



№ .....

Schrank .....

Fach .....

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



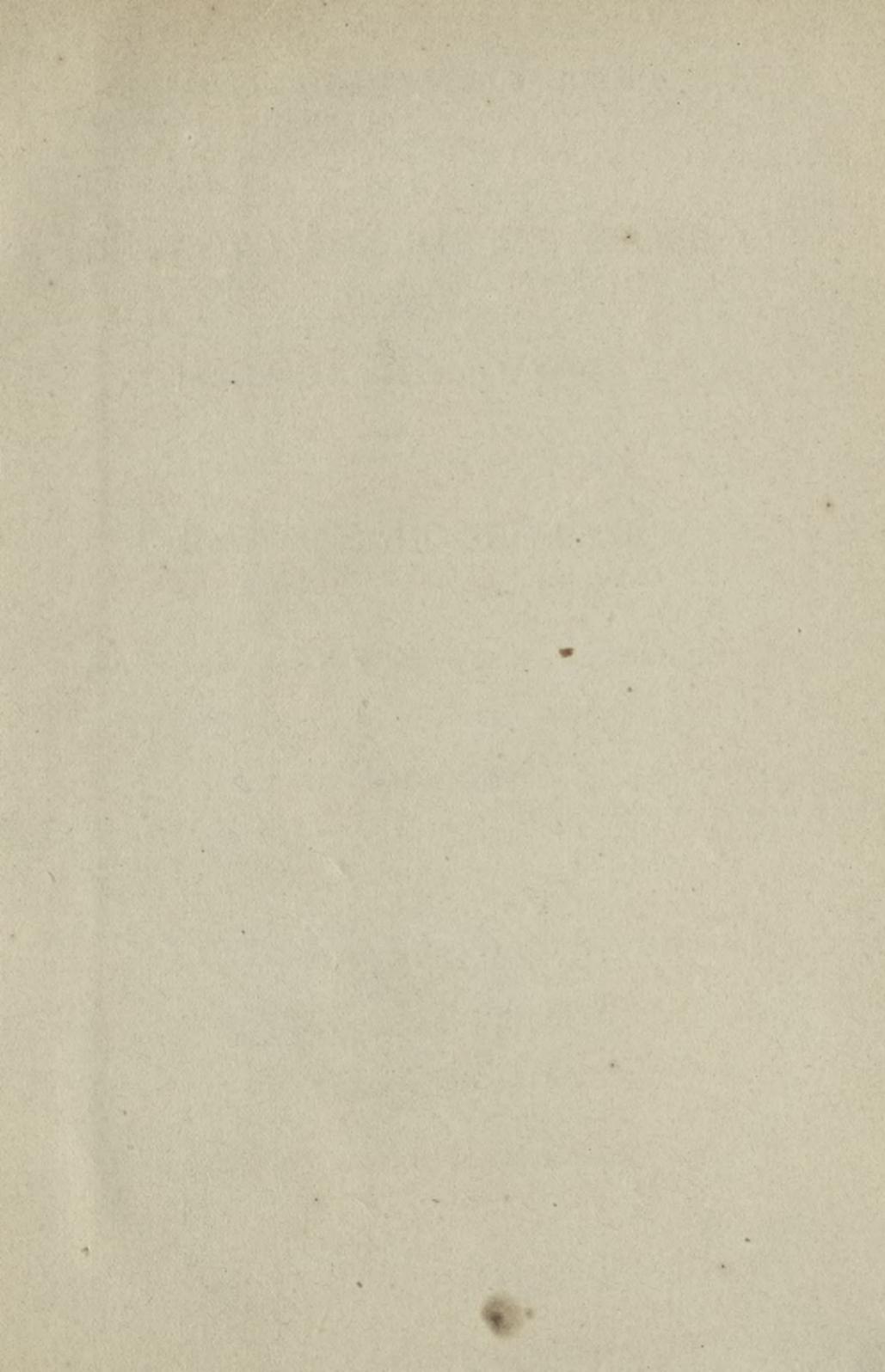
100000298423

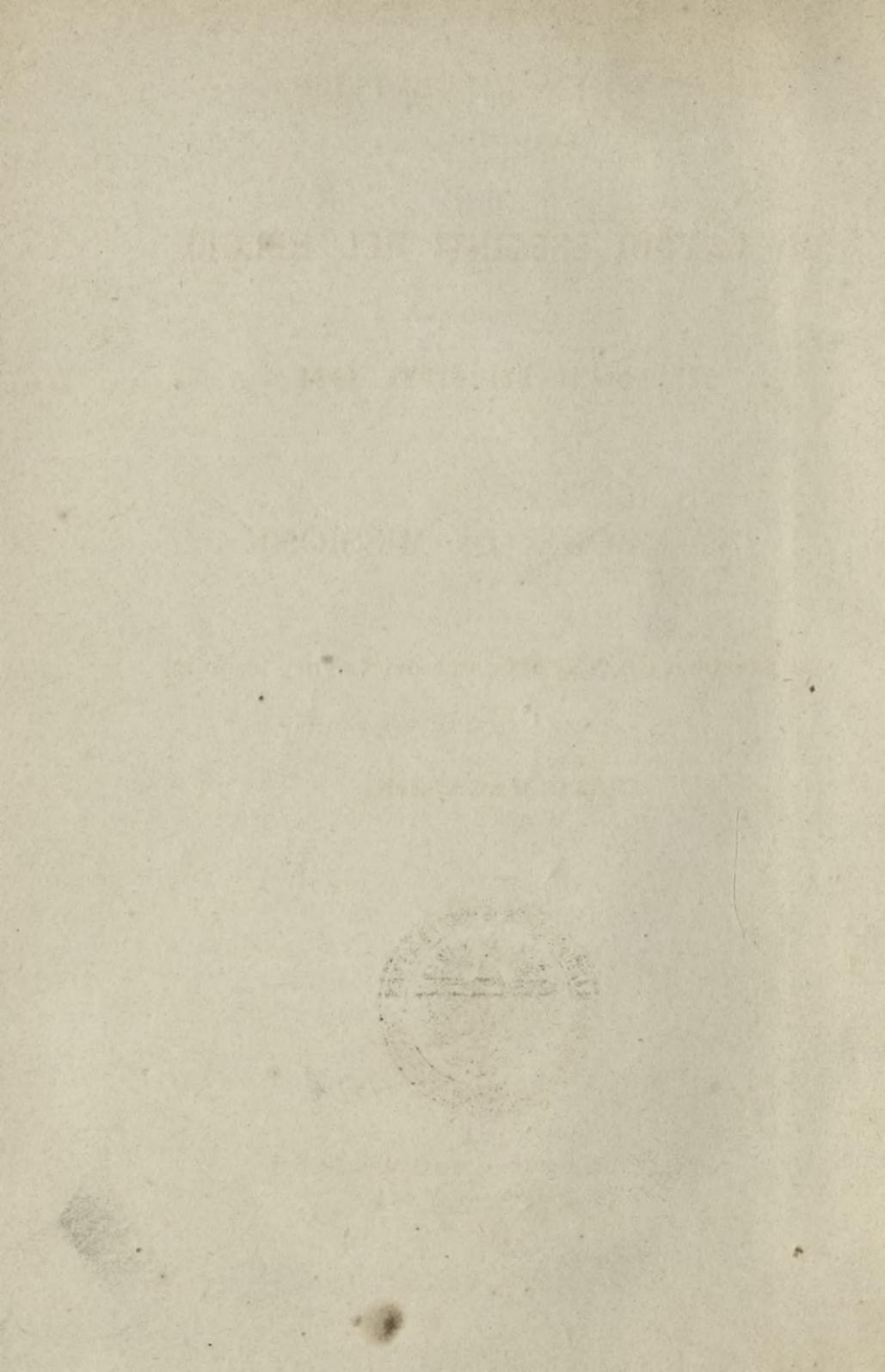












19  
MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI

---

## SUI LAVORI ESEGUITI NEL BELGIO

---

PEL MIGLIORAMENTO

---

DEL REGIME DEL FIUME MOSA

---

## RELAZIONE DI MISSIONE

---

A

Sua Eccellenza il Sig. Ministro dei Lavori Pubblici

DELL'INGEGNERE ALLIEVO DEL GENIO CIVILE

ITALO MAGANZINI

---



ROMA 19/50.

TIP. E LIT. DEL GIORNALE DEL GENIO CIVILE

Piazza Margana N. 21.

1877.

Estratto dal *Giornale del Genio Civile* — anno 1877.



II 31659

Akc. Nr. 2882/50

I. — *Bacino della Mosa e condizioni  
nelle quali si trovava il fiume innanzi il 1862*

Le acque fluviali del Belgio si ripartiscono in due grandi bacini idrografici, di cui la Mosa e la Schelda sono rispettivamente le due grandi arterie, ed eccezione fatta dell'Yser, che si getta direttamente nel mare del Nord, tutti gli altri corsi d'acqua sono tributarii di questi due fiumi.

La Mosa, il cui bacino nel Belgio ha una estensione di 1.276.000 ettari, riceve tutte le acque correnti della parte orientale di questo paese, la quale dalla cresta delle Ardenne va abbassandosi a N-O verso l'Olanda. Essa prende origine in Francia nei Vosgi a m. 347 d'altitudine sul livello del mare, e seguendo la pendenza di questa regione montagnosa, abbandona presto i terreni granitici o primitivi per proseguire il suo corso verso il Nord, sopra formazioni calcari lambendo le colline che separano la Lorena dalla Sciampagna. Ma giunta a Mézières, avvece di piegare verso il bacino di Parigi, attraverso terreni secondarii di facile erosione (cretacei sabbiosi ed argillosi) i quali hanno l'altitudine di soli metri 300, essa penetra nelle rocce coerenti (*quarziti*) delle Ardenne, la cui elevazione sul mare è di m. 500, ciò che indubbiamente va attribuito, come a ragione osserva D'Omalius d'Halloy (1), a fenditure che favorirono questa deviazione del fiume verso i Paesi Bassi (2).

(1) *Abregé de Géologie ecc.*

(2) .... " on peut constater dans les environs de Dinant l'existence de " cette fracture près de Waulsort ". (E. Dupont V. *Patria Belgica Encyclopédie nationale etc. Première partie — Belgique physique — Bruxelles 1873*).

