quest'ultima, che è ottenuta sperimentalmente ed è anche la più elevata. Quanto al prezzo unitario della forza motrice, possiamo basarci sulla media degli impianti idro-elettrici delle nostre Alpi, cioè 120 fr. per cavallo elettrico annuo, compreso l'ammortamento del capitale. Posto un lavoro continuo di 24 ore per 300 giorni dell'anno, il cav.-ora elettrico costerebbe 1.4 cent. Ad ottenere tali prezzi della forza motrice occorre però stabilire le officine piuttosto internate, ove si hanno spese alquanto gravi per il trasporto del carbone; non ritengo quindi esagerato stimare il prezzo di questo in L. 50 alla tonnellata polverizzata, e tale cifra non potrà diminuire anche quando al carbone fossile si sostituisca il vegetale, che si presta egualmente bene per tale lavorazione.

Possiamo quindi preventivare la spesa come segue:

1) 5000 cav. elett.-ora \times 1,4 cent.	L. 78,40
2) 800 kg. di antracite \times 5 »	» 40 —
3) 1000 » di calce spenta polverizzata	» 25 —
4) Manutenzione forni	» 10 —
5) Consumo carboni nei forni	» 25 —
	L. 178,40
Impreviste 25 0/10	» 44,60
	L. 223 —

Le voci 4 e 5 sono molto incerte, non potendo essere desunte che da basi ipotetiche, e per la mancanza appunto di dati positivi ho tenuto le spese imprevisite al 25 0/10.

A corroborare il computo da me fatto, posso citare che la Illuminating Electric Gaz Comp., nel suo impianto di Leeds, ha prodotto il carburo a L. 237,50 alla tonnellata.

Questo è il costo in fabbrica; e tenendo poi conto anche delle spese di trasporto ferroviario (percorso 400 km.), imballaggio, ecc., è a sperarsi che si possa col tempo avere il carburo in Bologna a L. 450 o 500 alla tonnellata, vale a dire circa la metà di quanto viene ora a costarci il prodotto dell'industria svizzera.

Infatti, questo costa a Neuhausen L. 450 in oro alla tonnellata, e portato a Bologna, tenuto conto delle spese di dogana (L. 100 alla tonnellata), di trasporto ferroviario, ecc., tale prezzo si eleva a L. 750 circa. La lavorazione nazionale è possibile, perchè certo non ci mancano le forze idrauliche, ma non bisogna a questo riguardo crearsi eccessive illusioni. Per produrre il carburo in condizioni favorevoli, occorre produrlo in gran quantità, quindi si richiedono ingenti forze motrici; mentre invece nel nostro paese queste abbondano in numero, ma sono piuttosto frazionate. Esistono pur tuttavia alcune località ove tale condizione è soddisfatta: come a Terni, Tivoli, Alto Bergamasco, Alto Piemonte, ecc., ed è a sperarsi che presto sorgano in Italia impianti del genere.

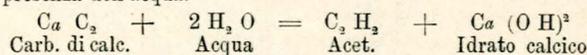
Teoricamente, un chilogramma di carburo di calcio è capace di produrre 367 litri di acetilene puro, ma il carburo commerciale non dà tale rendimento, sebbene i risultati ottenuti siano già soddisfacenti e siano suscettibili ancora di ulteriore miglioramento per l'avvenire.

Nei miei esperimenti ebbi occasione di adoperare carburo di differenti Case, ed ottenni i seguenti rendimenti per chilogramma:

Neuhausen Alluminium Gesellschaft	media litri 278,60
Carbide Gesellschaft di Bitterfield	» » 281 —
Reduction Company di Pittsburg	» » 278 —

La Alluminium Gesellschaft di Neuhausen garantisce pel suo prodotto un rendimento di 250 litri di gas per chilogramma. Benchè i risultati sino ad ora ottenuti diano cifre più elevate, è su tale base che credo conveniente fissare il costo del nostro gas; tanto più che la potente igroscopicità del carburo può essere causa di sensibile variazione di tale rendimento, anche malgrado la scrupolosa cura che la Casa produttrice pone nel confezionare l'imballaggio della merce, che viene per tale ragione ad essere alquanto dispendioso.

L'acetilene si ottiene molto facilmente dal carburo di calcio portato in presenza dell'acqua.



Però questa assorbe facilmente il gas (coefficiente di assorbimento 1), quindi è conveniente che la produzione ne avvenga in presenza di una piccola quantità di acqua, e questo s'ottiene perfettamente con gli apparecchi già resi commerciali, che fabbrica la Società Italiana per le applicazioni industriali del gas in Roma, di cui presto saranno pure posti in vendita tipi speciali automatici.

La produzione del gas è rapida e non richiede alcuna abilità speciale, nè occupa in modo continuo l'individuo che vi attende. Un ap-

parecchio del tipo in discorso dà una produzione normale di oltre 2 mc. di gas all'ora, e costa circa L. 200 posto in opera. Le spese di produzione, sia nell'impianto, che nell'esercizio, sono quindi ridotte a ben poca cosa.

Il costo di un metro cubo di acetilene può essere preventivato, allo stato attuale dell'industria, come segue:

4 kg. di carburo di calcio	× 0,75	L. 3 —
Spese generali di produzione	100/0	» 0,30
		L. 3,30

comprendendo in tale prezzo pure l'ammortamento degli apparecchi.

*

Potere illuminante. — L'acetilene puro dà una fiamma completamente luminosa, bruciata sotto pressioni dai 25 ai 35 mm. di colonna d'acqua ed in beccucci da piccolo consumo tali da ridurre lo spessore della fiamma a meno di 1/10 di millimetro. Il suo potere illuminante è elevatissimo.

Basandoci sul rendimento minimo di 1,5 cand. inglese ora per litro di acetilene (il Lewes dà 1,673), abbiamo un consumo di 5,5 litri per carcel-ora, e tale sarà la cifra che ci servirà per i confronti con gli altri mezzi di illuminazione.

*

Sue proprietà come gas di illuminazione. — La fiamma dell'acetilene è completamente luminosa; non presenta, si può dire, alcuna parte oscura e dà una luce brillantissima, pastosa, vivace e simpatica all'occhio. Analizzatane la luce, ho riscontrata la seguente composizione di colore che do riferita a quella della luce solare come unità, e confrontata a quella delle altre sorgenti luminose più in uso.

