IL MONTE BIANCO ED IL SEMPIONE

STUDI DICONFRONTO

LETTI DALL'ING. RUGGIERO GAROLA

nell'adunanza 19 aprile 1880

La questione del traforo del monte Bianco già ideato da alcuni Aostani, or sono molti anni, pareva definitivamente abbandonata, quando, in seguito all'approvazione della costruzione della linea del Gottardo, si fece sentire vivamente in Francia il bisogno di avere tra quest'ultimo valico alpino ed il Cenisio una nuova grande arteria commerciale destinata a dar passaggio all'immenso traffico che esiste tra l'Inghilterra, il Belgio, il nord della Francia e l'Oriente per mezzo del canale di Suez. La linea del Gottardo provvede in parte a questo bisogno coll'accorciare in modo notevole la distanza che ora passa tra Londra e Brindisi, ma questo passaggio, in causa delle ripide pendenze e delle gallerie elicoidali ammesse nel suo tracciato, non potrà mai essere una gran linea commerciale. Di più, la zona che essa attraversa ha l'inconveniente di mantenersi fuori del territorio francese; ora, la zona italiana compresa tra il Gottardo ed il Cenisio deve avere per obiettivo commerciale non solo l'Inghilterra, il Belgio e la Svizzera, ma anche la Francia settentrionale.

Il Cenisio presenta inconvenienti analoghi a quelli del Gottardo. Da tutti perciò è vivamente sentito il bisogno di avere una nuova linea internazionale, intermedia tra il Cenisio ed il Gottardo, la quale, presentando miti pendenze, possa concentrare su di sé l'immenso traffico che non mancherà di stabilirsi fra qualche anno tra l'Oriente, l'Italia ed il nord dell'Europa. Le nostre Alpi rendono esse possibile un valico di tal fatta?

Ecco il problema da sciogliersi. Dagli studi eseguiti in questi ultimi anni, l'attenzione del pubblico fu specialmente rivolta al Sempione. Una Società presieduta dal signor Ceresole, già Presidente della Confederazione Svizzera, col concorso di valenti Ingegneri, si costituì nel Cantone di Vaud sulle rovine di quella già diretta dal Lavallette e riuscì ad interessare in suo favore il Governo francese. Un progetto di legge fu anzi presentato nel 1873 alla Assemblea Legislativa di Versailles per accordare un sussidio di 48 milioni di lire pel traforo del Sempione. Un progetto dettagliato fu poi redatto da illustri Ingegneri per questo traforo e per le linee d'accesso, ed il celebre geologo Gerlach studiò le

condizioni del terreno consegnate in una dotta memoria che egli pubblicò.

Secondo i dati forniti da questo progetto, il punto d'imbocco nord della grande galleria presso il villaggio di Brigues avrebbe l'altitudine di 675 metri e lo sbocco sud 683 metri. La lunghezza del tunnel sarebbe, secondo l'ultimo progetto, di 18,507 metri, da costruirsi quasi interamente a foro cieco. Oltre alla grande galleria rimarrebbero a costruirsi un breve tratto di 3 chilometri presso l'imbocco nord, ed un altro di 22 chilometri tra lo sbocco sud presso Isella e Domodossola, ed un altro di 59 chilometri tra Domodossola ed Arona o tra Domodossola e Gozzano. Il tronco Gozzano-Domodossola essendo compreso nella legge Baccarini, 29 luglio 1879, ed iscritto tra le linee di 2^a categoria, alla Compagnia del Sempione non rimarrebbe a costruire che il tronco Brigues-Domodossola della lunghezza di 43 chilometri.

La pendenza massima per la traversata del Sempione sarebbe del 23,70 ‰, ma è da osservarsi che dal lato del nord e tra la Francia e la Svizzera la linea del Sempione attraversa la catena del Jura nella quale vi sono pendenze del 25 ‰.

Riguardo al profilo geologico, l'ingegnere Gerlach indica per la grande galleria 10,600 metri di gneiss, 4600 metri di schisti anfibolici e micacei, 2200 metri di schisti calcari, 800 metri di schisti ardesiferi ed infine 400 metri di gesso e di calcari dolomiferi. Il gneiss, che è una specie di granito stratificato, quantunque roccia abbastanza dura, è considerato come assai favorevole allo scavo in galleria, perchè molto omogeneo; negli schisti invece, che presentano minore durezza, il prezzo del metro lineare in galleria si fa maggiore perchè rendesi ovunque necessario un solido rivestimento in muratura e perchè sovente si ha da lottare contro numerose ed abbondanti filtrazioni che vengono ad incagliare i lavori.

Riguardo al tronco Isella-Domodossola, esso si sviluppa quasi interamente a mezza costa nelle profonde valli della Diveria e della Toce, senza che sia necessario di ricorrere, come al Gottardo, a curve elicoidali. In causa delle molte accidentalità del terreno sarebbero però da costruirsi su detto tronco diverse gallerie secondarie, per la lunghezza complessiva di 5 a 6 chilometri.

Per le spese di costruzione, gl'Ingegneri del Sempione calcolano in L. 4 mila al metro lineare, come al Gottardo, il costo della grande galleria, ed a 800 mila lire quello chilometrico del tratto Isella-Domodossola; dimodoché, aggiungendo alle spese di costruzione il 10 % per l'interesse dei capitali durante la costruzione, si avrebbe per spesa totale tra Brigues e Domodossola la somma tonda di 138 milioni, come ciò risulta dal quadro dato più innanzi.

Esaminato, in confronto col Gottardo, il valico del

Sempione presenta senza dubbio il notevole vantaggio di poter prescindere dalle gallerie elicoidali, le quali nell'esercizio sono di grave ostacolo ad una sufficiente ventilazione, ma il forte dislivello dei 510 metri che esiste tra Isella e Domodossola sopra una lunghezza di soli 22 chilometri che necessita la pendenza del 24 ‰, ha fatto sì che alcuni Ingegneri hanno rivolto i loro studi su altri passaggi ed essenzialmente su quello del monte Bianco.

Fin dal 1860, uno fra i più distinti Ingegneri dei ponti e strade di Francia, il sig. Godin De Lepinay, eseguiva alcuni rilievi nella valle dell'Arve che lo condussero a concludere che il traforo del monte Bianco tra Chamounix e Courmayeur presenta facilità eccezionali in confronto di tutti i valichi alpini già costruiti o progettati e nel 1875 egli rassegnò al Ministero dei Lavori Pubblici di Francia una dotta relazione in proposito.

Quasi contemporaneamente un valente ingegnere italiano, il cav. Giuseppe Bonelli, eseguiva pure lo studio di una linea internazionale tra Ginevra ed il Mediterraneo per le valli dell'Arve e della Dora Baltea. Alcuni anni dopo l'ingegnere Stamm, facendo sue e concretando le proposte del Lepinay, mandava alle stampe una memoria in favore del traforo del monte Bianco, aggiungendovi uno studio per una diramazione da Chamounix a Martigny per Vallorsine. Altri ingegneri, quali il Dorsaz ed il Lefèvre, studiarono il traforo del Gran San Bernardo ed infine l'ingegnere De Vautheleret presentò un progetto di linea internazionale per la valle di Ferret sopra Courmayeur onde riunire pure Aosta a Martigny e Torino a Ventimiglia pel colle di Tenda.