La Mosa, a simiglianza di tutti gli altri corsi fluviali del Belgio, ha le sue origini in montagne senza ghiacciai e perciò tutte le nevi che l'alimentano fondono in primavera. Ma rimanendo tuttavia essi forniti d'acqua perennemente in ogni epoca dell'anno ne deriva di conseguenza il supporre, come infatti avviene, ch'essi sieno alimentati da serbatoi sotterranei, dai quali l'acqua immagazzinata vada grado a grado rifornendoli, filtrando attraverso alle ghiaie (*gravier*) che costituiscono unicamente il fondo del loro bacino idrografico.

Lungo l'anno la Mosa va soggetta a grandi mutamenti, nè si potrebbe rigorosamente determinare le leggi che li governano. Però, da numerose osservazioni fatte durante otto anni consecutivi, l'ingegnere in capo belga Guillery (1) poté dedurre che le acque di questo fiume occupano annualmente il letto di magra (*étiage*) durante 184 giorni, quello medio (*eaux moyennes*) durante 150 giorni e che non esondano e non si spagliano nel letto delle alte acque (*hautes eaux et débordements*) che durante 21 giorni.

Il letto di magra, allorchè la portata del fiume è ridotta al minimo, ha nel Belgio una larghezza variabile da 25 a 140 m. e porta in tale stato da 35 a 90 m. c. a secondo. La larghezza del letto di piena ad alveo ricolmo (*à pleins bords*) senza che ne avvenga esondazione è di m. 110 in media, e la altezza del pelo d'acqua sul fondo è allora di circa m. 3,50. Il fiume può convogliare in tale stato da 500 ad 800 m. c. aumentando in volume da monte a valle. Il letto d'inondazione, che occupa tutta la larghezza della vallata, ha un'ampiezza da m. 150 ad 800 per piene che raggiungono a Liegi l'altezza di m. 6,50 sul pelo magro, e può portare in tale stato da 1000 a 3800 m. c. a secondo.

Le piene non seguono alcuna legge: talvolta molto lente, altre volte improvvise e rapide, come l'ultima del febbraio 1876.

---

(1) Détermination de l'étiage de la Meuse — (*Annales des Travaux publics de la Belgique*, Tome II — Bruxelles 1844).

che nella sola notte del 15 elevò il suo livello di m. 1,60 e quindi rapidamente raggiunse il colmo in due soli giorni. Può dirsi in generale però, che la Mosa sia soggetta ogni anno ad escrescenze jemali molto forti, ma ordinariamente di corta durata, e che le acque d'inondazione si elevino allora a Liegi da 4 a 5 m. al disopra delle magre, ossia a m. 61 e m. 62 sul livello del mare (1).

Prima del 1862 il corso del fiume, almeno per la parte compresa tra Chokier ed Herstal, era molto disordinato, e gli inconvenienti di un tale stato di cose si facevano sentire quasi giornalmente, per ciò che riguarda la navigazione, di molta importanza, servendo centri di grande attività industriale, mentre ad ogni piena un po' sensibile vasti territorii si trovavano esposti all'invasione delle acque, e la città di Liegi specialmente ne soffriva. La navigazione in discesa, pericolosa in alcuni punti, quella in ascesa a rimorchio di cavalli limitata a poche località, soggetta ad interruzioni frequenti e pur non senza pericoli, rendevano servigii assai limitati alle industrie ed ai commerci. Di più il servizio di rimorchio (*halage*) non si trovava stabilito tutto sopra una sponda: in dati punti si richiedeva che i cavalli passassero a nuoto od a guado da una riva all'altra.

Nella traversata di Liegi, dal ponte della ferrovia (*Pont du Val Benoît*) alla fonderia dei cannoni a *Coronmeuse* (2) per una lunghezza di m. 5200 circa (3), queste condizioni erano

(1) Le piene che fanno epoca, 1571, 1643, 1740, raggiunsero al Pont des Arches, nella traversata di Liegi, le quote 63,39; 63,85; 63,77 sul livello del mare (medie acque basse di Ostenda). Nel 1820, 1846, 1850, 1862, 1872 e 1876, tale quota fu rispettivamente: 62,62; 61,65; 62,00; 61,95; 61,42 e 61,54.

A pag. 435 del vol. IV degli *Annales des travaux publics de la Belgique*, si ha un confronto fra le diverse piene della Mosa, prima del 1846, col livello a cui giunsero rispettivamente le alte acque esondate, dalla frontiera francese sino a quella neerlandese. Io darò più innanzi un quadro delle altezze di piena ai diversi Idrometri, per gli anni 1846 a 1876, i cui elementi mi furono gentilmente forniti dall'Ingegnere *De-Beil* (dei *Ponts et Chaussées*) dal quale dipende il servizio della Mosa, nella provincia di Liegi.

(2) V. Pianta nella tay. I alla quale si rimanda per tutte le indicazioni topografiche.

(3) Ora, coi nuovi lavori, ridotta a m. 4931.

peggiorate, e, come si disse, la città si trovava esposta a terribili inondazioni che la invadevano su larga zona, per altezze che giunsero talvolta (come nel 1643) anche a m. 2,33 sul piano del *Quai d'Avroy* (1), uno dei più elevati.

La sezione del fiume era insufficiente al libero sfogo delle acque ed inoltre le curve sentite, le isole numerose, i rami molteplici nei quali dividevasi capricciosamente il fiume, i ponti, erano altrettanti ostacoli a questo libero sfogo: in modo speciale poi va rammentato l'antico *Pont des Arches*, a 7 arcate, le cui cinque pile erano assai oblique alla corrente (2).

Le strade della città, poste in vicinanza del fiume, offrivano livelli irregolari e disordinati, per la maggior parte soggiacenti al pelo di piena; in certe località il fiume lambiva le case stesse, molte delle quali spingevansi fin addentro nell'alveo, quasi tutte case d'un aspetto miserabile e che deturpavano le rive (3).

(1) V. *Projet d'amélioration du régime de la Meuse, depuis l'embouchure du Canal de jonction de la Meuse à l'Escaut, jusqu'à Chokier*. Rapport de MM. les Ingénieurs Kämmer et Houbotte. Bruxelles 1848 — Em. Devroyé et compagnie.

(2) Demolito nel 1863. L'Ingegnere Capo Guillery misurò a questo ponte, prima che fosse demolito, un rigurgito di m. 0,50 da mont- a valle (V. *Ann. des trav. Pub. de la Belg.* vol. IV 1846 pag. 431 e tav. XIII). Il ponte della *Boverie* era pure causa di rigurgito (m. 0,39) trovandosi allora in direzione obliqua alla corrente. Coi lavori eseguiti si è però condotto il fiume ad imboccare normalmente il ponte e tale inconveniente è sparito.

(3) E volendo prestar fede alle antiche cronache liègesi, nei primi tempi della fondazione della città, la quale rimonta al 500, le condizioni ne erano ancora più miserande. E ciò per causa della vicinanza del *Vivier* (la Mosa) al quale niun freno era opposto, mentre si era andato costruendo la nuova città nelle bassure, allagate ad ogni minima escrescenza del fiume: « ..... Adoncq, la cité estoit basse, aussy tost que l'eauve un peu croysoit, incontinent la cité en estoit pleine..... » (Jean des Prez d'Outremeuse. Cronaca inedita conservata nella Biblioteca dell'Università di Liège).

L'alveo del fiume era allora più ampio e capriccioso, spingeva i suoi bracci molto addentro nei quartieri abitati, specialmente nello spazio compreso fra l'Università e Piazza Saint Lambert, come lo attestano ancora i nomi delle strade: *Rue pont d'Avroy*, *Rue pont d'Île*, *Rue Vinave d'Île* (quartiere dell'Isola in vallone), *Rue souverain Pont* ecc. attualmente lontane dal fiume. Il quartierè d'Outremeuse, allora chiamato *Les Prés*, i prati « autant qu'ancienement ce n'estoyt que prairies..... » si può immaginare come perennemente inondato « ..... Ça et là, il existait, dans l'enceinte » de la ville et dans les environs, de petits ponts des bois, destinés à faciliter les communications, sisouvent interrompues par la crue des eaux: Ogier le Danois pensa le premier à les construire d'une manière plus solide. « Il en fit faire un de pierre, depuis l'Eglise Saint Lambert jusqu'à la porte du Vivier ».

(V. *Liège pittoresque* par M. Polain Conservateur des archives de la Province de Liège).

Ma ancora, ed a causa della natura ghiaiosa del letto sul quale siede l'intera città di Liegi, appena l'acqua si elevava al disopra delle magre, essa filtrava attraverso al fondo ed andava ad intorbidare l'acqua dei pozzi, invadeva le cantine e le fogne, non ritirandosi che molto lentamente al decrescere delle piene.

A peggiorare tali condizioni concorreva il fiume *Ourthe*, il principale affluente della Mosa (con un bacino di 345.000 ettari) il cui sbocco ha luogo per vari rami precisamente nella traversata di Liegi. Il ramo più importante dell'*Ourthe*, conosciuto sotto il nome di *Forchu-Fossé*, immetteva le sue acque nella Mosa, in BA (V. pianta, tav. I) a circa m. 320 a valle del Ponte del *Val Bénott*. Gli altri rami dell'*Ourthe* divagavano capricciosamente nei quartieri d'*Est* e d'*Outre-Meuse*, e si intralciavano e confondevano con quelli formati dalla Mosa stessa, servendo per vero, in tempi ordinarii, a dar vita a numerosi ed importanti opifici industriali.