Colore	Luce solare	Luce elettrica		Gas di carbone		Acetilene	
		Incaud.	Arco	Becc. ord.	Auer reticella nuova	Puro	Miscela 30 0/0 d'aria
Rosso . . .	1	1.48	2.09	4.07	0.37	1.83	1.03
Giallo . . .	1	1	1	1	0.90	1.02	1.02
Verde . . .	1	0.62	0.99	0.47	4.30	0.76	0.71
Turchino . .	1	0.91	0.87	1.27	0.74	0.94	1.46
Viola . . .	1	0.17	1.03	0.15	0.83	1.12	1.07
Ultra Viola.	1	—	1.21	—	—	—	—

Da tale raffronto di cifre risulta la somiglianza della luce dell'acetilene a quella solare ed anche a quella dell'arco voltaico; e ciò spiega come torni simpatica ed anche brillante alla luce diffusa del giorno.

La vivacità della fiamma è piuttosto forte e se non viene attenuata mescolando aria od altri gas coll'acetilene, obbliga nelle abitazioni ad usare paraluci di vetro smerigliato per non stancare l'occhio. Infatti il suo coefficiente di radiazione, cioè il potere luminoso riferito all'unità di superficie della fiamma, è piuttosto elevato, rispetto alle altre fiamme ordinarie.

Acetilene	4
Gas in becco a farfalla	0,06
» Auer	2
» Arco voltaico	4.0
» Incand. elett.	30
» Luce ossidrica	700

*

Prodotti della combustione. — La stessa composizione chimica dell'acetilene (C_2H_2) ci dice che i suoi prodotti di combustione sono meno dannosi di quelli del gas ordinario. Il Lewes, Capo del controllo dell'illuminazione a gas per la corporazione di Londra, la prima autorità in fatto di gas dell'Inghilterra, dà il seguente ragguaglio fra le quantità di acido carbonico prodotte dall'acetilene e dal gas ordinario per un eguale potere illuminante:

Acetilene	1
Gas ordinario in beccuccio a farfalla n. 6	5.05
» » Argand	3.95
» » Auer	2.70, quest'ultimo da esperimenti del relatore.

Quanto al vapor acqueo, il rapporto del volume prodotto con l'illuminazione a gas acetilene è, a parità di potere illuminante, 1/26 di quello che si ha dalla combustione dell'ordinario gas di carbone.

Uno dei maggiori inconvenienti del gas ordinario è la produzione dei composti di zolfo, specialmente per il deterioramento che portano alle dorature e coloriture delle sale, e di questi quasi non abbiamo traccia per l'acetilene, così che non potei mai ottenere il minimo segno di annerimento in cartine all'acetato di piombo, sottoposte all'azione di diversi mc. di tale gas.

Per quanto riguarda quindi l'inquinamento dell'aria ambiente è a concludersi molto favorevolmente per l'acetilene nel confronto di questa col gas ordinario, mentre però il primo posto spetta sempre alla luce elettrica, che sotto questo punto non teme rivali. Ma oltre alla tossicità dei prodotti della combustione si deve pure esaminare quella del gas puro, accertando se da una sua miscela con l'aria ambiente possa risultarne pericolo alle persone, poichè sia l'acetilene che il gas ordinario sono dannosi all'organismo umano se respirati lungamente, anche se mescolati coll'aria.

Secondo le esperienze del dott. Gréchant (*Comptes Rendus*, t. CXXI, p. 564), un cane respirò per 35 minuti una miscela del 20 0/0 d'acetilene senza risentire alcun disturbo, ed in 43 cmc. di sangue arterioso si riscontrò il 10 0/0 di acetilene. In una miscela di 55 lt. d'acetilene, 66 lt. d'aria, 16,5 lt. di ossigeno (col 10 0/0 d'azoto), quindi una proporzione del 40 0/0 di acetilene sul volume totale, si ebbe la morte di un cane dopo 51 minuti ed il sangue estratto dalla vena cava inferiore conteneva il 20 0/0 di acetilene.

L'acetilene in miscela è dunque pericolosa per l'organismo, ma lo è molto meno del gas di carbone.

Il Gréchant ebbe in 17 minuti la morte di un cane in una miscela di 117 lt. d'aria, 5,3 di ossigeno e 20 lt. di gas ordinario. Il sangue conteneva dopo la morte il 27 0/0 in volume di ossido di carbonio; ed è precisamente alla presenza di questo (77 0/0 del volume totale) nel gas di carbone, che va attribuita tale sua potente tossicità.

Dallo Shilling, il miglior trattatista sul gas di carbone, traggio fra gli altri i seguenti dati. Un coniglio muore in 10 minuti circa se posto a respirare una miscela di gas ed aria, ove questa entri per 1/15 del volume totale; nella stessa miscela un piccione non resiste oltre i 5 minuti. Solo alla proporzione di 1 volume di gas su 75 d'aria la miscela cessa di essere letale per l'uomo se respirata non oltre 3 o 4 ore.

Pur non essendo molto velenoso, tuttavia l'acetilene non cesserebbe d'essere a questo riguardo pericoloso se il suo acutissimo e sgradevole odore, molto più penetrante che quello del gas comune, non ci rendesse avvisati d'ogni minima fuga.

*

Sviluppo di calore. — Per riguardo all'illuminazione, specialmente dei locali chiusi da riunione, ha pure importanza il calore emesso dai centri luminosi. Pure sotto questo punto di vista la luce elettrica si trova nelle migliori condizioni, ma fra tutte le fiamme a combustione quella dell'acetilene riesce più conveniente.

Il Lewes ha determinata la temperatura delle diverse parti delle fiamme a gas ed acetilene come segue:

	Acetilene	Gas ordinario fiamma a farfalla
Zona non luminosa	459° cent.	1023° cent.
» luminosa	1411° »	1658° »
» all'orlo	1517° »	2116° »

L'Hospitalier studiò il dato più interessante della quantità di calore emessa e dà i seguenti valori:

Petrolio	300 calorie per Carcel-ora
Gas ord. becco a farfalla	660 »
» Auer	180 »
Acetilene	74 »
Incandescenza elettrica	25 »

*

Azioni chimiche — L'acetilene non ha alcuna azione chimica sul ferro, zinco, piombo, alluminio, stagno; coll'argento e col rame forma degli acetiluri che sono esplosivi. Tale azione sul rame è lenta, ma se ne deve tenere conto e sebbene non ne possano derivare pericoli immediati, pure prudenza vuole che si eviti la presenza di tale metallo e possibilmente anche dell'ottone che ne è una lega, negli impianti permanenti di illuminazione ad acetilene.

*

Pericoli di scoppio. — Rimane ora un'ultima questione, quella più grave dell'inflammabilità ed esplosibilità dell'acetilene in miscela coll'aria, difetto ch'esso ha comune con tutti gli idrocarburi, non escluso il gas ordinario.

Se non fosse che per rispetto al pericolo che si ha per le miscele determinantisi negli ambienti per fughe o inavvertenza di persone, non mi tratterei molto a lungo su tale argomento; poichè già la lunga esperienza degli impianti a gas ha dimostrato che inconvenienti di tal genere non sono tanto frequenti da costituire un ostacolo al suo uso.