Da tutti questi progetti sembrerebbe adunque che la valle d'Aosta sia quella che può fornire il passaggio il più breve ed il più diretto per il traffico mondiale tra l'Oriente e l'Europa occidentale a traverso l'Italia.

Il primo a richiamare, l'anno scorso, l'attenzione sulla linea del monte Bianco fu il senatore francese Chardon, il quale, in un opuscolo di poche pagine, cercò di stabilire i vantaggi di questo traforo, avuto riguardo alle distanze tra i principali centri di commercio al di là delle Alpi e le più importanti città italiane, nonché alle pendenze ed alle spese di costruzione.

La Società della ferrovia del Sempione, a sua volta, in risposta al Chardon, volle porre in rilievo i vantaggi di quest'ultimo valico alpino, asserendo che tra Calais e Piacenza, i due punti più importanti sulla linea che deve percorrere la valigia delle Indie, la minore distanza si ha passando pel Sempione. Alla suddetta Società fu sollecito a replicare il Chardon con una nuova pubblicazione, nella quale si davano maggiori dettagli sulle distanze. Altri opuscoli vennero alla luce nel frattempo, gli

uni favorevoli al Sempione e gli altri al monte Bianco, ma in essi non rinvenendosi che risultati di puro apprezzamento individuale, non ne fu agevolata la risoluzione del problema. Così, mentre vi era chi asseriva gratuitamente che sulla linea del monte Bianco il tronco Aosta-Courmayeur presentava minori difficoltà che quello Ivrea-Aosta; che il costo chilometrico non avrebbe ivi superato le 300 mila lire; che con profili ipotetici si cercava di dimostrare che nulla vi era di più facile che di ridurvi le pendenze al 12,50 ‰, i fautori del Sempione, lasciando libero il volo alla loro fantasia, rispondevano descrivendo i dislivelli immaginari e le altre condizioni sfavorevoli del terreno in quella località, esagerandone oltremodo l'importanza.

Questi apprezzamenti individuali e partigiani, lo ripeto, lungi dall'agevolare la risoluzione del problema, non riuscirono che a renderlo maggiormente intricato.

Fortunatamente il Governo francese, il quale è più di tutti interessato nella questione, giacché né il Sempione, né il monte Bianco non potranno mai essere attraversati con ferrovia senza che la Francia concorra per tre quarti della spesa necessaria, incaricò recentemente lo stesso ingegnere Godin De Lepinay, ora ispettore delle ferrovie, di rivedere il suo progetto del 1875 e di presentare un profilo ed uno studio di confronto tra i diversi passaggi alpini già costruiti od in progetto, facendo rilevare i vantaggi e gl'inconvenienti di ciascuno di essi sotto l'aspetto della facilità delle comunicazioni internazionali, della modicità delle pendenze, della brevità delle distanze e delle spese di costruzione. Questo lavoro essendo ora già in parte ultimato, ho pensato fare cosa grata ai membri di questa eletta Associazione col redigere la presente memoria, allo scopo di dar loro comunicazione del risultato di questi studi, ai quali prestei la mia debole collaborazione e della di cui esattezza è garante l'alta posizione e la competenza ben riconosciuta dell'ingegnere De Lepinay.

Vi aggiungerò alcune mie considerazioni sulle distanze virtuali e sulle condizioni tecniche del progetto.

Anzitutto gioverà osservare che la notevole discrepanza che passa nella valutazione delle distanze, fatta dalla Compagnia del Sempione e dai fautori del monte Bianco, proviene precipuamente da ciò, che i primi supposero che per le due linee si dovesse necessariamente seguire, fuori dei tronchi alpini, quelli che sono già attualmente in esercizio, mentre che i secondi hanno creduto di tener conto di tutti gli accorciamenti che si otterranno colla costruzione delle nuove linee state decretate in Francia colle leggi Freycinet del 1° aprile e 17 luglio 1879, ed in Italia colla legge del 29 luglio stesso anno, adottando poi coefficienti diversi per le distanze virtuali e taluni neglignendole affatto.

Pare a noi, come è anche parso all'illustre signor senatore Chardon, che nel calcolo delle distanze si debbano avere presenti le leggi suddette, giacché non vi ha dubbio che una volta ammesso il traforo del Sempione o del monte Bianco, i tronchi già compresi in detta legge e che possano avvantaggiare la nuova progettata linea internazionale, saranno senza dubbio i primi ad essere costruiti. Per la linea del monte Bianco si ha inoltre avuto riguardo all'accorciamento che sarebbe prodotto dalla costruzione della linea Ivrea-Santhià, non compresa nel progetto delle nuove costruzioni ferroviarie, perché egli è certo che se la preferenza fosse data al monte Bianco, questo breve tronco, di soli 26 chilometri di lunghezza, che necessita una spesa di soli 4 milioni, sarebbe subito costruito.

Ciò premesso, riferendoci al piano ed ai profili longitudinali annessi alla presente memoria, faremo osservare che nei calcoli da noi fatti abbiamo supposto che anche la valigia delle Indie da Calais tocchi Parigi invece di seguire la direzione Amiens-Laon-Chàlon-Chaumont-Langres-Pontarlier, che accorderebbe la distanza di soli 11 chilometri, giacché la stessa Compagnia del Sempione si è convinta della impossibilità di evitare la capitale della Francia.

Ammesso pertanto Parigi come punto di partenza, egli è evidente che il punto su cui verrebbero a convergere in Italia tutte le linee internazionali destinate al traffico coll'Oriente, è Piacenza. La risoluzione del problema, adunque, per ciò che concerne le distanze, consiste nel trovare quale delle linee già costruite od in progetto offra la minima percorrenza reale e virtuale tra Parigi e Piacenza.

Nella Tavola I sono disegnati i profili longitudinali delle quattro linee del Cenasio, del Gottardo, del Sempione e del monte Bianco tra Parigi e Piacenza, e l'andamento delle stesse linee è indicato sulla Carta n. II.

Riguardo alle distanze, si adottarono per le linee in esercizio le cifre degli orari ufficiali; per quelle in costruzione o progettate, dati forniti dai progetti esistenti. Per le quote di altitudine, i dati furono desunti dai profili posseduti dalle Compagnie che hanno l'esercizio delle diverse linee, dai progetti già presentati e da studi appositi fatti sul terreno. Dai suddetti profili, le rispettive distanze reali tra Parigi e Piacenza pei quattro valichi alpini sopra indicati, sono quelle indicate qui appresso:

Cenasio per Torino e Milano . . .	Chil. 992
Cenasio per Torino ed Alessandria . . .	» 946
Gottardo per Basilea . . .	» 975
Gottardo pel «Tura Gottardo e Wauwil . . .	» 935
Sempione per Novara e Mortara . . .	» 905
Sempione per Milano . . .	» 914
Monte Bianco per Vercelli e Mortara . . .	» 886

A tutti gli Ingegneri è noto che l'esercizio delle strade ferrate diventa tanto più costoso quanto più cresce la loro pendenza, e che esiste una certa proporzionalità fra le pendenze e le spese d'esercizio e di manutenzione. La maggior spesa di esercizio dovuta alla pendenza si può tradurre in vari modi, e difatti vari Ingegneri, che si occuparono di questa questione, hanno dato coefficienti diversi per tenerne conto.