L'*Ourthe*, come si disse, è il più poderoso affluente della Mosa, e secondo *Van der Maelen* (1) questo fiume, arricchitosi delle acque della *Vesdre*, a poca distanza da Liegi, scarica annualmente nella Mosa 1.549.000.000 m. c. d'acqua ed in piena può portare 300 e più m. c. a secondo. La sezione dell'*Ourthe* è molto variabile. A *Chénée*, dove riceve la *Vesdre*, a 2 chilometri e mezzo da Liegi, la sua larghezza è di 60 m. ed in magra porta da 15 a 20 m. c. Non essendo nè incassata, nè arginata, essa invade, spagliando, in tempo di piena, i terreni posti alle sue sponde, coprendo la vallata per un'altezza variabile da m. 0,30 a m. 0,80, elevandosi anche a più di m. 4 sul pelo magro. Pochi fiumi passano così bruscamente, come l'*Ourthe*, da uno stato all'altro. Per ventura, pare a causa della differente lunghezza e delle pendenze assai diverse dei due bacini, l'*Ourthe* anticipa sempre col suo colmo di piena su quello della *Meuse*. e comincia già a decrescere quando questa raggiunge il suo

---

(1) *Dictionnaire géographique de la province de Liège* par Ph. Van der Maelen. Bruxelles 1831.

massimo. Anche nella piena del febbraio e marzo 1876 mentre a Liegi (Idrometro d'Avroy) le acque della Mosa, miste all'Ourthe ed alla Vesdre, raggiunsero il colmo il 18 febbraio al mattino, la Mosa sola all'idrometro di Jemeppe (a monte di Liegi) non si portò a colmo che l'11 marzo, epoca in cui le acque dell'Ourthe, superata la stanca, decrescevano di già. Contemporanee o no, le escrescenze dei due fiumi erano assai disastrose. L'intero quartiere d'*Outre-Meuse*, la *Boverie*, parte di quello dell'*Est* e tutta la riva sinistra della Mosa non potevano mai dirsi sicure dal sopraggiungere impetuoso delle acque.

II. — *Progetto Kümmer e Houbotte pel miglioramento del regime della Mosa, da Chokier sino a valle di Liegi.*

I varii Governi che si succedettero nel reggimento del Belgio, la provincia di Liegi stessa, che ebbe per un tempo l'alta amministrazione del fiume Mosa da Andenne a Visé (1), si preoccuparono a varie epoche di migliorare lo stato disordinato della Mosa, specialmente nella traversata di Liegi.

Sino dal 1800 fu presentato un progetto per il ristabilimento dei muri di sponda che minacciavano rovina e pel coordinamento delle strade alzaie; nel 1812 si propose, per la prima volta forse, il *raddrizzamento della curva troppo brusca d'Avroy* (RG'S nella Pianta, tav. I), dalla Cappella del Paradiso sul *Quai Fragnée* sino al ponte della *Boverie*, mentre nel 1813 si parlò di deviare affatto il corso urbano della Mosa dalla Cappella del Paradiso, sino a valle della Fonderia dei cannoni, scavando il nuovo alveo attraverso al quartiere dell'*Est* e d'*Amercoeur*.

---

(1) Nel 1819 il servizio dei fiumi era passato alle Provincie, ma i risultati di questo frazionamento di forze e di direzione non furono certamente favorevoli a tale sistema, e nel 1840 lo Stato riprendeva così importante servizio pubblico, nel quale è tanto necessaria l'unità dell'amministrazione. Oggi questo servizio è affidato al Corpo Reale dei Ponti e Strade, ed in ogni provincia v'ha un Ingegnere specialmente incaricato, che dipende dall'Ingegnere Capo risiedente nella provincia, ma che gode di una certa autonomia ed al quale è subordinato il relativo personale subalterno. Spesso l'Ufficio di questo Ingegnere pei fiumi è, come a Liegi, affatto separato e distinto da quello dell'Ingegnere Capo.

Questi differenti progetti furono a più riprese appoggiati e presentati coll'andare degli anni: il progetto di rettificazione della svolta d'*Avroy* ebbe anche un principio di esecuzione, ma fu quindi abbandonato come gli altri.

Nel 1837 la Società dei battelli a vapore spese inutilmente 40.000 lire tentando di migliorare il corso della Mosa e rendere più facile la navigazione, collo espurgare il letto del fiume dagli interrimenti che s'erano andati formando, ma evidentemente ciò non condusse a risultato alcuno, poichè i renai si andarono man mano ricomponendo, e col toglierli non si aveva fatto che abbassare vieppiù il livello delle magre, contrariamente a quanto sperava a torto la Direzione dei battelli a vapore.

Nel 1844 una Commissione governativa propose il raddrizzamento della Mosa dal *Quai d'Avroy* sino allo sbocco del ramo inferiore dell'*Ourthe*, verso il ponte della *Boverie*, coll'erezione di muri di sponda presidiati da berme e gettate. Inoltre propose l'allargamento di questo braccio dell'*Ourthe*, e la sua più diretta comunicazione colla Mosa, per mezzo d'un canale lungo m. 30 attraverso *Outre-Meuse*. I lavori dovevano salire alla somma di L. 2.686.025,85, ma anche questo progetto non ebbe attuazione.

Per migliorare la navigazione, si tentò in seguito un sistema inverso di quanto si era consigliato fin allora, quello di creare dei *passi* o *gore* nelle quali l'acqua acquistasse per velocità quella profondità necessaria alla navigazione. Questo sistema (*passes navigables*), propugnato dal Guillery (1) ingegnere dei *Ponts et Chaussées* del Belgio, consisteva nel formare, con gettate di massi, delle dighe o roste longitudinali, la cui cresta fosse da m. 0,25 a m. 0,50 sulle *magre*, e sommergibile perciò ad alte acque. Queste dighe limitavano le *strette navigabili*, e la navigazione doveva aver luogo unicamente attraverso a questi canali artificiali, larghi al fondo m. 30 circa,

(1) Des passes navigables et de leur application à l'amélioration de la Meuse (*Ann. des trav. pub. de la Belg.* Tome III, 1845 e Tome V, 1847).

e, per così dire, praticati nel letto stesso del fiume. Ma l'esperienza, fatta in varii punti della Mosa belga, sembra aver condannato questo sistema ed oggi le *passes* ancora esistenti vanno togliendosi: o la velocità dell'acqua troppo grande, oppure il tirante non sufficiente, le rendevano spesso impraticabili e poco sicure: il letto del fiume era poi così ingombro, e la navigazione ad ogni modo era impedita anche durante le moderate escrescenze.

L'ingegnere capo Kümmer si occupò sino dal 1842 di questa importante quistione, fece anche varie proposte e nel 1845 ricevette dal Ministero dei Lavori Pubblici la missione di procedere a nuovi studii per preservare la città di Liegi dai disastri delle inondazioni, ed estendere la navigazione dalla Fonderia dei Cannoni (dove comincia il canale laterale navigabile che per Maestricht va alla Schelda) verso monte, sino ai limiti del bacino carbonifero, a Chokier. Egli si aggiunse per questi studii l'ingegnere *Houbotte*, e dal 1846 al 1848 andò presentando al Ministero un intero ed elaborato progetto che incontrò a Liegi l'unanime approvazione, e secondo il quale furono più tardi intrapresi i definitivi lavori.

L'ingegnere Kümmer non poté approvare l'idea del puro e semplice raddrizzamento della curva d'Avroy, lasciando sussistere le altre cause di rigurgito che si lamentavano nella traversata di Liegi, specialmente al *Pont des Arches*, allora esistente, della cui demolizione nessuno aveva mai parlato a causa forse della sua importanza storica e della opposizione che una tale idea avrebbe suscitato. Ma questo ponte, la cui mole era immensa, ad arcate molto strette, colle pile affatto oblique alla corrente (essendo obliquo ad archi retti), era di grandissimo ostacolo al libero scolo delle acque, specialmente se tumescenti, e riguardo alla navigazione era causa di frequenti disastri.

Il Kümmer si mostrò pure contrario al sistema delle *gore navigabili* del Guillery, dallo stabilimento delle quali non si riprometteva nè miglioramento per lo sfogo delle acque, nè tam-

poco vantaggio alcuno per la navigazione, appoggiandosi sui risultati ottenuti da quelle costruite (1).

Per salvare Liegi dai disastri delle inondazioni, l'Ingegnere Kümmer credette indispensabile il provvedere ad un maggiore sfogo delle acque nella traversata della città, e, necessitando nel medesimo tempo di rendere non solo meno difficile ma comoda e sicura la navigazione, fu condotto a proporre la creazione di *nuovi sbocchi* alle acque della Mosa, non potendo simultaneamente ed in modo conveniente, col solo sfogo presentato dalla traversata urbana ancorchè sistemata, ottenersi il miglioramento della navigazione quanto il pronto scolo delle acque *grosse* del fiume. In pari tempo propose la indispensabile sistemazione del tronco urbano, per togliere di mezzo tutte le cause di rigurgito e gli impedimenti alla navigazione ed al corso delle acque di piena (2).

A partire dallo sbocco del *Forchu-Fossé* a *Fétine* (in *B* tav. I) egli divise la Mosa in due rami, che si riunivano per non formarne che un solo a *Coronmeuse* a valle di Liegi, dinanzi alla Fonderia dei Cannoni.

Il tronco di sinistra, trasformato e sistemato convenientemente, doveva servire la maggior parte dell'anno alla navigazione, mentre il nuovo ramo creato sulla destra e chiamato *Canale di derivazione*, meglio forse *deviazione*, era destinato a provvedere in gran parte all'evacuazione delle acque sovrabbondanti della Mosa e di tutte quelle dell'Ourthe, il quale ultimo fiume avrebbe alimentato perennemente la derivazione. Durante le intumescenze prolungate, durante le piene straordinarie e i

(1) V. pag. 12 *Projet d'amélioration* ecc. cit.

(2) " ..... à mon avis, ce n'est point à des surelevations de quai qu'il faut avoir recours pour empêcher l'inondation de se déverser en ville, mais il faut se donner pour condition expresse d'empêcher l'inondation d'arriver jusqu'à la hauteur actuelle des quais. Pour atteindre ce but, il faut, à mon avis, non seulement créer à la Meuse une branche supplémentaire à l'amont des points menacés, mais faire disparaître à l'aval de la ville de Liège les obstacles qui s'opposent à l'écoulement des eaux et favoriser celui du trop-plein de l'amont... " Kümmer. V. pag. 17 *Projet* ecc.

disgeli (*débâcles*) i due rami della Mosa avrebbero dovuto funzionare unitamente per dirigere le acque a valle di Liegi, confondendosi i loro livelli a *Fétine* e *Coronmeuse*. In questo progetto Kümmer i due bracci della Mosa avrebbero dovuto altresì comunicare fra loro per una conca (*écluse à sas*) stabilita a monte del ponte della *Boverie*.

L'Ingegnere Kümmer si preoccupò della quistione se in tempo di piena le acque dei due rami, riunitesi immediatamente a valle di Liegi, avessero potuto trovare uno sfogo sufficiente per non produrre dannosi rigurgiti nell'interno della città. Egli credette di provvedere affinchè ciò non avvenisse, col rettificare il tronco del fiume, a valle della Fonderia dei Cannoni, offrendo a questa rettificazione una sezione sufficiente col mezzo di allargamenti nell'alveo, libera essendo l'espansione delle acque sulla destra, nei prati dietro il campo delle manovre, e creando un tronco sussidiario a valle di Jupille.