Ma è pure importante il fatto che la miscela di aria e di acetilene dà al beccuccio Brays una fiamma luminosissima anche sotto minima pressione (8 a 15 mm.), quindi offre il mezzo di eliminare le pressioni piuttosto elevate che si richiedono per bruciare l'acetilene puro.

Oltre a questo, l'elevato potere illuminante dell'acetilene ci obbliga ad usare beccucci di piccolissima portata, con piccoli fori la cui ostruzione può facilmente prodursi, invece colla miscela usiamo beccucci di portata maggiore (avendo però l'inconveniente di dover aumentare le sezioni delle condutture) ed otteniamo una più facile ripartizione della

luce, potendo avere anche fiamme di piccolo potere illuminante (8 cand. circa). Le miscele dell'acetilene con l'aria cominciano a divenire luminose quando si ha della prima il 7,74 0/0 del volume totale, ch  allora la fiamma prende una colorazione turchinicia con un'aureola giallastra; nella proporzione del 17 0/0 comincia la vera luminosit  e la proporzione pi  opportuna risulta quella del 70 0/0.

Preso in massa indefinita, l'accensione determinata in un punto si estende pi  o meno rapidamente a tutta la miscela, quando la proporzione dell'acetilene   superiore al 2,8 0/0 del volume totale, ma non supera quella del 70 0/0. I limiti di esplosibilit  sono pi  ristretti; infatti la miscela comincia ad essere leggermente esplosiva se l'aria   1,25 volte il volume dell'acetilene, raggiunge il massimo quando il rapporto   di 12 volte, per cessare affatto nel rapporto di 20.

La miscela del 60 0/0 di acetilene non si presenta quindi come pericolosa, tanto pi  che l'esplosione non pu  avvenire in tubi di diametro inferiore al 12 mm., ed   quindi sempre possibile interporre fra le condutture ed il serbatoio un tale ostacolo. Oltre a ci    facile tenere distinti i due componenti e determinarne la miscela solo all'atto della combustione, e certo colla pratica dei primi impianti si risolver  pienamente questo interessante problema. La Societ  Italiana di Roma gi  possiede un tipo soddisfacente di tali mescolatori. La casa Stemmer-Alemano ha un beccuccio inteso a fare la mescolanza al momento della combustione. La corrente di gas uscente da un cono d'iniezione aspira da una corona di fori laterali dell'aria che, mescolata ad esso, viene bruciata. Per , a determinare tale aspirazione, si richiede imprimere al gas una grande velocit , quindi occorre una pressione elevata (circa 80 mm.) nelle tubature, che torna eccessiva per la buona tenuta di queste. Il beccuccio potr  essere modificato e funzionare bene, ad ogni modo   per ora il primo passo in un senso che pu  dare soddisfacenti risultati.

Per ridurre il potere illuminante del gas e nel medesimo tempo evitare l'inconveniente accennato si   studiato di mescolare l'acetilene con gas inerti, quali azoto ed acido carbonico, ma il loro elevato prezzo e la colorazione ros-astro che danno alla fiamma non mi fa ritenere che sia questa la via da seguirsi.

Invece l'acetilene bruciata in miscela con aria ha tecnicamente molti vantaggi sia per l'aumentata portata dei beccucci, sia per la migliore suddivisione del potere illuminante delle fiamme.

Epper  negli impianti a venire sar  sempre in miscela coll'aria che si brucer  l'acetilene.

*

Questione economica. — Prendendo per unit  di luce la Carcel-ora non   difficile stabilire i costi dei diversi mezzi d'illuminazione attualmente in uso, senza entrare in discussione dei loro particolari pregi, che dipendono dalle circostanze speciali dei singoli casi ed anche dall'apprezzamento delle persone direttamente interessate.

La fiamma all'acetilene consuma 5,5 lt. per Carcel-ora; il prezzo dell'acetilene   di L. 3,30 e tenendo conto delle fughe, possiamo tenere L. 3,50 al m. c.; l'unit  di luce costa quindi al momento attuale

cent. 1,925.

In tale prezzo non tenni conto d'alcuna tassa governativa, poich  questa per ora grava solo sul gas luce proveniente dalla distillazione del carbone ed oli minerali. Ma, com'  facile prevedere, il fisco non si lascer  sfuggire tale nuovo cespite, appena il nostro gas avr  preso sviluppo, e la legge 8 agosto 1895 sar  estesa subito al nuovo prodotto in ragione di 32 o 35 cent. al m³ tenuto conto del suo elevato potere illuminante (da 16 a 18 volte quello del gas comune).

Per  di tale tassa non terr  conto anche pel gas ordinario e per la luce elettrica e quindi le cifre che sto per riferire sono perfettamente paragonabili. Occorrer  invece aumentare di cent. 0,165 il prezzo della Carcel-ora ad acetilene nei raffronti con quella a petrolio ed olio, tenendo ci  cent. 2,090, anzi che cent. 1,925.

Volendo fare il confronto col gas di litantrace che   il solo mezzo di illuminazione che attualmente possa competere col gas acetilene, adotteremo i seguenti consumi per unit  di luce verificati in pratica:

Fiamma a farfalla . . .	lt.	125
Becco Argand	»	95
Becco Auer	»	55

Per il becco Auer, tenuto il rinnovamento della reticella ogni 800 ore, sono 1600 C. H. che si hanno al costo di L. 3; quindi per manutenzione dobbiamo calcolare 0,2 cent. per C. O.

Al prezzo del gas di Bologna di cent. 30 al m³ senza i costi unitari od a quello di Torino di cent. 15, risultano rispettivamente:

	Bologna	Torino
Becco a farfalla cent.	3,75	1,90
» Argand	2,85	1,45
» Auer	1,85	0,95

La fiamma di acetilene pu  quindi essere vinta economicamente dal gas ordinario.

*

Carburaz one. — Vedesi tuttavia che il gas acetilene bruciato puro fa concorrenza al gas di litantrace se bruciato nei becchi ordinari. Quindi la sua carburazione potr  tornare vantaggiosa l  ove avendosi un impianto di gas, non fosse il caso per ragioni speciali di adottare il becco Auer, oppure dove seguendosi la corrente che attualmente domina in Inghilterra, si producesse un gas povero di potere illuminante, dietro il fatto che i due terzi del gas consumato da privati serve per riscaldamento o per forza motrice. In tal caso sarebbe giustificata la carburazione, per la quale l'acetilene si presta perfettamente.