Il signor Lommel, direttore tecnico della Compagnia del Sempione, nelle sue dotte pubblicazioni in favore del Sempione, per calcolare l'aumento di spesa d'esercizio nelle linee a forti pendenze, piglia per base la quota di altitudine del punto culminante della linea progettata e dividendola per dieci, trova nel quoziente così dedotto il percorso addizionale che si deve assegnare alle diverse linee. Seguendo il suo esempio, l'ingegnere Stamm ed il senatore Chardon, hanno adottato lo stesso coefficiente costante di 0,10 per calcolare le distanze virtuali. Siffatto metodo, per ragioni abbastanza ovvie, non può essere esatto, giacché vi sono delle linee, come quelle dell'Appennino, i di cui punti culminanti hanno una altitudine di poche centinaia di metri e che ciò nullameno presentano pendenze dal 25 al 35 per mille, mentre vi sono in Europa ed in America linee che superano altezze ben maggiori con pendenze più miti, e si può facilmente supporre che vi sieno località, specialmente negli altipiani centrali dell'Asia, dove si potrebbero costruire delle ferrovie ad altitudini di parecchie migliaia di metri, mantenendosi in limiti assai ristretti per le pendenze.

Il coefficiente virtuale pertanto, anziché aumentare direttamente coll'altitudine del punto culminante, deve piuttosto ritenersi proporzionale alle pendenze che si vogliono adottare.

Convinti di questa verità, alcuni distinti Ingegneri si sono occupati della risoluzione di questo problema.

I loro calcoli variano però secondo che le pendenze sono considerate relativamente alla sola velocità di percorso che interessa essenzialmente i treni dei viaggiatori, oppure alle sole spese di esercizio che si applicano principalmente ai treni merci.

La nuova linea internazionale che attraverserà le Alpi, avendo precipuamente per iscopo il traffico commerciale, riteniamo che nel calcolare i coefficienti virtuali si debba anzitutto avere presenti le spese di esercizio relative alle pendenze. Da appositi calcoli, confermati da esperienze fatte su diverse linee a pendenze diverse, risulta che ritenuto = 1 la spesa di trazione su una linea al disotto del 5 % di pendenza, detta spesa sarà:

= 1.20	per le pendenze comprese tra il 5 ed il 10 %
= 1.45	» » 10 ed il 15 %
= 2.31	» » 15 ed il 20 %
= 2.48	» » 20 ed il 25 %
= 3.20	» » 25 ed il 30 %

In pratica si può ammettere che le linee la di cui pendenza non supera il 6 % possano considerarsi come piane, specialmente ove le salite sono seguite da discese, giacché in questo caso il maggior lavoro effettuato in salita è compensato nella discesa sulla quale il treno discende per la sola spinta della gravità.

Per le pendenze superiori questo compenso non si verifica più perché l'impulso dovuto alla gravità è troppo forte nella discesa e deve essere moderato mercé il lavoro dei freni.

Sulle linee di piccolo traffico la spesa di trazione non rappresenta che il terzo della spesa totale di esercizio e su quelle di primo ordine si può ritenere che detta spesa di trazione sia la metà di quelle di esercizio, cosicché se per i diversi limiti di pendenza sovraindicati le spese di trazione stanno fra loro nei rapporti di 1 a 1,20, 1,45, 2,31, 2,48 e 3,20, qualora detti rapporti di spesa non si riferiscano più alla sola spesa di trazione, ma bensì a quella di esercizio, si avrà pel nostro caso:

Spese di trazione . . .	1,00	1,20	1,45	2,31	2,48	3,00
Altre spese uguali per tutte le linee . . .	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

E spese totali . . . 2,00 2,20 2,45 3,21 3,48 4,00

Ossia, essendo 1 la spesa totale sulla pendenza del 5 per mille, si avrà per le altre pendenze . . . 1,00 1,10 1,125 1,60 1,74 2,00

Epperò i coefficienti d'aumento saranno rispettivamente . . . 0,00 0,10 0,125 0,60 0,74 1,00

Da ciò si vede che sopra una linea del 30 % di pendenza le spese di esercizio sono il doppio di quelle che si hanno su quella del 5 %.

Pigliando ora nuovamente ad esame i profili della Tavola I, sarà facile coi coefficienti trovati più sopra di calcolare per ogni linea e tronco per tronco le distanze addizionali dovute alle pendenze e poscia le distanze virtuali.

Prima però di fare questi calcoli faremo ancora osservare che fino al limite del 12,50 % si possono, per i treni merci, impiegare locomotive a 6 ruote accoppiate del diametro di 1^m 35, le quali, alla velocità di 25 chilometri all'ora, possono rimorchiare un peso lordo di 285 tonnellate, e che per i treni viaggiatori si possono ancora con vantaggio adoperare locomotive accoppiate di 2^m 00 di diametro le quali, con una velocità di 55 chilometri, sono atte a ri-

morchiare 11 vagoni del peso lordo complessivo di 90 tonnellate.

Le spese adunque d'esercizio e l'importanza del traffico che si possono avere sulle linee aventi come limite massimo il 12,50 % di pendenza, non differiscono che pochissimo dalle condizioni che si hanno sulle linee piane, epperò in pratica non vi è convenienza di adottare locomotive speciali se non per le linee che superano in pendenza il 12,50 %. Per semplicità di calcolo adunque non si sono calcolate distanze suppletive per le tratte che non raggiungono in pendenza il limite suddetto.

Premesse queste avvertenze, le distanze addizionali per ogni linea risulteranno dalle seguenti tabelle.

INDICAZIONE DELLE TRATTE	Distanze reali	Pendenza massima per mille	Altre spese uguali per tutte le linee	Spese di trazione	Coefficiente d'aumento	Distanza addizionale
CENASIO.						
Da St-Jean de Maurienne a Modane . . .	48.500	30	1,00	1,00	1,00	48.500
Da Bardonnèche a Bussoleno . . .	42.500	30	1,00	1,00	1,00	42.500
			TOTALE			91.000
GOTTARDO.						
Tra Bastien ed Otten . . .	15.000	20	0,00	0,00	0,00	0.000
Da Sillegu a Goshenen . . .	20.000	25	0,74	0,74	0,74	19.240
Da Airolo a Bodio . . .	30.000	30	1,00	1,00	1,00	30.000
Da Giubiasco a Lugano . . .	21.000	25	0,74	0,74	0,74	15.540
			TOTALE			82.780
SEMPIONE.						
Da Mouchard a Pontarlier . . .	52.500	30	0,60	0,60	0,60	37.500
Da Pontarlier a Cossonay . . .	57.000	25	0,74	0,74	0,74	42.180
Da Isella a Domodossola . . .	22.000	30	1,00	1,00	1,00	22.000
			TOTALE			95.680
MONTI BIANCO.						
Da Avallon a Santony . . .	55.000	15	0,125	0,125	0,125	11.875
Da Bourg a Nantua . . .	40.000	27	1,00	1,00	1,00	40.000
Da Nantua a Bellegarde . . .	25.000	25	0,74	0,74	0,74	18.500
Da Bellegarde a Etrambières . . .	35.000	15	0,125	0,125	0,125	4.500
Da Pré St-Didier ad Aosta . . .	33.000	15	0,125	0,125	0,125	4.125
			TOTALE			79.000

Sul profilo del monte Bianco tra Pré St-Didier ed Aosta è segnata la pendenza del 13 %. Siccome però la livellazione e la misura delle distanze fatte ultimamente hanno ancora bisogno di essere verificate, si adottò per questa tratta, nel quadro relativo al monte Bianco, la pendenza del 15 % anziché quella del 12,50 e ciò per debito di imparzialità.