In quanto al miglior sfogo delle acque nell'interno della città, progettò il raddrizzamento di fronte al quartiere d'*Avroy* (dal principio della deviazione a *Fétine*, sino al ponte della *Boverie*, in modo da rendere quest'ultimo normale alla direzione del fiume), la demolizione del *Pont des Arches* e la costruzione di un ponte sospeso a due travate in luogo di quello in muratura a 7 arcate ch'egli voleva togliere. Infine il suo progetto comprendeva un allargamento di sezione dinanzi all'Università, e la sistemazione dei *quais* o meglio delle strade alzaie (*chemins de halage*) e la formazione di una stazione fluviale, costruendo un bacino (*Bassin du Commerce*) dinanzi ad *Avroy* utilizzando parte del vecchio alveo della Mosa che rimaneva abbandonato.

Il Kümmer, già dissi, aveva riservato il tronco urbano alla navigazione, e per soddisfare alle esigenze d'un tale servizio occorreva avere un tirante d'acqua possibilmente costante, di m. 2,10, con una velocità non troppo forte (1). Siccome a valle

---

(1) Nessun battello può navigare sulla Mosa e sul Canale di Maestricht, se pesca più di m. 1,90 in un punto qualunque della sua lunghezza, e ciò a tenore dei regolamenti.

di Liegi alla navigazione era provveduto col mezzo del canale laterale che parte dalla Fonderia dei Cannoni, così non rimaneva a preoccuparsi che della navigazione a monte sino a Chokier (1).

E per rendere questa navigazione facile e comoda durante la maggior parte dell'anno, propose di trasformare questa parte di fiume (da Liegi a Chokier) in tre bacini a differente livello, col mezzo di tre traverse (*barrages*) mobili destinate a tenere in collo l'acqua. A fianco d'ogni traversa doveva naturalmente trovarsi un canale laterale ed una conca o sostegno perchè fosse possibile ai battelli di passare da un bacino all'altro, scondandovi il dislivello di m. 1,80 (secondo il progetto Kümmer).

Queste traverse si dovevano comporre di due parti ben distinte: una chiusa propriamente detta, trasversale alla corrente e mobile, in modo da potersi togliere completamente in tempo di grosse acque, ed una seconda parte longitudinale, fissa, in muratura: specie di diga a stramazzo (*déversoir*) la cui cresta si doveva trovare ad un'altezza tale sul fondo da non permettere alle acque dei tre bacini di elevarsi oltre i m. 2,10, limite del tirante d'acqua richiesto. A traversa chiusa, il soprappiù d'acqua avrebbe dovuto scaricarsi lateralmente per questa diga da un bacino nell'inferiore. Si descriverà più innanzi il sistema completo proposto dal Kümmer e che venne effettivamente applicato. Di tali traverse ne progettava una alla Fonderia dei Cannoni, una dinanzi ad Avroy e l'altra a Séraing. Infine, per isolare la Mosa dal canale derivatore e perchè l'acqua del bacino di mezzo, fra Avroy e Séraing, non si smaltisse per la derivazione stessa, il progetto Kümmer contemplava una chiusa regolatrice (*barrage régulateur*) in *EF* attraverso a questo canale derivatore (2).

---

(1) Presentemente la navigazione è spinta ancor più a monte, ma allora non si richiedeva che fino al limite del bacino carbonifero di Liegi.

(2) Si vedrà però in seguito quali modificazioni furono introdotte in questa parte, provvedendosi altrimenti ed in modo assai più felice all'isolamento della Mosa dall'*Ourthe* (il tronco del *Forchu-Fossé* compreso).

Avvenendo, o meglio minacciando una piena sensibile nella Mosa, le chiuse si avrebbero dovuto aprire e il fiume da Chokier a Liegi si sarebbe potuto disporre sopra una unica e continua pendenza, e i due bracci della Mosa dinanzi a Liegi in perfetta comunicazione avrebbero provveduto insieme al libero scolo delle acque, mentre le dighe longitudinali in muratura, completamente sommerse, non avrebbero opposto ostacolo alcuno.

Nella sua relazione al Ministero, l'Ingegnere Kümmer, secondo alcuni calcoli (1), credette con sicurezza poter affermare che il fatto d'aver offerto alla traversata di Liegi uno sfogo sufficiente, e di aver tolto gli ostacoli e le cause di rigurgito, avrebbe condotto ad un sensibile abbassamento nelle acque della Mosa ai differenti punti della città, la quale non sarebbe più stata inondata all'occasione d'una piena simile a quella del 1846.

Le spese per espropriazioni, indennità e lavori, avrebbero dovuto ascendere, secondo il progetto Kümmer, a L. 9.300.000 di lire, delle quali 1.370.000 erano fornite dalla città e dalla provincia di Liegi, e altre 2.000.000 sarebbero state ricavate dal valore dei terreni liberati dalle acque, il rimanente a carico del Governo.

### III. — *Lavori effettivamente eseguiti.* *Generalità.*

Approvato il progetto Kümmer e Houbotte dopo qualche lieve opposizione, si appaltarono nel 1852 i lavori e si cominciarono nel 1853. Al detto progetto non si portarono per vero radicali modificazioni, ma soltanto si introdussero alcune varianti opportunissime, si aggiunse qualche lavoro, e si riuscì ad una opera più completa, specialmente sotto il lato edilizio.

(1) V. Projét d'amélioration ecc. pag. 40. In questi calcoli il Kümmer deve essersi servito, per la ricerca della velocità in funzione degli elementi della sezione e del fiume (raggio medio e pendenza), della formola  $v = a \sqrt{RJ}$ , nella quale il coefficiente  $a$  risultò dalle mie ricerche variabile fra 51 e 52. Le deduzioni del Kümmer da suoi calcoli furono, come si vedrà in seguito, pienamente confermate dal fatto in occasione delle piene 1872 e 1876, assai prossime a quella del 1846.

Nella pianta, tav. I, sono segnati tutti i lavori effettivamente eseguiti pel miglioramento del regime della Mosa.

1° Venne stabilito, in parte con nuovi scavi, in parte valendosi del vecchio alveo dell'Ourthe, un canale derivatore *ABZYX*, che partendo a circa m. 320 a valle del ponte *M* della via ferrata (*Pont du Val Bénouil*) si raccorda alla Mosa a valle di Liegi, dinanzi al Campo delle Manovre di fronte alla Fonderia dei Cannoni (1). L'Ingegnere Kümmer aveva pensato di far comunicare questo Canale col tronco urbano della Mosa, per mezzo di una conca a monte del ponte della Boverie; ma ciò non si ritenne conveniente all'atto della esecuzione delle opere ed esso non ha ora comunicazione alcuna colla Mosa, nella traversata della città, essendo stati soppressi e colmati i numerosi canali e rivi che solcavano i quartieri d'oltre Mosa con sacrificio d'egregia somma in danaro per gli indennizzi agli importanti opificii industriali soppressi, i quali traevano vita dalle correnti di questi corsi. In tempo d'acque ordinarie, questo canale derivatore è da un capo all'altro affatto isolato dal tronco urbano della Mosa ed il livello delle sue acque ne è inferiore. Il Kümmer aveva ideato una chiusa regolatrice in *EF* attraverso il Canale, ma invece si pensò meglio stabilire una chiusa mobile in *AB* a monte del Forchu-Fossé, accollata ad una diga a stramazzo *AC*. In tempo di piena questa diga *AC* diviene completamente sommersa, la sua cresta essendo all'ordinata 60,05 e le acque di piena elevandosi a m. 62 e 63 in quelle località (2). Tale traversa, costituita dallo scaricatore *AC* unitamente alla chiusa *AB*, ha

---

(1) Il fondo della derivazione è all'origine, a *Fétine*, alla quota 57,95 sul mare, e di fronte alla *Fonderia dei Cannoni* 55,45. La pendenza del fondo è uniforme ed uguale a 0,575 per mille, e la lunghezza totale tra i suoi estremi è m. 435), nel mentre che la lunghezza della Mosa, nel tratto urbano, fra i medesimi limiti è ora m. 4616, le quote del fondo coincidendo tanto a *Fétine* quanto a *Coronneuse*, quando si trascuri il lieve risalto che da monte a valle forma sul fondo del fiume la soglia o battente in legno (*heurtoir*) della chiusa mobile, di cui in appresso.

(2) Tutte le quote già citate o che si andranno citando, si riferiscono al livello medio delle basse acque del mare od Ostenda. Quelle invece della Relazione Kümmer e Houbotte sono riferite ad un piano superiore di m. 100 allo Zero di Amsterdam (*Amsterdamsche Peil*) ossia a m. 101,55 sullo Zero di Ostenda.

lo scopo di mantenere le acque della Mosa all'ordinata di metri 60,05, piano normale di navigazione (*plan de flottaison*) che corrisponde ad una immersione (*mouillage*) di m. 2,10, il fondo essendo a m. 57,95.

2° Si eseguì dinanzi ad *Avroy* il raddrizzamento *RC'ST* progettato dal Kümmer, in modo che spari la svolta pronunciatissima esistente e il fiume si ridusse ad imboccare normalmente il ponte della *Boverie*, ciò che prima non accadendo, era causa di rincollo (1). Nell'alveo abbandonato *RG'S* si stabilirono i canali o bacini del Commercio creando l'attuale Isola del Commercio, e colmandosi tutti i meandri dei vecchi corsi di Ourthe e Mosa. Si costruì il ponte del Commercio a due arcate in ferro e si stabilì in tale posizione la traversa *B'A'A<sub>o</sub>'C'*, una delle tre contemplate nel progetto Kümmer, le parti *A'B'* e *A<sub>o</sub>'C'* mobili e la *A'A<sub>o</sub>'* (diga a stramazzo) fissa e in muratura, sommergibile in piena.

3° Alla Fonderia dei Cannoni, all'imbocco del canale navigabile di Maestricht, si stabilì un altro *barrage*, la parte *A''B''* mobile e la *A''C''* fissa.