Sino ad oggi non conosco alcun sistema veramente pratico per formare la miscela dei due gas; poich  questa deve essere determinata meccanicamente, data la bassa pressione che ha il gas di carbone. Il tipo di mescolatore a contatore con doppia ruota a palette tarate nella proporzione della miscela, adoperato allo stabilimento Ginori presso Firenze   un primo tentativo per un apparecchio del genere, ma a mio avviso   ben lontano da essere veramente pratico. Del resto colla pratica non tarder  ad essere risolto felicemente tale problema, che non ha di per s  alcuna straordinaria difficult .

Un'altra applicazione della carburazione, che riesce pi  facile per le forti pressioni date al gas,   quella del gas Pinch di olio di schisto che si adopera per l'illuminazione dei treni ferroviari. Lo stesso Pinch, all'ultimo congresso dei gazisti tedeschi, consigli  tale carburazione col 10 0/0 di acetilene. Pur ammettendo che tale carburazione porti un vantaggio sensibile, ritengo tuttavia che essa non sia la vera applicazione dell'acetilene al servizio ferroviario, ma che solo favorita dalla circostanza di non richiedere alcuna modificazione degli impianti attuali serva pi  che altro di stadio di transazione all'uso del gas acetilene puro compresso.

Nello stabilire la convenienza di un sistema di illuminazione, occorre spesso tenere conto pure delle spese di impianto, od in generale delle spese cos  dette fisse di esercizio. Ora fra tutti i sistemi quello a gas acetilene richiede le minime spese di primo impianto e di personale, preponderando in esso in modo assoluto quelle di consumo vivo.

*

Applicazioni in vista. — Il metodo di produzione dell'acetilene sino ad ora accennato, non ritengo convenga interamente per l'illuminazione di singoli appartamenti entro l'abitato. Per quanto esso sia molto semplice, ed accessibile a tutti, pure non   scevro da qualche inconveniente, e non torna troppo facile installare un gazogeno nei locali d'abitazione. Tale sistema si prester  pel caso di stabilimenti industriali, di ville di campagna, od anche quando si tratti di illuminare un intero corpo di fabbrica, o magazzino di esercizio pubblico ma per i piccoli impianti privati la vera soluzione sta nella distribuzione a domicilio del gas liquefatto sotto forti pressioni o nella produzione in piccole lampade automatiche.

Di queste ultime gi  esistono vari tipi, fra cui pi  conosciuto quello francese del Trouvet, ma fino ad ora non hanno ancora dato alcun risultato soddisfacente; tutte si basano sul principio di valersi della pressione svolta dal gas all'atto della sua produzione per regolare il livello dell'acqua che deve venire in contatto col carburo.

Si conosce pure con quanta facilit  il gas acetilene viene ridotto allo stato liquido.

Alle temperature di:

cent.	— 82	— 30	— 23	— 10	0	5	13	20	25
corrispondono le pressioni di:									
atm.	1	9	11,01	17,06	21,53	25,48	32,77	39,76	48

Si pu  dunque ridurre una gran quantit  sotto piccolo volume entro tubi di acciaio; resistenti a forti pressioni. Il tubo che ho ricevuto dalla Actien Gesellschaft für die Chemische Industrie di Mannheim, ha l'altezza di m. 1,30, il diametro di cent. 17 e pesa carico Kg. 25 contenendo circa 2 m³ di acetilene allo stato gazo.

Tali tubi possono essere innestati alle tubature, per  occorre avere un riduttore di pressione capace di abbassarla da 50 atm. a 10 o 20 mm. di colonna d'acqua. Non mi   stato dato fino ad ora di trovare un apparecchio che soddisfi a tale condizione, ma non   difficile il costruirlo e non   certo questo l'ostacolo che pu  impedire l'adozione nella pratica dei tubi in discorso.

I prodotti attuali dello stabilimento di Mannheim hanno un prezzo enorme, per  mi fu per lettera offerto il prezzo di 6 Mar. (L. 7,50) in oro fermo Mannheim per ogni tubo (non compreso il recipiente) quando se ne garantisca un consumo annuo di 1000 tubi. Anche con tale riduzione il prezzo non cessa di essere eccessivamente elevato e quindi non   allo stato attuale di tale industria che si possa utilmente impiegare l'acetilene allo stato liquido; e da questo lato non ci rimane altro che attendere la sistemazione di tale lavorazione, che certo non tarder  molto ad essere un fatto compiuto.

*

Conclusioni. — Riassumendo posso dire:

che l'acetilene pu  essere con non maggior pericolo del gas di carbone, ed anzi con alcuni vantaggi, applicato alla illuminazione; sia se bruciato puro che in miscela,

che le minime spese d'impianto che richiede, e la sua facilità di produzione e specialmente la possibilità di distribuirlo sotto piccolo volume allo stato liquido, ne facilitano le applicazioni,

che economicamente è solo vinto, allo stato attuale del costo del carburante di Bologna, dal gas del litantrace, tanto più che il prezzo del gas ordinario è suscettibile di ribassi, e ciò non solo per Bologna ove è attualmente eccessivo, ma anche per le città ove si praticano prezzi di molto inferiori.

Adunque nella lotta economica è il gas di carbone che ha tutte le probabilità di riescire vittorioso. L'acetilene, che grazie alla sua facilità di produzione e compressione non richiede condutture stradali, ci offre, è vero, un'arma efficace di combattimento contro le eccessive pretese delle Società del Gas, ma queste, spinte dalla concorrenza, potranno sempre fare prezzi più vantaggiosi pel privato ed in pari tempo per esse remuneratori. Ed a chi sembrasse troppo ristretto il mio concetto, faccio pure notare che la produzione del carburante di calcio è limitata dalla limitazione stessa delle forze idrauliche disponibili; e se si trattasse di sostituire col nuovo gas gli attuali impianti d'illuminazione d'Italia, si richiederebbe niente meno che una forza di 600 000 cav-vap., cifra enorme, almeno pel nostro paese.

Lasciamo adunque gli eccessivi entusiasmi; se l'acetilene si può trovare di fronte al gas di carbone e dare utili risultati lo è solo in casi speciali; ma il vero suo campo di applicazione sta nella illuminazione dei piccoli centri ove l'industria del gas di carbone non può riescire remuneratrice; e tale campo è così vasto che quasi è a temersi non possano bastare a sfruttarlo completamente le forze motrici di cui disponiamo.

NOTIZIE

Una Mostra d'Architettura in Torino. — Il 25 aprile 1896 la Società promotrice di Belle Arti in Torino inaugura nell'edificio municipale al Valentino la prima delle sue *Esposizioni triennali* la quale non durerà meno di due mesi.

La *Mostra di Architettura* comprenderà: 1° Disegni a mano ed a stampa; 2° Modelli o saggi in grandezza di esecuzione, tanto per i progetti d'invenzione che per i rilievi architettonici; 3° Decorazioni murali.