Aggiungendo ora alle distanze reali quelle addizionali trovate più sopra, si avrà per risultato finale il seguente quadro, nel quale, alle distanze Parigi-Piacenza, si sono pure aggiunte quelle da Torino a Milano e da Genova alla capitale della Francia.

INDICAZIONE DELLE LINEE	CENISIO		GOTTARDO		SEMPIONE		M ^{te} BIANCO	
	Reali	Virtuali	Reali	Virtuali	Reali	Virtuali	Reali	Virtuali
Parigi-Piacenza	946	1087	935	1018	905	1001	886	965
Parigi-Milano	922	1013	867	950	845	941	848	927
Parigi-Genova	940	1031	1064	1147	967	1063	909	988
Parigi-Torino	774	865	927	1010	914	1010	792	871

A ciò si deve aggiungere, secondo i dati forniti dai profili della Tavola I, che sulla linea del Ceniso il solo accorciamento che risulterebbe dalla costruzione delle nuove linee approvate sarebbe quello di 16 chilometri, scegliendo il tronco La Roche-Châlons-Bourg, invece di quello da noi calcolato La Roche-Dijon-Bourg.

Sulla linea del Gottardo, la linea da noi calcolata, che è quella che da Belfort passa per Delemont e Wauwill, è la più breve possibile, mentre la direzione per Basilea ha un maggior percorso di 40 chilometri.

Pel Sempione, l'unico accorciamento possibile è quello che si avrà abbandonando la direzione su Milano per scegliere quella su Novara-Mortara-Broni, del quale si è tenuto già conto nei calcoli sopra esposti, oppure scartando Parigi scegliendo la direzione Calais-Laon-Chaumont-Langres-Pontarlier che presenta un minor percorso di 11 chilometri.

Sulla linea del monte Bianco invece, oltre alla notevole diminuzione di distanza che si otterrà colla costruzione dei tronchi Vercelli-Mortara e Ivrea-Santhià già calcolati più sopra, si ponno ancora ottenere alcune rettilineazioni e diminuzioni di pendenze tra Avallon e Dracy-Saint-Loup, tra Bourg e Nantua, tra Bellegarde e Étrembières, e tra Pré Saint-Didier e Aosta, onde agevolare sempre più il traffico mondiale che non mancherebbe di stabilirsi in quella direzione.

Constatata così la superiorità del monte Bianco

per la brevità del percorso su tutte le altre linee nella direzione sopra indicata, esaminiamo ancora quali siano le distanze reali e virtuali per il Sempione e per il monte Bianco, tra le nostre città di Genova, Milano e Piacenza, e Ginevra ed anche Bussigny presso Losanna, ove convergono le linee del Jura e le principali ferrovie svizzere. Esaminando il nostro profilo ed osservando che tra Ginevra ed Étrembières, stazione più vicina alla prima città, la distanza è di 8 chilometri, e che quella da Ginevra a Bussigny è di 53 chilometri, si avranno le distanze segnate nel quadro seguente:

INDICAZIONE DELLE LINEE	SEMPIONE		MONTE BIANCO		
	Distanze		Distanze		
	Reali	Virtuali	Reali	Virtuali	
GINEVRA	Milano	371	467	320	399
	Genova	477	573	381	469
	Piacenza	440	536	353	432
BUSSIGNY	Milano	318	414	373	452
	Piacenza	387	483	406	485
	Genova	424	520	434	513

Dal quale risulta che per Ginevra sarebbe molto più utile la linea del monte Bianco che quella del Sempione, e che per Losanna, la Svizzera Centrale e le regioni del Jura e del Doubs, ove i fautori del Sempione hanno i loro più caldi aderenti, l'unico vantaggio che per esse presenterebbe il Sempione sarebbe nella direzione di Milano, mentre che riguardo al commercio orientale che deve convergere a Brindisi, le due linee hanno un percorso che si può dire uguale, e nella direzione di Genova il vantaggio sarebbe assicurato al monte Bianco.

Qualora poi si costruisse la diramazione Chamouny-Saint-Maurice per Vallorsine proposta dall'ingegnere Stamm, la distanza tra Bussigny e Milano pel monte Bianco sarebbe ridotta in modo da eliminare anche da questo lato ogni vantaggio a favore del Sempione.

Il fin qui esposto rispetto alla linea del monte Bianco riguarda essenzialmente le distanze.

Veniamo ora alle altre condizioni del progetto.

Per ciò che concerne le pendenze, il progetto primitivo Lepinay fissava nel tronco Ginevra-Chamouny il massimo delle pendenze al 15 % con una variante al 12,50. L'ingegnere Bonelli riduceva questo limite al 12 %. Nel progetto di dettaglio però, eseguito dal cav. De-Quartery, ingegnere capo di Anancy, vennero ammesse pendenze del 20 ed anche del 25 per mille, perché questo tronco, nella legge Freycinet, era stata considerata come di puro interesse locale.

Ora però, ventilatasi nuovamente la questione del traforo del monte Bianco, dopo molte discussioni il Governo francese ha ordinato nuovi studi di dettaglio tra Étrembières, presso Ginevra e Chamounix, dando per istruzione agli Ingegneri che non si superi la pendenza del 12,50 %, locchè, se necessiterà per la costruzione un aumento di spesa, non può cagionare gravi difficoltà stando ai dati forniti dal Lepinay.

Tra lo sbocco sud ed Aosta il limite delle pendenze era stato fissato al 15 % dal Lepinay ed al 13,50 dal Bonelli. Io nutro ferma fiducia che, meglio studiandosi il terreno, si potrà anche dal nostro versante ridurre questo limite al 12,50, senza ricorrere a sviluppi artificiali con gallerie elicoidali o con punti di regresso, giacché la valle d'Aosta tra quest'ultima città e Courmayeur non presenta assolutamente quei dislivelli che i partigiani del Sempione hanno accennati.

L'asserire però come hanno fatto taluni, basandosi sopra tracciati ipotetici, che nulla vi è di più facile con piccole gallerie di 100^m di lunghezza, di ridurre la pendenza nei desiderati limiti, lungi dall'accrescere la fiducia del pubblico nella riuscita dell'opera, genera invece dubbi e diffidenze. Ecco perché ho sempre insistito perché il Comitato promotore pel traforo del monte Bianco faccia istanze presso il Governo, perché siano tosto intrapresi studi seri e dettagliati onde si sappia il più presto possibile quale sia il limite che in questo tratto si debba fissare alle livellette senza andare incontro a gravi difficoltà (1).