4° A monte del ponte del Val Bénait ed a valle della Fonderia dei Cannoni, si eseguirono le opere progettate dal Kümmer e già accennate nelle precedenti pagine. A Séraing perciò venne stabilita la 3ª traversa simile affatto alle altre costruite a Liegi, e dietro i risultati soddisfacenti offerti da questi *barrages*, ne vennero stabiliti ultimamente molti altri sino alla frontiera francese (V. Profilo, tav. IV). Il Governo francese poi ne costruisce altri sul suo territorio. Dalla frontiera olandese sino a Namur, queste traverse sono dell'ugual sistema adottato a Liegi e che verrà descritto. A monte di Namur si impiega invece il sistema *Chanoine* detto *à hausse mobile*.

5° Fu sistemato il tronco urbano, dal Ponte del Val Bénait

---

(1) Il *Guillery* misurò alle pile del Ponte della *Boverie*, innanzi che si facesse il raddrizzamento, un rigurgito di m. 0,30. (V. *Ann. des Trav. Publ. de la Belgique*. (vol. IV (1846) pag. 431).

sino alla Fonderia dei Cannoni, si demolì il ponte obliquo *des Arches* sostituendolo coll'attuale ponte rotto a 5 arcate in muratura, mentre il Kümmer aveva proposto un ponte sospeso in ferro a due sole travate (1). Si eseguirono poi notevoli demolizioni di intere isole di fabbricati miserabili, specialmente nel quartiere d'Oltre Mosa, si allargò la sezione del fiume dinanzi all'Università e si costruì il Ponte San Leonardo a tre travate rettilinee in ferro, dinanzi alla *Place Maghin* (2).

6° Lungo le due rive della Mosa è quasi condotta a termine la costruzione di muri di sponda pei Lungo-Mosa coordinati a strade di alaggio e a scali di approdo, portando l'altezza di questi *Quais*, o Lungo-Mosa, prossimamente a livello delle più alte acque conosciute. Contemporaneamente ai muri di sponda (*murs d'eau*) si andarono costruendo i fognoni collettori (*égouts collecteurs*), dei quali si parlerà più innanzi nel dare alcuni particolari di costruzione. Il Canale derivatore, sul quale vennero costrutti numerosi ponti, non offre ancora un sistema unico di sponde murate. Queste trovansi soltanto nelle località dove sono condotte a termine le costruzioni delle strade e dei fabbricati lungo il Canale stesso.

A valle di Liegi, passato il Campo delle Manovre, la sponda destra è sommergibile ad alte acque, ed allora una immensa

---

(1) Questa demolizione dell'antico *Pont des Arches*, il quale non solo rammentava glorie patrie ed avvenimenti storici, ma che secondo alcuni aveva un bell'aspetto e contribuiva all'abbellimento della città, non incontrò certamente l'approvazione generale e non furono pochi i lamenti e le proteste per aver tolto un monumento, che *se caratteristico e pittoresco*, non era però meno causa di forti e dannosissimi rincolli nello interno della città e doveva assolutamente disparire. Fra gli altri..... il *Van Bemmel* Prof. all'Università di Bruxelles, scriveva: " .... bien que l'aspect de Liège se soit beaucoup modifié à l'époque moderne, et particulièrement dans ces dernières années, bien qu'il ait perdu considérablement à la démolition du *Pont des Arches*, si caractéristique et pittoresque... " (*Patria Belgica* cit. vol. I pag. 84).

(2) La costruzione del Ponte del Commercio, dinanzi ad Avroy, già ricordato, e quella del Ponte S. Leonardo, formarono oggetto di imprese separate e con fondi speciali, indipendenti dai veri lavori di sistemazione del fiume. Essi sono ponti a *pedaggio*, come pure quello più antico della *Boverie*: pedaggio il cui introito va a beneficio delle Società od Enti che li costruirono. — Il nuovo *Pont des Arches* è il solo a libero transito nell'interno della città.

estensione di paese è sommersa. Gli abitanti di *Jupille* e degli altri paesi esposti all'incomodo della periodica visita delle acque si diressero più volte con petizioni al Governo per ottenere la costruzione d'un argine insommergibile lungo tutta la sponda destra del fiume, da Liegi in giù, ma l'Ufficio Governativo dei *Ponts et Chaussées* ha creduto dover dare sempre il suo voto contrario a questo progetto, pur combattuto dall'Amministrazione della città di Liegi, e la cui attuazione, impedendo alle acque di piena la libera espansione a valle della città, farebbe loro temere un dannoso rigurgito nel tronco urbano.

I lavori pel miglioramento della Mosa nella traversata di Liegi non furono cominciati, come già dissi, che nel 1853, e nel 1862 non erano ancora per intero condotti a termine. La Derivazione non aveva ancora nel 1862 la sua larghezza e pendenza richiesta: essa fu terminata nel 1865.

In quanto all'allargamento della Mosa nei varii punti e specialmente dinanzi all'Università ed al *Quai des Pêcheurs*, ai muri di sponda del fiume e della derivazione, ed alla colmata dei varii corsi d'acqua d'Oltre Mosa, tutti lavori eseguiti a spese della città, essi furono terminati nel 1871.

Per quei lavori di sistemazione della Mosa e d'apertura della derivazione eseguiti dal Governo:

la provincia è intervenuta per	lire	370.000,00
la città	« « «	1.000.000,00
lo Stato ha contribuito	« «	6.070.000,00
		<hr/>
i lavori essendo costati lire . . .		7.440.000,00

I muri di sponda, che furono eseguiti, come già accennai, dalla città, importarono una spesa di lire 2.800.000,00, lo Stato essendovi intervenuto per 505.000 lire. La provincia non vi contribuì affatto.

IV. — *Lavori ancora da eseguirsi.*

Oltre la definitiva sistemazione dei muri di sponda, dei Lungo-Mosa e dei collettori, la città di Liegi, a sue spese, imprenderà entro il corrente anno le seguenti opere :

1° La modificazione del *barrage* del Ponte del Commercio, trasportando in *C<sub>o</sub>'D<sub>o</sub>'*, a circa m. 222 a valle, la chiusa mobile *A<sub>o</sub>'C'* che trovasi ora sotto l'arcata sinistra, e prolungando in *C<sub>o</sub>'* la diga a stramazzo in muratura *A'A<sub>o</sub>'*. In tal modo, sulla riva sinistra, dinanzi all'attuale Isola del Commercio viene prolungato il bacino formato da questa traversa del Commercio.

2° Due conche accollate al ponte del Commercio pel passaggio delle barche ordinarie e dei vapori.

3° Il trasporto in *RC'S* (tav. I) dei bacini del Commercio, attualmente in *RGS* e il colmamento dell'alveo di questi ultimi, sopprimendo così l'Isola del Commercio, il cui terreno verrà riunito al rimanente della città nel quartiere di Avroy.

L'importo di tutte queste opere e dei lavori accessori è preventivato in franchi 3,292,000, tenuto calcolo del materiale di demolizione che potrà venire utilmente reimpiegato.

L'appalto per questi lavori si farà quanto prima a trattative private e tutte le opere relative alla navigazione, i ponti, i muri di sponda, le case dei guardiani (*Éclusiers et barragistes*) dovranno essere finiti al 1° luglio 1878. Le fogne, il riempimento degli antichi alvei ecc. dovranno essere completamente finiti al 1 gennaio 1879 (1).

Finalmente la Città di Liegi ha intenzione di costruire un nuovo ponte dinanzi all'Università che secondo il Progetto *Blonden* (2) dovrebbe essere a tre arcate in ferro (fig. 2\*

(1) V. *Cahier des charges pour l'appropriation des terrains de l'île et du bassin du Commerce. Liège 1876* che si spedisce unitamente a questa Relazione.

(2) V. *Rapport sur la Construction d'un pont sur la Meuse en regard de l'Université à Liège par M. G. Blonden, Ingenieur Directeur des Travaux communaux.* (Liège Pirard freres 1875) che si spedisce unitamente a questa Relazione. All'egregio Ingegnere Direttore Sig. *Blonden* sono debitore di moltissimi dati e schiarimenti sui lavori della Mosa. Lo stesso volle con rara gentilezza favorirmi pubblicazioni e disegni, questi ultimi sui *Barrages* della Mosa e che unisco alla presente relazione a maggiore intelligenza della descrizione che ne verrà fatta.

tav. I). Il livello del piano carreggiabile dei Lungo-Mosa essendo pari al pelo di piena, il selciato dei ponti deve trovarsi di molto elevato su quello dei Lungo-Mosa e si è obbligati a rag giungerne gli imbocchi con rampe.

Dinanzi all'Università la magra è all'ordinata m. 57,24 e perciò la chiave delle arcate del ponte dell'Università (dovendo trovarsi per legge a m. 8 più in alto) si avrebbe all'ordinata 65,24, e calcolando lo spessore degli archi e della massicciata stradale, il pavimento del ponte dovrebbe essere almeno alla quota 66,05 agli imbocchi e 66,37 nel mezzo, mentre che il *Quai de l'Université* è a m. 62,60 e quello *des Pêcheurs* a m. 62,10. Il dislivello fra il ponte e il *Quai* dell'Università è dunque di m. 3,47, ed è invece di m. 3,97 sulla sponda opposta col *Quai des Pêcheurs* (1). Su quest'ultimo, a partire dalla *Rue des Pilleurs*, in un punto segnato  $\Delta$  sulla riva destra (pianta tav. I) si partirebbe (secondo il progetto Blondin) una rampa larga m. 12 e lunga 110, che arriverebbe colla rampa del 3,35 per cento all'imbocco del nuovo ponte, mantenendosi ad una distanza media di m. 8,50, dalle case che si trovano lungo il detto *Quai*. Dall'altra parte del *Quai*, a valle del ponte, non vi sarebbe rampa per le vetture, ma solamente una gradinata larga e comoda permetterebbe ai pedoni l'accesso al ponte, e ciò a causa della grande ristrettezza del *Quai* in tale località. Sulla riva sinistra la *Rue de la Régence* sarebbe accordata al Ponte con una rampa del 4 per cento e così pure il *Quai* dell'Università (pendenza 3 per cento su m. 120 di lunghezza). Sotto le arcate estreme del ponte passerebbero poi le strade alzaie per le due rive.

La spesa totale sarebbe di lire 785,000, e tanto gli elementi di questa somma, quanto altri particolari interessanti si trovano nel pregevole opuscolo dell'egregio Ingegnere Blondin.