Per cura della Sezione Architettura del Circolo degli Artisti saranno conferiti premi speciali in denaro per la complessiva somma di lire 3000, largiti dal Municipio di Torino, dalla Società promotrice di Belle Arti, dalla Società degli Ingegneri e Architetti in Torino, e dalla Sezione di Architettura del Circolo degli Artisti, a norma del seguente programma:

1° I lavori d'arte annessi al concorso per premi sono divisi in due sezioni: Sezione prima, *Rilievi architettonici d'arte antica*; Sezione seconda, *Decorazioni murali*;

2° Sono compresi nella *sezione prima* i disegni di edifici nazionali, o parte di essi, importanti per bellezza, singolarità di costruzione e pregio archeologico e di data anteriore al presente secolo.

Non possono concorrere a premio i disegni non rilevati esattamente dal vero o desunti da altri disegni.

Saranno titoli di preferenza la fedele espressione del carattere dell'edificio riprodotto, l'esattezza del rilievo, la bontà del disegno, l'abbondanza dei particolari di valore architettonico. Quindi saranno tenuti in conto gli schizzi quotati di rilievo, i calchi delle parti più interessanti, le illustrazioni storiche ed il metodo del lavoro.

A parità di merito sarà data la preferenza alla riproduzione degli edifici meno noti.

Sono comprese nella *sezione seconda* le riproduzioni di arte antica non desunte da altro disegno, e le invenzioni di ornamentazione murale, intesa come opera d'arte, avente merito e per se stessa e come oggetto di abbellimento e di dimostrazione di carattere architettonico;

3° La somma destinata a premi è suddivisa come segue:

Per la prima sezione (Rilievi architettonici d'arte antica) un premio da L. 1000, due da L. 500, uno da L. 300, uno da L. 200;

Per la seconda sezione (Decorazioni murali) un premio da L. 300 e uno da L. 200;

4° I premi saranno attribuiti da una Giuria appositamente eletta, che deciderà secondo il valore reale dell'opera in base al presente programma.

Qualora in tutto od in parte qualcuno dei premi non venisse assegnato per mancanza di merito adeguato, la somma di residuo costituirà un fondo della sezione di architettura per premiazione dello stesso genere in occasione di altra pubblica Mostra;

5° La Giuria sarà composta di 7 artisti designati: uno dal Municipio di Torino, uno dalla Società promotrice di Belle Arti, uno dagli espositori, due (architetti) dalla Società degli Ingegneri, due (architetti) dalla sezione d'architettura;

6° Non potranno far parte della Giuria gli espositori che non abbiano dichiarato le loro opere fuori concorso.

Progetto di canale navigabile fra il Mar Baltico e il Mar Nero. — Il Governo russo ha fatto studiare il progetto di un canale navigabile per collegare il Mar Baltico al Mar Nero con una via accessibile alle maggiori navi.

Partendo da Riga sul Mar Baltico si utilizzerebbe il corso della Duna, convenientemente sistemata, e si raggiungerebbe la Beresina con un canale scavato interamente di nuovo, per utilizzare quindi una parte del corso della Beresina e del Dnieper opportunamente sistemati, sboccando con quest'ultimo fiume a Cherson sul Mar Nero. La lunghezza totale di questa via di comunicazione sarebbe di 1600 chilometri, la minima larghezza al pelo d'acqua di 67 m. ed al fondo di 37 m; la profondità normale di m. 8,50. I terreni attraversati dal canale si presentano in condizioni favorevoli sia pel mantenimento delle sponde, sia per dare in posto materiali da costruzione naturali, ed argilla per la fabbricazione di mattoni. Le opere d'arte più importanti che si dovrebbero fare sono due conche alle estremità del canale, sette grandi ponti ferroviari, e ventidue per strade rotabili: parecchi porti verrebbero stabiliti lungo il tracciato, e sarebbero convenientemente ampliati quelli di Riga e di Cherson alle due estremità. Con una velocità di 6 nodi all'ora, le navi potranno fare in 6 giorni la traversata da Riga a Cherson.

(*Bullettino della Società degli Ingegneri in Roma*).

Trazione elettrica sulle ferrovie. — Prima della fine del 1895 furono ultimati i lavori per la prima applicazione della trazione con locomotiva elettrica nel *Belt Line Tunnel* della ferrovia Baltimora-Ohio. I risultati degli esperimenti fatti riuscirono superiori a tutte le previsioni. Un treno composto di tre locomotive a vapore inattive, e 44 vagoni carichi di merci fu rimorchiato per l'intera lunghezza del tunnel, dalla gigantesca locomotiva elettrica costruita dalla Gen. El. Co., alla velocità di 20 km. all'ora.

Il peso del treno raggiungeva 1800 tonnellate e lo sforzo di trazione sviluppato si calcolava a 18,000 kg. in piena corsa e 27,000 in partenza; risultati non ancora raggiunti da alcuna locomotiva a vapore.

La detta locomotiva ha compiuto regolare servizio sin dall'agosto decorso, e appena saranno pronte altre due minori macchine ora in corso di costruzione alle officine di Schenectady, l'intero servizio della trazione dei treni nel tunnel di Baltimora sarà esercitato elettricamente. Lo scopo per cui si è venuto a questo divisamento è quello di evitare il fumo nel passaggio sotto la città di Baltimora, dove avrebbe dato origine a seri inconvenienti.

Gli studi e la fabbricazione delle locomotive elettriche sono vivamente proseguiti in America. La *Westinghouse electric manufacturing Co.* di Pittsburg e la *Baldwin locomotive Works* di Filadelfia hanno formato una società per la fabbricazione di locomotive elettriche di due tipi, uno per merci e l'altro per viaggiatori. Quest'ultimo per velocità di 115 km. all'ora.

(*L'Elettricista*).

Azione dei perfosfati in agricoltura e condizioni economiche della loro fabbricazione. — Che fra tutti gli ingrassi fosfatici la superiorità spetti al perfosfato è oggi dimostrato dall'esperienza nel modo più irrefragabile, mentre i recenti lavori di Wagner e Maerker provano non solo essere l'azione dei fosfati minerali nei terreni ordinari pressochè nulla, ma eziandio essere debolissima l'azione agricola dell'acido fosforico di *tutte le polveri d'ossa*, contrariamente all'opinione generale che le ha sempre considerate come ingrassi assai potenti.

Vuolsi qui aggiungere che l'accennata superiorità del perfosfato non dipenderebbe soltanto da una maggiore disseminazione, come si è ammesso finora, delle combinazioni dell'acido fosforico nella terra arabile, bensì secondo le ultime ricerche di Jules Joffrè, dall'assorbimento, allo stato di composti solubili nell'acqua, di una parte dell'acido fosforico solubile del perfosfato.