Indipendentemente dalla questione delle pendenze, il traforo del monte Bianco deve esaminarsi, come l'abbiamo fatto pel Sempione, sotto l'aspetto geologico, come altresì avuto riguardo alle spese di costruzione ed alla facilità di mantenere nella grande galleria la voluta ventilazione.

Dai dati forniti dai distinti geologi Favre e Baretto risulta che nella massa del monte Bianco seguendo press'a poco il tracciato di Stamm tra Pré e Chamounix, si avrebbero, a partire dal versante sud, 2300^m di schisti argillosi e calcari, da 100 a 150^m di gneiss cristallino, circa 6000^m di protogino ossia granito talcoso ed infine 4000^m e più di gneiss, schisti anfibolici, schisti micacei e calcarei cristallini. Adottando, invece del tracciato Stamm, quello del Lepinay

(1) Alcuni mesi dopo la mia conferenza venni a sapere in modo ufficiale che grazie alle istanze del deputato d'Aosta, signor barone De Rolland e del marchese Compans di Brichanteau, deputato di Verrès, il Ministero dei lavori pubblici ha incaricato l'ingegnere cav. Balladore, direttore della ferrovia Ivrea-Aosta, di compilare un progetto di massima del tronco Aosta-Courmayeur. Facendo però assegnamento sulla nota diligenza del detto Ingegnere, speriamo di essere presto in possesso di questi studi, che ci saranno di grande giovamento per l'ulteriore risoluzione del problema che ci sta dinanzi.

e Bonelli, secondo i quali lo sbocco del nord della grande galleria si farebbe presso il villaggio di Taconnay anziché a Chamounix, onde aver una galleria più breve, la suddetta classificazione dei terreni dovrà notevolmente variare negli accessi, potendosi però ritenere che, per ciò che riguarda l'ossatura interna del monte Bianco, non si incontrerà differenza sensibile (1).

Facendo il parallelo fra le due gallerie del monte Bianco e del Sempione si vede che, sotto l'aspetto geologico, esse si trovano in condizioni press'a poco uguali, con questo divario però che nella prima la ossatura interna del monte è formata da granito talcoso, mentre nella seconda essa è di gneiss, che è una specie di granito stratificato.

Riguardo alle valli d'accesso al monte Bianco, chi ha percorso la località ha potuto convincersi della facilità che presenta il terreno per lo stabilimento di una ferrovia. Nella valle dell'Arve tra Ginevra e Bonneville la pendenza della valle è minima ed il terreno non presenta difficoltà di sorta. Tra Bonneville e Chamounix il terreno è più accidentato, ma il Lepinay ha studiato su questo tronco due tracciati, l'uno del 15, l'altro del 12,50 per mille, per mezzo dei quali si può arrivare, senza grandi difficoltà, alla quota 1003^m presso il villaggio di Taconnaz, a tre chilometri in a valle di Chamounix, ove verrebbe fissato lo sbocco nord della galleria. L'Ingegnere Capo di Anney, per incarico del Governo, ha presentato per questo tronco un progetto di dettaglio, in cui le pendenze raggiungono il 25 per mille e che sarebbe, a parer suo, il più economico, ed ora lo stesso Ingegnere sta studiando alcune varianti che gli permetteranno di abbassare il limite delle livellette al 15 e forse al 12,50 per mille.

Nella valle della Dora tra Ivrea ed Aosta la pendenza media del fiume non è che di 0,0055, cosicché sia nel progetto di massima da me studiato fin dal 1865, che in quello definitivo che è ora in corso di studio per parte della Direzione Tecnica Governativa a cui sta a capo l'ingegnere capo cav. Balladore, si è ammesso il 12 per mille come limite massimo di pendenza.

Tra Aosta e l'imbocco sud della grande galleria l'ingegnere Lepinay con una livelletta del 15 per mille

(1) Secondo studi recenti del professore Baretto, la classificazione dei terreni sulla grande galleria del monte Bianco seguendo la linea dell'ingegnere Lepinay, sarebbe la seguente: a partire dell'imbocco sud 2500 m. di schisti argillosi frammentati a zone potenti di calcari; 40 m. di gneiss o protogino schistoso; dai 6 ai 7 chilometri di protogino, quindi circa 4000 metri di rocce schistose cristalline nelle quali domina il gneiss, alternate da strati di serpentino, di rocce anfiboliche, di schisti talcosi e di calcari cristallini ed infine presso allo sbocco nord un centinaio di metri di gesso e di calcari.

arrivava al detto imbocco colla quota 1010^m di altitudine. L'ingegnere Bonelli nel suo progetto ha in questo tronco adottato la livelletta massima del 13,50 per mille, ed io nutro fiducia che con studi più dettagliati si potrà ancora abbassare questo limite.

Sotto l'aspetto geologico la valle della Dora non può presentare, a mio avviso, serie difficoltà. Certamente in tutte le vallate alpine vi sono dei terreni solidissimi e si trovano falde moreniche ed altri terreni che presentano poca coesione. Negli studi di massima gli Ingegneri si preoccupano anzitutto delle quote e degli sviluppi dell'asse stradale e solo in studi definitivi e più dettagliati si possono studiare le condizioni del terreno ed a seconda di esse fissare il tracciato che meglio corrisponda alle esigenze della scienza e dell'arte. Spesse fiate una falda che superficialmente presenta terreni franosi, a qualche profondità invece è costituita di rocce solidissime, cosicché internando l'asse stradale, o passando alternativamente dall'una all'altra sponda, si possono, nella maggior parte dei casi, evitare le difficoltà. Affatto prematura pertanto parmi la discussione intavolata a questo riguardo tra i fautori del monte Bianco e quelli del Sempione.

Dalle perizie pubblicate dagli Ingegneri della Compagnia del Sempione, la spesa necessaria per la costruzione della loro linea sarebbe quella indicata nel quadro seguente:

1° Per la grande galleria tra Brigues e Isella di 18,507 ^m di lunghezza a lire 4086. per metro lineare . . . L.	75,600,000
2° Per le gallerie d'accesso . . . »	2,000,000
3° Pel tronco Isella-Domodossola »	16,000,000

Alle quali si deve aggiungere:

4° Per doppio binario ed altri lavori di consolidamento sul tronco Sierre-Bouveret-Brieg »	11,000,000
5° Tronco tra Brieg e l'entrata nord della galleria »	5,200,000

Totale L. 110,000,000

Interessi durante la costruzione circa 10 % in »	11,000,000
--	------------

Totale L. 121,000,000

e nel caso che si scelga la direzione su Arona vi sarà da aggiungere pel tronco Gravellona-Arona, lungo 29 chilometri »	17,000,000
---	------------

Cosicché in totale la spesa pel Sempione si può ritenere di L. 138,000,000

Per il monte Bianco adottando lo stesso prezzo di L. 4086 per metro lineare per la grande galleria di 13,640^m avremo:

1° Per questa, una spesa di . L.	55,700,000
2° Per le gallerie d'accesso . . . »	10,000,000
3° Pel tronco da Aosta all'imbocco sud di chilometri 32,000, a L. 400,000 »	12,800,000

(Qualora poi si volesse ridurre la pendenza al 12,50 %, come vorrebbe il Lepinay, ne verrebbe aumentata la spesa per alcuni manufatti ed il prezzo chilometrico salirebbe probabilmente a L. 500 mila).