(1) V. uno schizzo quotato del ponte dell'Università nella tav. I fig. 2. Il ponte in ferro costerebbe di per se solo L. 430,626,25.

## V.

*Particolari sui lavori eseguiti.*

A) — *Traverse — Chiuse mobili e scaricatori.* — Come si disse, e secondo il progetto Kümmer, si stabilirono tre chiuse o traverse: due a Liegi (a *Coronmeuse* dinanzi alla Fonderia dei Cannoni, ed all' *Isola del Commercio* dinanzi ad Avroy) ed una a Séraing, per rendere possibile la navigazione da Liegi sino a Chokier. In seguito ne vennero costrutte altre sino a Namur.

Queste traverse, che in tempi normali sbarrano il fiume e spariscono ad acque alte, sono costrutte tutte del medesimo tipo. Una parte mobile, normale alla corrente, ha lo scopo di tenere l'acqua in collo e creare il tirante d'immersione voluto, mentre che una seconda parte longitudinale, stabile, provvede a che l'acqua non si elevi oltre il limite determinato, permettendo che il soprappiù (*trop-plein*) si riversi a valle per tracimazione. Sta in ciò il sistema della canalizzazione in letto di fiume oggi salito in grande favore in Francia e Belgio, e che fu sostituito a quello della navigazione con canale laterale, il quale ha goduto di qualche preferenza nell'ultimo secolo e nel primo terzo del presente (1). Nel profilo annesso alla presente memoria ho segnato tutte le chiuse e tutti i bacini che in regime ordinario trasformano la Mosa in una serie di tronchi scaglionati a lieve pendenza.

Ma per riguardo ai lavori eseguiti a Liegi e proposti dal Kümmer, basta considerare le traverse che crearono i tre bacini da Chokier a Liegi, a superficie quasi orizzontale, e nei quali il movimento dell'acqua è appena sensibile, specialmente nell'ultimo, l'*inferiore*, compreso fra il *Barrage d'Avroy* e il *Barrage des Canons*. Questo bacino è all'ordinata 58,65: il secondo, che dal *Barrage d'Avroy* si estende sino a quello di

---

(1) V. Lecchi, *Canali Navigabili*; e Lagrené, *Navigation Intérieure*.

Séraing o di Jemeppe e che chiamerò *bacino centrale*, ha l'ordinata delle acque a m. 60,05, ed il terzo a monte o *superiore*, che dal *Barrage* di *Jemeppe* arriva sino a *Chokier*, ha quella di m. 61,75 (V. Profilo tav. IV).

Il *Barrage de Féline* (*ABC* tav. I), costruito nello stesso modo, non crea un rigurgito nella Mosa, ma serve unicamente, e in tempi normali, a sostenere il bacino di mezzo sulla sponda destra ed isolarlo dalla derivazione, il cui livello è più basso. La parte *AB* è mobile e tolta che sia in tempo d'escrescenza, la derivazione è allora completamente in comunicazione colla Mosa urbana e serve a smaltire insieme le acque che giungono da monte.

Col sistema di queste chiuse mobili si ha la possibilità di abbassare a volontà tutti gli invasi o ritenute sino al livello ordinario del fiume, rendendolo al suo stato naturale, senza alcun salto (1) e con uniforme pendenza. Di più, come si vedrà, il sistema adottato, dovuto all'ingegnere *Poirée* (2) ispettore dei *Ponts et Chaussées* di Francia, presenta il vantaggio di poter togliere anche una sola parte delle chiuse e formare così un pennello (*épi*), di cui si può a volontà variare l'estensione, od anche di poter aprire vere bocche isolate in qualunque punto della larghezza della traversa.

Lo scaricatore *AC*, che in tempi ordinari versa il *trop-plein* della Mosa nella derivazione, ha la lunghezza di m. 200, colla sezione *abcde* (fig. 4, tav. II) (3) ed ha il suo vertice *c* (verso la derivazione) all'ordinata m. 60,05, che fu già indicata sic-

(1) Per vero, ad ogni *barrage* si ha un leggiero ma insignificante salto, prodotto dalla soglia della chiusa mobile, costituita da un trave in legno di m. 0,40 circa di riquadratura e che rimane in posto anche a *barrage* aperto.

(2) V. *Annales des Ponts et Chaussées* primo semestre 1839 e 1843.

(3) I disegni delle tav. I, II e III, si riferiscono più propriamente al *Barrage d'Avroy* o meglio al suo prolungamento in *A' C' D'* (V. Piano) ma, come già si disse, tutte le traverse eseguite sono affatto simili fra loro. Variano soltanto le quote altimetriche alle quali si trovano stabilite sul livello del mare.

come quella del piano normale di navigazione (*plan de flottaison*) del bacino *centrale*, per cui, appena questo livello è superato, l'acqua sovrabbondante stramazza nel canale derivatore. Siccome è necessario che questo livello sia costantemente raggiunto per aver sempre i m. 2,10 di immersione, così dalla diga *AC* deve sempre trascinare una falda d'acqua, ed è appunto la chiusa trasversale *AB* che deve invasare l'acqua affinchè questo avvenga.

Col sussidio delle tavole qui annesse cercherò di dare alcune spiegazioni sopra questi edifici, i quali rendono un ottimo servizio alla navigazione. I disegni si riferiscono al prolungamento della diga-scaricatore ed al trasporto della chiusa mobile del ponte del Commercio (lavori oggi in progetto) e sono la riproduzione dei disegni d'esecuzione delle traverse già esistenti.

La diga a stramazzo (*déversoir* — V. tavola II) riposa sopra una fondazione di calcestruzzo o muratura di pietrame, trattenuta a valle (1) da una palificata formata con pali di faggio o abete, lunghi m. 4,50, del diametro di m. 0,30 e distanti m. 1,50 da asse ad asse, rilegati da correnti o filagne (m. 0,15  $\times$  m. 0,25). Le pareti del cassone (*coffre*) così formato sono in tavoloni di faggio lunghi m. 3,00 e grossi m. 0,10. La platea, tanto a monte che a valle, è accuratamente formata con pietra scalpellata dello spessore (*queue*) di m. 0,40. A valle la platea è presidiata con annegamento di sasso in ragione di 6 m. c. di pietrame per metro corrente di gettata. La larghezza della diga è di m. 2,52 alla base e di 1,00 alla cresta (*couronnement*), disposta quest'ultima con una pendenza di m. 0,10 verso monte ed il cui spigolo *c* (*arête*) a valle si trova all'ordinata del piano normale del bacino al quale corrisponde la diga stessa. È fatta eccezione precisamente per la *nuova diga* a costruirsi in prolungamento del ponte del Commercio, la cui cresta *c* sarà invece a m. 0,40 sul pelo normale del bacino centrale, e ciò per

(1) È superfluo il dire come, essendo le dighe a stramazzo longitudinali nel senso della corrente, le espressioni di *monte* e *valle*, riferite ad esse, indicano posizioni relative nel senso trasversale fra i due bacini, superiore ed inferiore, separati dalla diga.

evitare che i battelli non abbiano a cadere nel bacino inferiore avvicinandosi troppo alla diga stessa, mentre del resto la diga già esistente a monte del ponte basta già di per sé stessa allo sfogo delle acque sovrabbondanti. Alle estremità le dighe si raccordano a speciali pile (*pie-culée*) od a quelle stesse dei ponti, dove ne esistono.

La chiusa del sistema *Poirée*, destinata a produrre l'invaso delle acque, si compone d'una parte in muratura formante una robusta platea a raso del letto, larga m. 10, d'una parte in ferro che sostiene, e d'una terza finalmente in legno che costituisce propriamente la parete verticale della chiusa e che a volontà può togliersi totalmente o parzialmente scomporsi. Le fig. 5 e 6 della tav. II ne offrono la sezione e la pianta. La platea generale è stabilita sopra fondazioni in muratura o calcestruzzo, la parte superiore è in pietra conca intestata sotto corrente ad una robusta palificata. La parte mobile della chiusa è costituita da una serie di *mensole* verticali in ferro (*fermettes*) disposte ad intervalli eguali di m. 1,00 e che imperniate saldamente a monte e valle possono rotare attorno ad un fuso orizzontale assicurato entro apposite pilette o ralle (*crapaudines*) e passare dalla posizione verticale a quella orizzontale, adagiandosi le une sulle altre sul fondo del fiume (V. fig. 9, tav. III) e per converso poter venire poi rialzate col mezzo di un arganetto (*treuil* V. tav. III), collegate sempre le une alle altre da apposita catena in ferro. A monte di queste mensole, situate col loro piano longitudinalmente alla corrente, e per tutta la larghezza della chiusa è disposto sul fondo, a guisa di soglia, un trave di metri  $0,25 \times m. 0,30$ , mantenuto saldamente collegato colla platea per mezzo di ancore in ferro lunghe m. 1,30 e con una riquadratura di m.  $0,03 \times 0,03$  che metton capo inferiormente ad una traversa in croce, lunga m. 0,60 e grossa  $0,03 \times 0,03$ . Questo trave, che risalta sul fondo anche a chiusa totalmente sgombra, è destinato a servire di battente o appoggio (*heurtoir*) alla parete continua in legname che trattiene in collo l'acqua. Questa parete, che si appoggia superiormente in un secondo punto

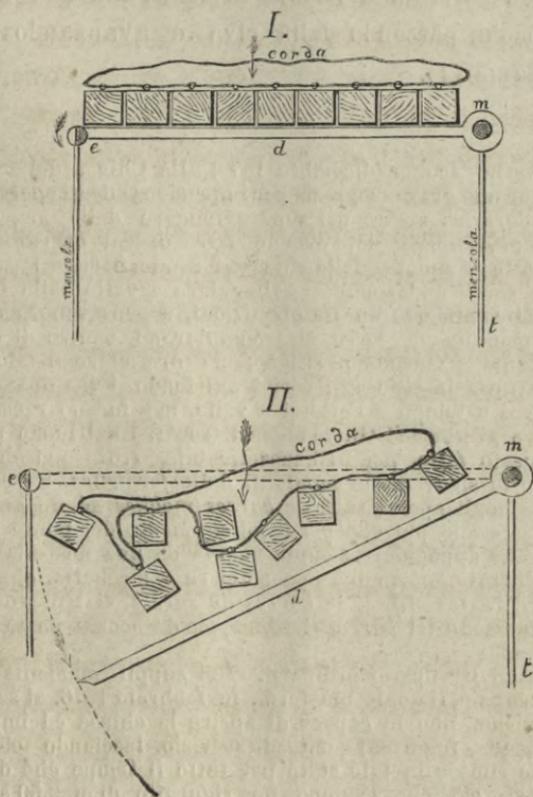
contro una traversa in ferro (*barre mobile*) che corre da una mensola all'altra, è costituita da tanti panconcelli in legno (*aiguilles*) disposti verticalmente uno di fianco all'altro, analogamente a quanto s'usa pure in Italia per le chiuse mobili di Strà e Limena sul Brenta (1). Sono in pino rosso del Nord detto di Riga, lunghi m. 3,25 e grossi  $0,11 \times 0,09$  al mezzo e  $0,09 \times 0,09$  alle estremità, guerniti superiormente da un occhiello in ferro (*oeillet*) che offre passaggio ad una fune che li rilega dieci a dieci. Ciascuna mensola, del peso approssimativo di chilogr. 365, compreso il parapetto e il ponte di servizio, ha la forma della fig. 1<sup>a</sup> (tav. III).