Secondo questa nuova veduta del Joffrè si spiegherebbero i fatti constatati da Schloesing e Prunet, vale a dire che gli ingrassi sparsi in righe nel terreno producono maggior effetto di quando si mescolano intimamente alla massa della terra arabile. Questo accadrebbe, cioè, per la ragione che spargendo il perfosfato in righe l'insolubilità di esso nella terra arabile è più lenta, perchè il contatto riesce meno intimo ed in tal modo l'acido fosforico resta assai più lungo tempo a disposizione dei vegetali, i quali hanno quindi tutto il loro agio per assorbirlo.

È dimostrato con cifre che i paesi che consumano quantità considerevoli di perfosfati raggiungono le più forti rendite in cereali. La produzione media all'ettaro del frumento è in rapporto diretto e proporzionale col consumo del perfosfato, la cui fabbricazione risponde quindi a bisogni agricoli ineluttabili.

Tuttavia l'industria del perfosfato, come quella degli ingrassi in genere, attraversa al presente una crisi assai acuta, la quale forse si potrà, come a proposito scrive il Mazières nell'*Engrais*, attenuare provvisoriamente con una convenzione, ma che sussisterà sempre sino a che il consumo non aumenti in una più larga misura. Questa indu-

stria, quindi, deve moderare la sua produzione ed attendere con pazienza un avvenire migliore.

Il piccolo Belgio, ad esempio, produce circa 300,000 tonnellate di perfosfato e siccome non ne consuma che 120,000, così è d'uopo che esporti l'eccedente; ma per raggiungere siffatta esportazione esso è costretto a ribassare i prezzi. E per quanto il Belgio realizzi economie molto serie sulle varie spese di fabbricazione non solo del perfosfato, ma ben anche dell'acido solforico richiesto per questa fabbricazione, tuttavia non è men vero che il risultato più sicuro di questa disgraziata lotta economica resta pur sempre l'avvilimento dei prezzi e quindi la crisi industriale allo stato acuto, poichè l'offerta essendo assai più attiva della domanda, il ribasso ne rappresenta la conseguenza ineluttabile.

Non v'ha dubbio che il prezzo poco remuneratore della vendita dei cereali è la causa prima più diretta dell'avvilimento dei prezzi di tutte le materie fertilizzanti.

Tutti i paesi d'Europa hanno a contare colla crisi agricola, non esclusa la stessa Inghilterra, dove non è molto Lord Salisbury non esitò a dichiarare che il più grande pericolo che minaccia attualmente il suo paese si è appunto la situazione spaventevole, in cui si trova l'agricoltura.

(Giornale scientifico di Palermo).

BIBLIOGRAFIA

Ing. ITALO BRUNELLI. — Per l'avvenire della telegrafia in Italia. — Op. in-8° grande di 8 pagine, con 9 figure nel testo. Estratto dall'*Elettricista*, Roma, 1896.

Da un'ultima statistica pubblicata dal *Journal Télégraphique* di Berna, l'A. deduce le seguenti cifre comparative dello sviluppo della rete telegrafica dei principali Stati d'Europa:

	Lunghezza della rete in chilometri	Sviluppo dei fili in chilom.	Chilom. di filo per chilom. quad. di superficie
Inghilterra	58,097	353,450	1,120
Belgio	6,326	31,504	1,069
Germania	127,240	464,706	0,859
Olanda	5,580	19,962	0,603
Francia	92,711	311,408	0,578
Svizzera	7,203	20,091	0,485
Italia	37,995	119,266	0,402
Austria	30,368	91,307	0,343
Ungheria	21,727	64,705	0,201

Senonchè le cifre suesposte non sono sufficienti a definire l'importanza e la bontà del servizio di una rete telegrafica. Così in Italia si sa che il lavoro affittisce di preferenza in certi determinati centri, come Roma, Milano, Torino, Genova, Napoli, Palermo, ecc., ed è fra essi che avviene il massimo scambio della corrispondenza. Il servizio è per la massima parte concentrato sui fili che collegano questi centri più importanti, e siccome ogni anno si nota un sensibile aumento nella corrispondenza, per sopperire ai crescenti bisogni occorre o aumentare il numero dei fili diretti o pensare al modo di ottenere dai fili esistenti un rendimento maggiore.

La grande distanza fra le nostre città principali rende molto costosa la posa di nuovi fili. Una comunicazione, fatta anche solo con filo di ferro di mm. 5,08, tra Roma e Milano (km. 665), importerebbe una spesa di lire 133,000. Meglio è dunque ricorrere ai sistemi telegrafici celeri, i quali, pur introducendo una qualche maggiore complicazione, e richiedendo per ciascun filo maggior personale e maggiore abilità, aumentano la potenzialità del lavoro dei fili in proporzione molto superiore alla maggiore spesa d'esercizio.

L'Italia si è già messa da tempo su questa via, e mentre le altre nazioni non hanno ancora adottato sistemi celeri, all'infuori di qualche Morse od Hughes duplex, in Italia funzionano 12 Baudot, 12 Hughes duplex, 4 Morse duplex e 12 gruppi Wheatstone completi, oltre a 5 trasmettitori e 68 ricevitori, i quali servono per diramare da Roma le circolari a tutti i capoluoghi di Provincia, e in particolar modo i resoconti parlamentari che ora si trasmettono direttamente dalla Camera agli uffici di molti giornali politici.

Chi non avesse idea dei vantaggi che si possono ricavare dai sistemi celeri, potrà ritenere che mentre un apparato Morse può trasmettere al massimo 15 parole (di 7 lettere in media caduna) in un minuto, un Hughes ed un Morse duplex ne possono trasmettere 25, un Hughes duplex 50, un Baudot quadruplo 90, un Wheatstone 100 e un Wheatstone duplex 150.

Vedesi dunque che da un Wheatstone ricavasi già un lavoro in media dieci volte maggiore che dal semplice apparato Morse, che è quello maggiormente in uso in tutto il mondo, ossia si risparmiano con esso nove fili.

Ma l'ing. Brunelli, nell'opuscolo che ci sta sott'occhi, descrive il nuovo apparecchio di *Patrick Delany a ricevimento elettro chimico*, il quale, su di un filo della lunghezza di 350 chilometri, parte in ferro e parte in rame, trasmise 940 parole in un minuto, e che in una seduta al Franklin Institute, attraverso ad una linea artificiale della resistenza di 800 ohm e della capacità di 2 microfarad, poté raggiungere la velocità di 1200, 1800 e persino di 2000 parole al minuto!