4° Pel tronco Ivrea-Santheta di 26 chilometri, a »	4,000,000
5° Interessi durante la costruzione 1/10 in »	8,156,000
e così in totale L. 90,000,000	

Per ciò che riguarda adunque la spesa di costruzione la linea del monte Bianco presenta un notevole vantaggio, giacché l'economia che ne risulterebbe sarebbe di 30 milioni almeno.

Veniamo ora ad un confronto tra il Sempione ed il monte Bianco per ciò che riguarda le difficoltà inerenti al traforo, sotto l'aspetto della ventilazione, nell'interno della grande galleria durante i lavori. Voi tutti avrete letto sui giornali i gravi inconvenienti che si ebbero al Gottardo in causa della elevata temperatura che si aveva sui cantieri e della insufficiente ventilazione. Le malattie ivi sviluppatasi tra gli operai e che tutti sono d'accordo nell'ascrivere a questi ultimi inconvenienti, hanno fatto sì che tra i più valenti ingegneri è nata la convinzione che egli è affatto impossibile di riuscire nello scavo a foro cieco di una galleria che superi in lunghezza quella del Gottardo, a meno che sieno di parecchio perfezionati i mezzi di ventilazione che allo stato attuale della scienza si hanno -a disposizione.

Alcuni giornali fautori del Sempione si sono prevalsi di questa circostanza per asserire che nel traforo del monte Bianco la temperatura nell'interno della galleria sarebbe eccessiva per la grande massa ed altezza del terreno sovrapposto. Ora, dai calcoli fatti da valenti geologi, risulterebbe invece che sul traforo del monte Bianco il massimo della temperatura non potrà superare i 33 gradi centigradi.

Alle asserzioni dei fautori del Sempione sono anche da contrapporsi le esperienze fatte dal signor Stapff, ingegnere geologo del Gottardo e recentemente pubblicate (1). Il celebre geologo da esse ne trae come

(1) Studien über die Wärmevertheilung im Gothard. Berne, 1877, e Revue Universelle des Mines, 1880.

conseguenza la impossibilità di eseguire il lungo tunnel del Sempione di 18 chilometri di lunghezza, giacché la temperatura di 47 gradi centigradi che è giocoforza l'aspettare in quel traforo, se sarebbe sopportabile in un ambiente asciutto, non potrebbe esserlo assolutamente in un'aria satura d'umidità ed in un ambiente viziato da emanazioni di ogni genere quale si avrebbe nell'interno della galleria.

Anche l'ingegnere ginevrino De Beaumont, dalle esperienze fatte al Gottardo ne deduce che la temperatura aumenta rapidamente sotto le parti poco inclinate del profilo della montagna e più lentamente sotto le parti scoscese. In altri termini, l'altezza della montagna, relativamente alla larghezza della base, pare dover esercitare sulla temperatura all'interno delle gallerie una influenza inversa di quella che si potrebbe a primo aspetto supporre, di modo che a base uguale la temperatura ascenderebbe meno rapidamente e non giungerebbe ad un grado così elevato nella galleria sotto la montagna la più alta che in quella che si vorrebbe praticare sotto quella più bassa.

Se a ciò si aggiunge che la galleria a foro cieco sul monte Bianco non misurerebbe che 13 chilometri e 1/2 di lunghezza e che ivi, per la maggior altitudine, riescirebbe assai più facile di mantenervi una continua corrente d'aria fredda, si deve concludere coll'ingegnere De Beaumont, che, per ciò che riguarda la temperatura, il traforo del monte Bianco dovrebbe eseguirsi in condizioni molto migliori che quella del Sempione.

Da quanto ho avuto l'onore di esporvi fin qui sembrerebbe pertanto che da qualunque lato la si consideri la questione di un nuovo valico attraverso le Alpi, un notevole e certo vantaggio rimarrebbe acquisito al monte Bianco su tutte le linee già costituite, in costruzione o semplicemente progettate. Di questa verità comincia ad essere persuasa la maggioranza degli uomini di Stato in Francia, talché la questione sarebbe già oggi risolta, se possenti interessi non fossero legati al successo della linea del Sempione, ed al rialzo delle azioni della Compagnia Ceresole e se inoltre la città di Marsiglia, gelosa del vedere aprirsi nuovi sbocchi al commercio di Genova, non osteggiasse amendue i progetti del monte Bianco e del Sempione.

A Genova, infatti, sarà d'immenso vantaggio l'apertura del Gottardo che apre al suo commercio le porte della Germania. Sulla linea del Gottardo verrà pure per alcuni anni a concentrarsi il traffico tra l'Inghilterra e l'Oriente che oggi ha luogo attraverso il Cenisio, giacché, come avete visto dalle tabelle delle distanze, il percorso tra Calais e Piacenza è assai minore pel Gottardo che pel Cenisio, ma io ritengo che precisamente, onde evitare che il Gottardo attiri nella sua orbita una gran parte del traffico del nord

della Francia, della Svizzera, del Belgio e dell'Inghilterra, vi ha urgenza per la Francia a che sia al più presto intrapresa la costruzione di un nuovo valico intermedio che presenti al commercio mondiale maggiori vantaggi del Gottardo per la rapidità dei trasporti e la modicità delle tariffe. La fortuna commerciale della Francia, nella quale Marsiglia ha sì larga parte, è adunque impegnata nella soluzione di questo grande problema, e sono perciò persuaso che tra non molto anche Marsiglia potrà annoverarsi tra le numerose città favorevoli al monte Bianco, giacché se Genova trarrà profitto dall'apertura di questo valico, Marsiglia ne verrà pure indirettamente vantaggiata.

Fra noi, abitanti delle antiche provincie, non vi è chi non veda che il Cenisio dando ora già il massimo prodotto lordo di cui esso è suscettibile, cioè 40 mila lire circa per chilometro, l'aumento di traffico che si verifica ogni giorno in quella direzione si riverserà intero sulla linea del Gottardo, epperò lontano dalla nostra zona commerciale, qualora non si costruisse una linea internazionale intermedia tra i due valichi suddetti.