Il ponte di servizio è formato da tante lastre in ferro imperniate per un capo ad una mensola e che appoggiandosi da questa sulla successiva vengono a formare nel loro insieme un passaggio continuo pei bisogni delle manovre. Durante le magre e quando non vi sieno riparazioni a fare ai lavori di navigazione sulla Mosa, la chiusa rimane alzata, procurandosi che non vi sieno fughe attraverso i panconcelli ed al bisogno se ne guernisce la parete a monte con paglia od erba, in modo che dalla diga longitudinale o *scaricatore* tracimi sempre acqua e così si possa essere sicuri che il tirante di m. 2,10 è mantenuto. Secondo la varia portata del fiume poi, la chiusa vien regolata in modo da tenere costante il livello dell'invaso a monte. Infatti quando la lama tracimante diventa troppo forte, in conseguenza d'una qualche intumescenza, e quindi il tirante cresce, si sguernisce dalla paglia, o da altro che potesse trovarvisi, la parete a monte della chiusa: si toglie inoltre di metro in metro qualche panconcello e si dispongono i restanti con qualche agio, in modo che pel giuoco rimasto fra loro, di circa un centimetro, passi quella quantità d'acqua necessaria affinché la lama stramazante dalla diga ritorni a tenersi fra m. 0,10 e m. 0,15. Constatandosi una tendenza all'aumento nella escrescenza, si aprono allora delle vere bocche, sguernendo completamente di panconcelli l'intervallo fra due mensole successive,

(1) V. *Giornale del Genio Civile*, anni 1868 e 1875.

e se questo aumento continua e si mostra persistente ed inquietante, si tolgono completamente tutti e finalmente (in inverno soprattutto a causa dei ghiaccioni natanti) si libera per intero l'alveo, coricando sul fondo tutte le mensole, adagiandole l'una sull'altra, in modo che non risaltino affatto sullo spigolo superiore dell'*heurtoir* o battente, mentre le lamiere del ponte di servizio e le barre di collegamento da una mensola all'altra si ripiegano disponendosi nel medesimo piano della mensola cui appartengono. Questo rovesciamento si comincia dalle *fermettes* più distanti dalla sponda, le quali si addentrano in una incavatura appositamente praticata (V. fig. 3, tav. II) nelle pile che terminano la chiusa. Se però la piena minacciasse all'improvviso, c'è mezzo di far partire immediatamente tutti i panconcelli, liberando interamente l'alveo in una mezz'ora, valendosi di un congegno (*échappement*) dell'Ingegnere *Houbotte*, semplicissimo e di sicura ed immediata riuscita, presso a poco analogo a quello pure applicato da noi sul Brenta per le chiuse mobili già ricordate; congegno che vidi funzionare egregiamente io stesso in un'esperienza che l'Ing. *De Bell* fece gentilmente eseguire per me. Come si vede nella fig. 9, tav. III, i panconcelli appoggiano superiormente a valle contro una barra *aa* che si collega da una mensola all'altra, mentre che a monte (dei panconcelli) la pressione dell'acqua ve li spinge contro. Egli è chiaro che, se per mezzo di un congegno qualunque, si fa in modo che questa barra ceda, o meglio abbandoni una delle mensole e ruoti verso valle, in un piano orizzontale; attorno al montante di quella a cui è imperniata, i dieci panconcelli che ne erano sostenuti saranno immediatamente spinti a valle, nel mentre che l'acqua si precipiterà per l'apertura così praticata. Ripetendo l'operazione in tutta la lunghezza della chiusa, più non ne rimarranno che le mensole verticali col loro ponte di servizio, che a lor volta potranno esser tolte adagiandole sul fondo come si indicò più volte. Nella tavola III dò quindi i particolari delle mensole e di queste barre mobili, rappresentate, le ultime, in sezione in *ee* sulla figura 1<sup>a</sup> e di prospetto in *md ee* nelle fig. 3 e 15.

Ciascuna mensola ha un montante  $nmb$  (fig. 1<sup>a</sup>, e fig. 14, tavola III) composto di un'anima cilindrica o fuso (*poteau valet*) girevole attorno ad un asse verticale e di una parte anulare o guaina (*étui*) fissa, che riceve il fuso od anima. Ciascuna barra mobile è infilata per un estremo sul montante di una mensola, nel mentre che all'altro capo appoggia contro l'anima della successiva mensola. In questo punto d'appoggio la guaina è aperta lateralmente e l'anima, messa a nudo, non è completa, ma solamente a sezione semicircolare (V. fig. 13 tav. III). Di più per mezzo d'una chiave (fig. 4, tav. III) può imprimerli un movimento rotatorio all'anima e farle descrivere un mezzo giro limitato da una vite  $h'$ , che avvitata al fuso può scorrere entro una scanellatura  $rs$  praticata nella guaina (fig. 1<sup>a</sup>, tav. III) e che ferma il movimento quando il mezzo giro esatto è compiuto. L'anima  $e$  dalla posizione I (Vedansi le figure qui sotto) può



passare alla posizione II ed allora la sbarra mobile *mde*, mancando dell'appoggio *e*, gira attorno al fuso della mensola successiva appoggiandosi coll'orecchia *z* contro il traverso *ml* (fig. 3<sup>a</sup>, tav. III) e venendo ad assumere così la posizione *m'z'e'* segnata a punteggiate sulla fig. 1<sup>a</sup> stessa tavola. Aperte tutte le sbarre mobili, e tolti così tutti i panconcelli, che galleggeranno sulle acque, si stabilirà prontamente tanto sopra che sotto-corrente della chiusa il medesimo livello, mentre le *fermettes* rimarranno ancora in piedi rilegate dal ponte di servizio e soprattutto da una sbarra di sicurezza a valle, che va abbracciandole da una all'altra. Tolta anche quest'ultima, si fanno cadere una ad una le mensole, alzando il ponte di servizio e spingendole verso il fiume, mentre l'operaio va ritirandosi mano a mano verso riva.

Nella tav. III si hanno i particolari dell'operazione per la manovra del ristabilimento della chiusa, rialzando una a una tutte le mensole, partendo dalla riva e avanzandosi gradatamente nel fiume (I).

(I) Nell'inverno scorso (dicembre 1875) alla Chiusa della Fonderia dei Cannoni avvenne una grave disgrazia per imprudenza degli operai *barragistes*.

La chiusa dovevasi aprire pel sopraggiungere delle acque di piena e dei ghiaccioni provenienti dal disgelo. I tre operai *barragistes* girarono colla chiave tutte le anime della chiusa, facendo partire i panconcelli che trattenuti da corde andarono a galleggiare a valle della traversa. Nel mentre stavano compiendo queste operazioni, e pensavano a coricare gradatamente le mensole in ferro, si accumularono contro di queste molti ghiaccioni natanti e, facendo pressione, ne dissestarono alcune ed improvvisamente tutta la chiusa si coricò sul fondo. I tre operai, bravissimi nuotatori, fecero a tempo a gettarsi a valle, ma furono raccolti morti e gelati, in mezzo ai ghiacci. Gli ingegneri recatisi sul luogo per ricercare le cause di questo fatto, per essi inesplicabile, trovarono che mancavano tutte le sbarre di sicurezza ai montanti delle *fermettes*. Perciò, tolte imprudentemente dagli operai tutte le *barres mobiles* ad un tempo, le mensole non si reggevano più che per il collegamento del ponte di servizio, il quale non fa che appoggiare semplicemente da una mensola all'altra abbracciandone il traverso con due appendici *cc* a forchetta, che si trovano al disotto (V. fig. 1, tav. III. E le *barres de sureté* si trovarono ammonticchiate nei magazzini del *barrage*!. Una piccola scossa bastò perchè tutto il sistema cedesse.

Perduti così i tre operai ordinarii, vi si supplì momentaneamente con personale avventizio, il quale più tardi, in febbraio 1876, al sopraggiungere della grossa piena, non fu capace di aprire la chiusa ed impaurito dalla violenza dell'acqua, fuggì dal ponte di servizio, lasciando chiusa la traversa, la quale rimase in tale stato per tutto il tempo che durò la piena, quasi due mesi, ciò che cagionò un rigurgito di m. 0,50 subito a monte della traversa stessa.

**B) Corso sistemato della Mosa — Tronco urbano — Quats — Collettori—fogne.** — A monte di Liegi, la Mosa ha presentemente il suo alveo di regolare ed uniforme larghezza, colle scarpe per la maggior parte rivestite a pietrame, rimossi tutti gli ostacoli al libero corso delle acque. A Jemeppe dinanzi a Séraing, a monte del ponte sospeso, comincia il bacino che arriva sino sotto il ponte del Commercio in Liegi. Il tronco urbano fu ridotto a sezione regolare e nella tav. II ne sono dati i profili trasversali per vari punti. La fig. 2. rappresenta quello in cui l'alveo è più ristretto, dinanzi all'Università dove si hanno le strade di alaggio. Ivi è progettato dall'Ing. Blonden il nuovo ponte in ferro a tre arcate. La fig. 4 dà la sezione del fiume a valle del Ponte del Val Benoît eguale a quella della parte rettificata dell'alveo, a monte del Ponte della *Boverie*, dove non esistono speciali strade alzaie, mentre la fig. 5 offre il profilo trasversale a valle di Liegi. Nella stessa tavola si hanno i particolari della costruzione dei muri di sponda e delle strade d'alaggio, dove esistono. Il fondo del fiume a *Jemeppe* è alla quota 59,15; al ponte del Val Benoît a 58,13; al ponte del Commercio a 57,85; a monte della Fonderia dei Cannoni, sulla soglia (*heurtoir*) della chiusa a 56,05.