In attesa che ulteriori esperimenti vengano anche fra noi a confermare le belle previsioni sull'apparato Delany, non è certo fuori proposito l'idea che in un avvenire non lontano il Telegrafo abbia ad invadere i domini della Posta, quando cioè l'aumentata potenzialità dei fili permetterà di abbassare la tariffa generale o di creare una tariffa speciale per la cartolina e per la lettera telegrafica.

Il lavoro negli uffici telegrafici essendo molto saltuario nelle diverse ore del giorno, e di notte riducendosi quasi a nulla, una cartolina del costo, ad esempio, di 50 centesimi od anche meno, per un numero limitato di parole, introdotta nelle cassette postali della città, e portata dagli agenti postali all'ufficio telegrafico, potrebbe venire trasmessa telegraficamente a destinazione sia di notte, sia di giorno, quando il servizio lo permetta; l'ufficio ricevente trascriverebbe il telegramma su altra cartolina che per mezzo della posta verrebbe portata a destinazione con la prima distribuzione delle lettere.

La lettera telegrafica poi potrebbe essere istituita da noi fin d'ora, valendoci del sistema automatico Wheatstone, limitando però tale servizio fra quelle città che sono provviste di un gruppo completo di apparecchi. Così da Roma potrebbe essere fatto con tutti i 68 capoluoghi di Provincia e con le redazioni dei giornali politici più importanti che possiedono già un ricevitore, salvo poi ad estendere maggiormente il servizio quando si fosse adottato il sistema Delany. Naturalmente, se osservasi che per far fronte al lavoro di un apparato Wheatstone occorrono 10 impiegati per la perforazione e altrettanti per la trascrizione dei telegrammi, e che coll'apparato Delany ne occorrerebbero 50, è ovvio concludere la convenienza che invece della cartolina postale una vera lettera telegrafica debba essere presentata in una busta sotto forma di uno o più metri di carta perforata. Nè sarebbe punto difficile diffondere l'uso del perforatore Wheatstone che è semplicissimo e che permette con un po' d'esercizio di raggiungere quasi la velocità della scrittura a mano. Per tal modo, l'ufficio telegrafico mittente avrebbe sulla striscia perforata la copia del telegramma da spedire, e l'ufficio ricevente dovrebbe rimettere per posta al destinatario la striscia di ricevimento. Nè la trascrizione di questa può presentare difficoltà di sorta, ed essa s'impara con poco studio. Anche oggidi, fra commercianti e giornalisti, si trovano molti i quali conoscono già l'alfabeto Morse.

L'ing. Brunelli termina esprimendo la convinzione che la lettera telegrafica incontrerebbe prontamente il favore del pubblico, perchè con essa si risparmierebbero sempre le 15 ore che una lettera impiega per andare da Roma a Torino, o la giornata intera di viaggio per la Sardegna e la Sicilia.

G. S.

Sono inoltre pervenute in dono alla Direzione dai loro Autori ed Editori le seguenti pubblicazioni:

— E-posizione internazionale ciclistica e concorso speciale di veicoli automotori in Torino, 1895. Relazione della Giuria. — Op. in-8°, di pag. 108 con 29 figure nel testo. — Torino, 1895. — Prezzo lire 2.

— Sul metodo di falsa posizione pel calcolo degli archi elastici. Nota dell'ing. Elia Ovazza. — Op. in-8°, di pag. 21 con tavole di figure dimostrative. — Estratto dagli Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, 1895.

— Ing. G. C. Baravelli. — Nota su alcuni aiuti alla esecuzione dei calcoli numerici. — Op. in-8°, di pag. 27. — Estratto dagli Annali della Società degli Ingegneri e degli Architetti italiani in Roma, 1895.

— Appunti su alcune questioni del servizio ferroviario concernenti la sicurezza di circolazione dei convogli, dell'ing. Enrico Mariotti. — Op. in-8° gr., di pag. 85 con 1 tavola di diagrammi. — Estratto dagli Atti del Collegio degli Ingegneri e Architetti in Palermo, 1895.

— Galileo Ferraris e Riccardo Arno. — Un nuovo sistema di distribuzione elettrica dell'energia mediante corrente alternativa. — Op. in-8° di pag. 32 con 14 figure nel testo. — Torino, 1896. — Prezzo L. 2.

— Municipio di Torino. — Capitolato generale per gli appalti delle opere e delle provviste del Municipio di Torino, approvato dalla Giunta Municipale il 14 settembre 1895.

— R. Scuola di applicazione per gli Ingegneri in Roma. — Annuario per l'anno scolastico 1895-96 e Programmi d'insegnamento.

— R. Scuola di applicazione per gli Ingegneri in Bologna. — Annuario per l'anno scolastico 1895-96.

Fig. 4. — Sezione trasversale tipo della sistemazione dell'Adige.

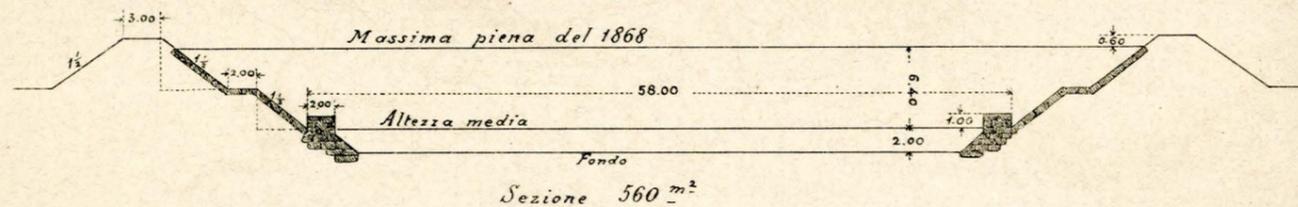


Fig. 3. — Profilo longitudinale dell' Adige

da Merano al mare.

Le altezze sono in piedi viennesi - 0.316 m
Le distanze e le pendenze in Klafter - 1.896 m