Ora egli è evidente che col Sempione, che non sarebbe se non una succursale del Gottardo, la questione non sarebbe spostata, mentrè effettuandosi il traforo del monte Bianco, lo sbocco di questa grande arteria commerciale si avrebbe nelle nostre provincie e vicino a Torino. Recò adunque gran meraviglia che tra i fautori di questa ultima linea vi sia stato chi in un recente scritto abbia presentato la costruzione del traforo del monte Bianco come un sacrificio al quale è giocoforza che Torino si sottometta e che sotto l'impressione di queste idee si sia formato in questa stessa città un partito avverso al monte Bianco, dal quale si va asserendo che la linea del monte Bianco avrà essenzialmente per effetto di trasportare da Torino su Ivrea e Chivasso il traffico che ora si fa per il Cenisio. Pare a me che basti un semplice sguardo gettato sulla Carta n. II, per convincersi che la linea del monte Bianco non può essere rivale del Cenisio e che essa è destinata a servire una zona commerciale affatto distinta il di cui contatto con quella del Cenisio non avrà altro risultato se non quello di ricevere l'esuberanza del traffico destinato a quest'ultima linea. Il Sempione servirebbe al di là delle Alpi press'a poco la stessa zona, ma colla differenza essenziale però che le mercanzie tutte alle quali sarebbe vietato il transito del Cenisio in causa delle ripide pendenze e del maggior prezzo del trasporto, invece di essere attirare nelle nostre provincie, piglierebbero direttamente la direzione di Milano, di Piacenza che sarebbero sole a godere dell'abbassamento di prezzo che si avrebbe sul litantrace di St-Étienne e su altri prodotti così necessari alle nostre industrie.

Alla fin fine queste verità, ne sono persuaso, verranno a galla, ed io nutro ferma fiducia che ben tosto la superiorità del monte Bianco sarà universalmente riconosciuta malgrado che, almeno per ciò che riguarda i nostri versanti, la lotta siasi impegnata in condizioni poco favorevoli e si avesse di fronte un nemico già da lungo tempo agguerrito.

Tutti noi ricordiamo che, or son pochi anni, la costruzione della ferrovia Ivrea-Aosta era da molti considerata come una chimera e che i principali fautori di essa tra i quali deve essere annoverato l'umile esponente, erano riputati quali utopisti. Ora però, grazie allo zelo indefesso ed alla costante perseveranza del Comitato Promotore Aostano, tale costruzione è assicurata, e tra cinque o sei anni al più il fischio della locomotiva si farà sentire in quella valle.

Che il Comitato pel traforo del monte Bianco segua le orme di quello della ferrovia Aostana; che esso si ritempri coll'introdurre nel suo seno nuovi elementi; che esso non si smarrisca d'animo per le difficoltà che al certo incontrerà lungo la via; che egli abbia per divisa *volere è potere*; che questo volere sia forte e costante ed il successo, ne son persuaso, coronerà l'opera sua (1).

Dalla debole esposizione che ho avuto l'onore di fare ed ancor più dalla conoscenza che avete della località, nutro fiducia che tutti voi, onorevoli Colleghi, siate fin d'ora convinti della superiorità della linea del monte Bianco su qualunque altra pel commercio internazionale e dei peculiari vantaggi che essa assicurerebbe alle nostre provincie, e spero adunque che tutti voi con me vi adopererete a tutta possa perché ben tosto la valle d'Aosta, che per la sua posizione è sempre stata una delle grandi vie delle invasioni antiche e moderne, dia fra pochi anni passaggio al traffico mondiale che deve assicurare la floridezza commerciale del nostro Paese.

(1) Da recenti corrispondenze venuteci da Parigi apprendiamo che il signor Leone Renault, deputato del centro sinistro, ha presentato alla Camera, chiedendo che fosse dichiarato d'urgenza un progetto di legge per assicurare un sussidio di 50 milioni di lire in favore del traforo del Sempione. Dietro proposta del Ministro dei Lavori pubblici l'urgenza venne respinta ed il progetto fu rinviato alla Commissione parlamentare d'iniziativa, la quale, prendendo in considerazione amendue i progetti del Sempione e del monte Bianco, ne demandò lo studio ad una speciale Commissione. Quest'ultima, dopo una viva discussione, nominò per relatore uno tra i Deputati firmatarii della proposizione in favore del monte Bianco, il deputato Loubat, il quale nel suo rapporto conchiuse perché ambedue le proposte, quella del Renault pel Sempione e quella del Dupont in favore del monte Bianco, fossero prese in considerazione, e perché l'esame della questione fosse affidato ad apposita Commissione Tecnica, la quale, d'accordo col Governo, proporrà alla Camera una risoluzione.

RISULTATI DI ESPERIENZE

SULLE

RESISTENZE DEI MATERIALI

dal Professore GIOVANNI CURIONI

comunicati nell'Adunanza 19 aprile 1880

La nostra Scuola d'applicazione degli Ingegneri, per generosità della Provincia di Torino, possiede da poco tempo una potente macchina per sperimentare le resistenze dei materiali da costruzione, stata progettata dal sottoscritto e stata eseguita dai meccanici fratelli Colla.

Questa macchina è destinata a fare esperienze sulle resistenze alla trazione longitudinale, agli scorrimenti trasversale, longitudinale e laterale, alla trazione interna, alla pressione, alla perforazione, alla flessione ed alla torsione. Serve per le ricerche sull'elasticità dei corpi, permettendo di determinare le deformazioni che in essi si verificano sotto l'azione di forze inferiori a quelle capaci di produrre lo snervamento e di precisare gli sforzi limiti atti a conseguire quest'ultimo fenomeno; conduce a trovare i coefficienti di elasticità ed i coefficienti di rottura indispensabili nei calcoli di resistenza e di stabilità delle costruzioni.

La macchina in discorso ha alcuni vantaggi su quelle analoghe finora conosciute, e tali sono: quello di aversi in un solo apparecchio i mezzi per sperimentare tutte le esistenze dei materiali da costruzione; quello della novità delle disposizioni state adottate per provocare le resistenze agli scorrimenti ed alla torsione; quello della grande sua potenza, per cui serve ad istituire esperimenti su corpi di grandi dimensioni ed a porli per conseguenza in condizioni identiche o prossime a quelle cui saranno per trovarsi nelle costruzioni.

Essendo di grande importanza per gli ingegneri pratici di conoscere il grado di resistenza dei materiali che devono o vogliono impiegare nei loro lavori, si crede conveniente ed utile di rendere di pubblica ragione, col mezzo degli atti di questa Società, i risultati delle esperienze che saranno istituite colla accennata macchina, e questo s'incomincia dal fare fin d'ora col pubblicare i coefficienti o resistenze alla rottura per trazione e per pressione dei cementi e delle calci di Casale, ed il coefficiente di rottura per pressione della pudinga di Ventimiglia della quale si vorrebbe far uso nella costruzione della nuova stazione ferroviaria di questa città. Alle citate resistenze si aggiungeranno ancora quelle di alcuni tenditori in ferro per veicoli di ferrovia.

Resistenza alla rottura per trazione dei cementi di Casale.

N° d'ordine dei saggi	INDICAZIONE DEI SAGGI	Superficie resistenti Ω	Carichi di rottura T'	Coefficienti di rottura $R' = T' : \Omega$ per centimetro quadrato	Coefficienti medii di rottura R'_m per centimetro quadrato
1	Doppi T di cemento puro, colla minima sezione resistente di 4 ^{cm} per 4 ^{cm} , stati immersi nell'acqua per 20 giorni, dopo 1 giorno dalla loro composizione.	16 ^{cmq}	437 ^{eg}	27 ^{eg} ,31	27 ^{eg} ,70
2		16	420	26, 25	
3		16	469	29, 31	
4		16	409	25, 56	
5		16	480	30, 00	
6		16	444	27, 75	
1	Doppi T fatti con un impasto in parti eguali di cemento e di sabbia, colla minima sezione resistente di 4 ^{cm} per 4 ^{cm} , stati immersi nell'acqua per 20 giorni, dopo 2 giorni dalla loro composizione.	16 ^{cmq}	480 ^{eg}	30 ^{eg} ,00	27 ^{eg} ,58
2		16	420	26, 25	
3		16	410	25, 62	
4		16	459	28, 69	
5		16	439	27, 44	
6		16	440	27, 50	

Resistenza alla rottura per pressione delle calci e dei cementi di Casale.

N° d'ordine dei saggi	INDICAZIONE DEI SAGGI	Superficie resistenti Ω	Carichi di rottura T''	Coefficienti di rottura $R'' = T'' : \Omega$ per centimetro quadrato	Coefficienti medii di rottura R''_m per centimetro quadrato
1	Cubi di calce pura col lato di 4 ^{cm} , stati immersi nell'acqua per 20 giorni, dopo 21 giorni dalla loro composizione.	16 ^{cmq}	400 ^{eg}	25 ^{eg} ,00	30 ^{eg} ,49
2		16	422	26, 37	
3		16	495	30, 94	
4		16	500	31, 25	
5		16	527	32, 94	
6		16	583	36, 44	
1	Cubi fatti con un impasto di una parte di calce macinata e di due parti di sabbia, al lato di 4 ^{cm} , stati immersi nell'acqua per 20 giorni, dopo 3 giorni dalla loro composizione.	16 ^{cmq}	697 ^{eg}	43 ^{eg} ,56	46 ^{eg} ,64
2		16	707	44, 19	
3		16	687	42, 94	
4		16	800	50, 00	
5		16	877	54, 81	
6		16	710	44, 37	
1	Cubi di cemento puro col lato di 4 ^{cm} , stati immersi nell'acqua per 20 giorni, dopo 1 giorno dalla loro composizione.	16 ^{cmq}	5800 ^{eg}	362 ^{eg} ,50	330 ^{eg} ,83
2		16	5080	317, 50	
3		16	6800	425, 00	
4		16	4000	250, 00	
5		16	5480	342, 50	
6		16	4600	287, 50	
1	Cubi di cemento fatti con un impasto in parti eguali di cemento e di sabbia, col lato di 4 ^{cm} , stati immersi nell'acqua per 20 giorni, dopo 2 giorni dalla loro composizione.	16 ^{cmq}	3840 ^{eg}	240 ^{eg} ,00	262 ^{eg} ,08
2		16	4680	292, 50	
3		16	3720	232, 50	
4		16	4320	270, 00	
5		16	4200	262, 50	
6		16	4400	275, 00	

Si fa notare che i saggi indicati nelle precedenti tabelle furono sperimentati dopo 40 giorni dalla loro estrazione dall'acqua.

Resistenza alla rottura per pressione della pudinga di Ventimiglia.

N° d'ordine dei saggi	INDICAZIONE DEI SAGGI	Superficie resistenti Ω	Carichi di rottura T''	Coefficienti di rottura $R'' = T'' : \Omega$ per centimetro quadrato	Coefficiente medio di rottura R''_m per centimetro quadrato
1	Parallelepipedo rettangolo di 11 ^{cm.} 3 × 11 ^{cm.} 3 × 6 ^{cm.}	127 ^{cmq.} 69	26600 ^{cg.}	208 ^{cg.} 32	223 ^{cg.} 46
2	Parallelepipedo rettangolo di 11 ^{cm.} 3 × 11 ^{cm.} 3 × 6 ^{cm.}	127, 69	32800	256, 87	
3	Parallelepipedo rettangolo di 11 ^{cm.} 1 × 11 ^{cm.} 1 × 6 ^{cm.}	123, 31	25280	205, 18	

La pudinga sottoposta ad esperimento era costituita da ciottolini e da pietruzze calcari di colore nero, bigio e giallastro, unite fra di loro da un cemento

naturale; e presentava alla superficie e nell'interno delle piccole caverne che nei saggi coi nn. 1 e 3 si riconobbero maggiori di quelle del saggio col num. 2.

Resistenza dei tenditori per veicoli di ferrovia.

I tenditori di ferro stati sottoposti ad esperimento erano del tipo n. 2 colle dimensioni risultanti dall'unito disegno; e si provarono tirandoli nel senso dell'asse *E F*.

N° d'ord. dei saggi	PROVENIENZE DEI TENDITORI	Carichi di rottura
1	Tenditore della Ditta Cerimedo e C. di Milano	27320 ^{cg.}
2	Id. id. id.	30020
3	Id. id. id.	29600
4	Id. id. id.	29180
5	Id. id. id.	29900
6	Id. id. id.	32000
7	Id. id. id.	27000
8	Tenditore del signor Carrera Luigi di Torino	33040
9	Id. id. id.	28040

Si fa notare : che i due saggi coi nn. 1 e 7 si ruppero per lacerazione di un perno in *H*; che i due saggi coi n. 3 e 4 si ruppero per lacerazione di uno stesso perno nei due siti *G* ed *H*; che i due saggi coi n. 2 e 5 si ruppero per lacerazione dei due perni in *H* e *K*; che il saggio col n. 6 si ruppe per lacerazione contemporanea dei quattro perni in *G*, *H*, *I* e *K*; che il saggio col n. 8 si spezzò per strappamento dell'asse a vite, e che il saggio col n. 9 si ruppe in corrispondenza dell'occhio di unione di un anello con un perno in *L*.

Torino, 19 aprile 1880.

CURIONI GIOVANNI.

COMMÉMORAZIONE

del Socio Comm^{te}

letta dal Presidente BERRUTI

nella seduta 25 marzo 1881

ONOREVOLI COLLEGHI,

Il desiderio e la speranza, che avevamo, di poter salutare in questa adunanza il nostro nuovo vicepresidente commend. Giulio Axerio, eletto con voti unanimi nell'adunanza precedente, furono crudelmente delusi.

Un morbo inesorabile contratto a Roma, dove erasi recato in dicembre per prender parte ai lavori

del Consiglio superiore dell'industria e del commercio, lo toglieva in pochi giorni ai parenti ed amici, che lo adoravano, al paese che tanti servigi ha ricevuti ed altri non minori si riprometteva dalla sua incessante operosità.

Chiamato da pochi mesi a Torino alla direzione del Museo Industriale e della Scuola di applicazione per gli ingegneri, fu accolto da questa Società con gioia e colla speranza che egli avrebbe contribuito ad accrescerne l'importanza ed il decoro. Una morte immatura troncò improvvisamente queste speranze e non ci lasciò altro conforto che quello di ricordarne le virtù e le opere.

Giulio Axerio nacque nel 1830 in Rima San Giuseppe, alle falde del Monte Rosa, da una di quelle famiglie alpine energiche ed intraprendenti che anche in tempi meno propizi si recavano all'estero a smentire col fatto la taccia di oziosi che pesava