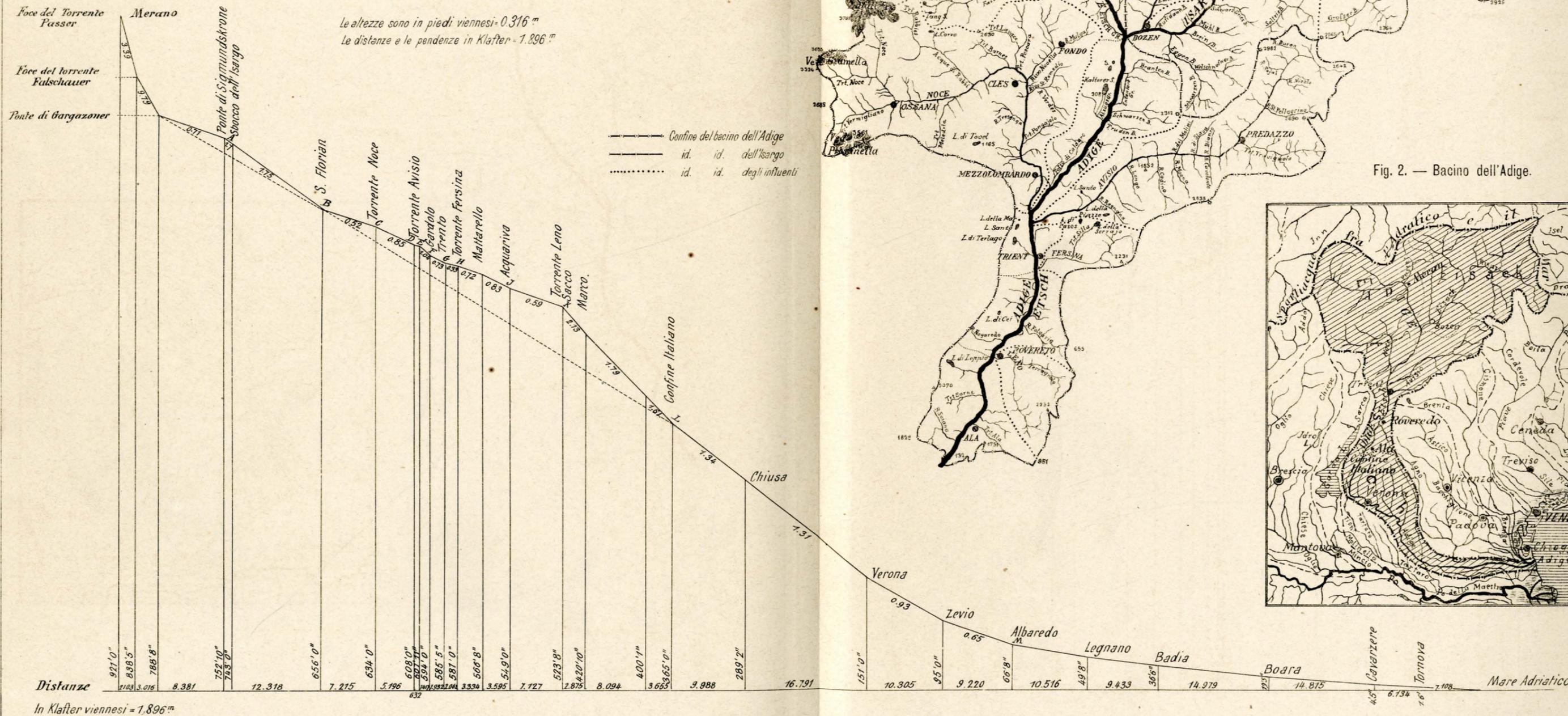


Fig. 1. — Idrografia dell'Adige dalle sorgenti al Confine Italiano.

Scala da 1:833332

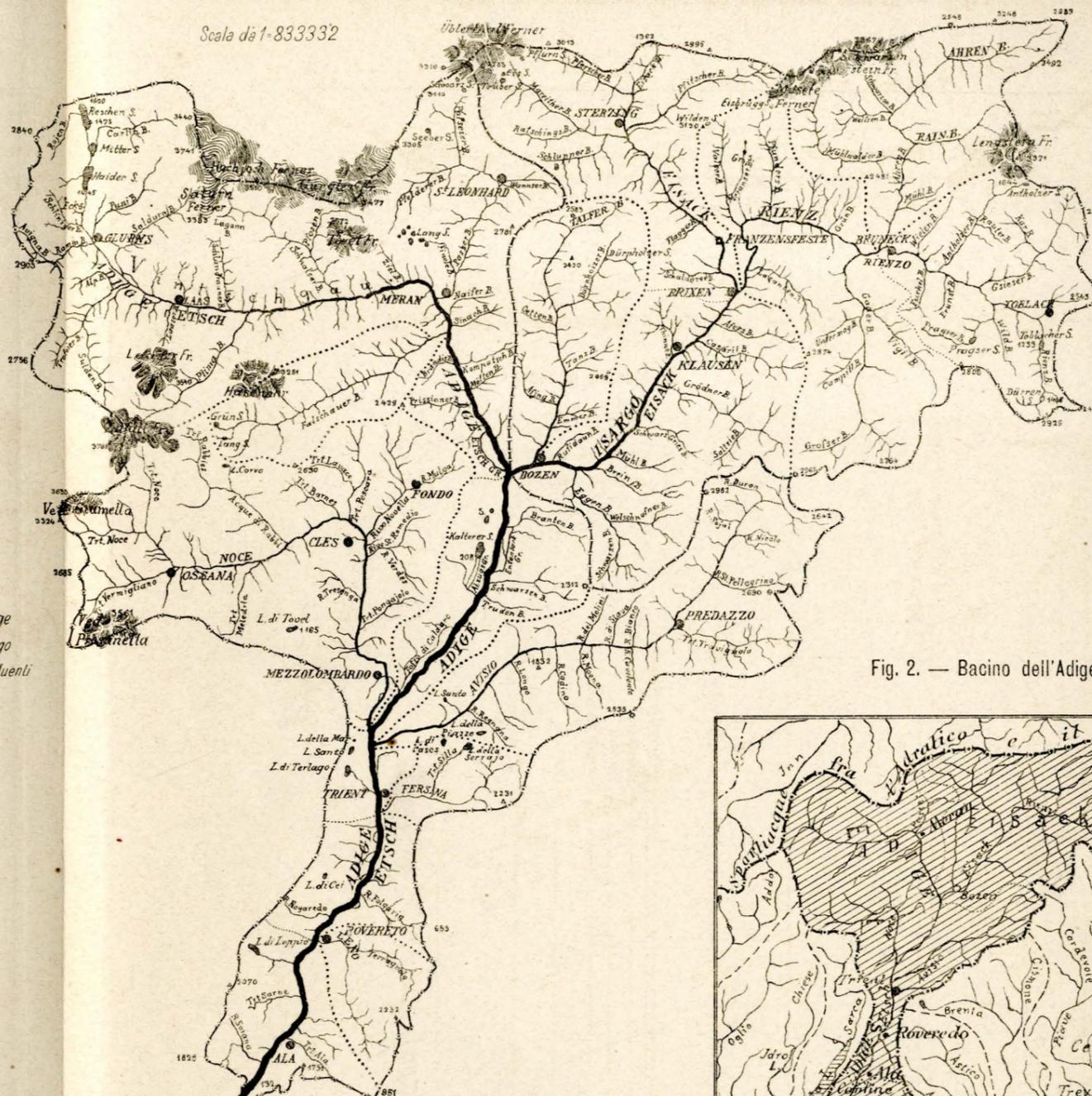


Fig. 2. — Bacino dell'Adige.