La distanza fra Jemeppe e il Ponte Val Benoît, essendo m. 6500, dal ponte Val Benoît al ponte del Commercio 1800, e da questo alla chiusa dei cannoni essendo 3100, la pendenza media della Mosa in questi tre tronchi è approssimativamente 0,000157, 0,000156 e 0,000580.

Il 12 marzo 1876 il tronco urbano della Mosa, in piena, portò approssimativamente m. 1550, nel 1846 ne aveva smaltito invece 1942, e l'Ingegnere Kümmer (1) aveva calcolato che a lavori compiuti e con una piena simile non vi sarebbero più passati pel tronco urbano che m. 1419 e si vede come nel 1876 tale cifra non fu di troppo superata dalla piena che effettivamente si può ritenere simile a quella del 1846.

(1) V. pag. 41 Relazione Kummer *Projet.* ecc.

I Lungo-Mosa, o *quais*, vennero generalmente portati all'altezza delle maggiori piene conosciute, rialzando di poco, in alcuni punti, il livello delle strade adiacenti. Le condizioni topografico-altimetriche non permisero però di adottare un provvedimento uniforme, riguardo a tali altezze, che variano un po' dappertutto ed anche da sponda a sponda. In generale la riva sinistra è meglio difesa, avendovisi i Lungo-Mosa più elevati. Non v'ha poi nemmeno un sistema unico per questi Lungo-Mosa o *quais*. In alcune località (V. fig. 8, tav. I) i muri di sostegno sono lambiti direttamente dalle acque, ed i Lungo-Mosa servono pur di strade alzaie per il rimorchio dei battelli. Altrove, causa il sottopassaggio di alcuni ponti (V. fig. 9, tav. I) si hanno apposite strade d'alaggio che, scendendo dal livello dei *quais*, si mantengono qualche tratto orizzontali al disopra del livello normale di trattenuta delle acque, per poi risalire dall'altra parte del ponte e riacciordarsi di bel nuovo col Lungo-Mosa. In altri punti ancora si hanno sistemi analoghi di rampe per discendere a scali o approdi pei commerci di carico e scarico.

Nella traversata urbana della Mosa a Liegi si hanno quattro ponti: quello del *Commercio* a due arcate in ferro, quello della *Boverie* a 5 arcate in muratura, quello *des Arches* a 5 arcate in muratura e quello *S. Léonard* a 3 travate in ferro. Trovandosi le imposte degli archi o delle travate al livello delle più alte acque, presso a poco a paro col piano dei Lungo-Mosa, ne segue che la carreggiata di questi è più bassa di quella dei ponti e che per raccordarli si è dovuto ricorrere a rampe. E variarono i modi coi quali si cercò nei varii casi di superare queste difficoltà edilizie. Al *Pont des Arches*, per esempio, e sulla sponda sinistra, il Lungo-Mosa passa al disotto dell'arcata estrema del ponte, senza mutare di livello, e si presta così al servizio di trazione. Il profilo del muro di sponda è allora quello della fig. 8<sup>a</sup>, tav. I, e non v'ha diretta comunicazione tra il *quai* e il ponte, al quale si accede unicamente da una rampa in prolungamento della *Rue S. Léonard*. Sulla riva destra invece, tanto il *quai des Pêcheurs* come quello *des Tanneurs*,

quanto le vie convergenti alla Mosa (*Rue Chaussée des Prés, Rue S. Pholten*) raggiungono con rampe il livello dell'imbocco destro del ponte, mentre dai *quais* discendono le rampe che conducono alla strada alzaia la quale sottopassa l'arcata estrema di destra (V. fig. 8, tav. I).

I muri di sponda hanno il paramento verso fiume, in curva con raggio costante di m. 19,45, il cui centro trovasi a m. 9,35 sul fondo (fig. 7, tav. I). Gli spessori alla sommità, al mezzo ed alla base sono in funzione dell'altezza  $h$ , e rispettivamente eguali a  $0,17 - 0,28 - 0,42$  — di  $h$ . Il profilo verso terra è a riseghe che risaltano ad ogni metro d'altezza, in modo di passare dallo spessore in cresta a quello in fondazione. I paramenti del muro sono in pietra scalpellata (*moellons piqués*) che hanno m. 0,40 di spessore od addentramento (*queue*), il rimanente è in pietrame ordinario o greggio (*moellons bruts*). Nelle parti rette e nelle convesse della Mosa, i muri riposano semplicemente sopra una fondazione in pietrame ordinario a grossi massi, per un'altezza di m. 0,80 in media, e con una risega di m. 0,30 verso fiume. Nelle parti concave e in generale nei punti dove il terreno è cedevole e dove il fiume è maggiormente temuto, battendovi col suo filone, si prolungarono le fondazioni fino a trovare il terreno consistente, difendendo la fronte di queste fondazioni con palificate, ed anche, al bisogno, si adagiavano sopra un letto di calcestruzzo (*béton*). La calce impiegata era formata con 4 a 5 parti di sabbia, 4 di calce e di 1 1/2 a 2 di *Trass* vulcanico, specie di pozzolana.

Le fondazioni e i muri stessi si eseguirono col sistema delle ture (*batardeau*) mentre una doppia pompa centrifuga, mossa continuamente da una locomobile, provvedeva all'aggottamento dello spazio destinato alle fondazioni. L'acqua sorgeva continuamente passando per sifone al disotto della tura, a motivo del fondo ghiaioso del fiume.

Nelle località dove i Lungo-Mosa non servono di strada alzaia, il parapetto è in ferro, a colonnette di ghisa distanti m. 1,75 d'asse ad asse e barre longitudinali in ferro laminato.

Nelle parti dove i Lungo-Mosa servono di strada alzaia, e lungo le strade alzaie stesse, i parapetti sono in muratura ed hanno la forma indicata nella fig. 8<sup>a</sup>, tav. I. I muri di sponda hanno una copertina (*labielle*) in pietra da taglio larga m. 0,60 e grossa 0,30.

Dal bacino del Commercio sino a valle della Fonderia dei Canonici si ha lateralmente ai muri di sponda, ma affatto indipendente da essi, un canale collettore di cui la fig. 10<sup>a</sup>, tav. I dà la sezione trasversale. È totalmente costruito in mattoni (*briques*) salvo le copertine (*labielles*) delle banchine laterali che sono in pietra da taglio. Il fondo del collettore, i piedritti per m. 0,50 di altezza e l'estradosso della calotta sono rivestiti con un intonaco composto a parti eguali con calce idraulica e cemento di Tournai (1).

Questo Collettore sarà prolungato sino alla Cappella del Paradiso, in R (V. piano), terminati che sieno i lavori per l'appropriazione, da parte della Città, dell'isola del Commercio e trasportati i bacini in riva al fiume, ed è destinato a raccogliere le acque immonde della parte della città situata sulla sinistra della Mosa e che corrisponde ad 80000 abitanti. Come si è già detto, a cagione del fondo ghiaioso della Mosa, e sul quale riposa l'intera città, le acque invadevano i quartieri bassi, facendosi strada per le fogne e per le cantine, filtrando dal terreno, al primo manifestarsi d'un'intumescenza del fiume. Per ovviare a questo inconveniente, che sarebbesi ripetuto, non ostante la creazione dei muri di sponda, si è pensato di rivolgere nel Canale collettore queste filtrazioni, praticandovi in corrispondenza e superiormente al piedritto verso terra, a livello delle acque normali del fiume, tante aperture od occhi rettangolari, larghi m. 0,40, dell'altezza di m. 0,15 e distanti m. 0,80 da asse ad asse. Si è rivestito poi, tanto la fac-

---

(1) Altri particolari e modalità di costruzione si troveranno sul *Cahier des Charges pour l'appropriation des terrains* ecc. già citato e che si invia unitamente a questa Relazione.

cia esterna del piedritto, quanto il fondo, con uno strato permeabile, ottenuto con pietrame ben purgato da terra e ad elementi assai irregolari offrente così molti meati, attraverso il quale facilmente si fanno strada le sorgive. Lo scopo preso di mira fu completamente raggiunto e non appena le acque del fiume si elevano al disopra della *flottaison normale*, da questi occhi sgorgano le acque che si sono andate man mano infiltrando, mentre i pozzi e le cantine sono liberate dall'incomodo prima lamentato.

Il Collettore è alimentato da una corrente continua d'acqua, estratta dal fiume, ed io stesso ho potuto persuadermi in persona come le acque (che ora ne sboccano provvisoriamente a Liegi nella Mosa) sieno quasi limpide e senza odore alcuno. In tempo di magra questo collettore può essere messo in comunicazione col fiume per mezzo di porte angolari (*portes busquées*). Presentemente esso sbocca nel fiume appena a valle di Liegi, ma col tempo sarà prolungato al di là di *Herstal* in un punto dove il livello delle alte acque della Mosa (nella quale immetterà sempre) corrisponderà al piano della platea della fogna stessa a m. 100 a monte della Fonderia dei Cannoni. Sulla riva destra della Mosa e su quelle della derivazione si costruiranno analoghi collettori, che passando in sifone sotto il fiume, si riuniranno col primo, a valle della Fonderia dei Cannoni, mantenendosi poi sulla riva destra del Canale di Maestricht sino ad *Herstal*.

Le fig. 11 e 12 della tav. I rappresentano i condotti che servono a condurre nel Collettore gli scoli delle arterie principali e delle vie secondarie della città. I primi sono in mattoni e riposano sopra un letto di calcestruzzo di 0,12 di spessore, ed hanno il fondo e l'estradosso rivestiti da uno strato di 0,02 in cemento. I secondi sono tubi in *grés*, di m. 0,20, m. 0,25 e m. 0,30 di diametro, le cui estremità sono riunite a manicotti e coi giunti cementati con mastice.

C) — *Canale Derivatore*. — Il canale di Derivazione, che dall'imbocco A a *Féline* si stende sino in X alla Fonderia dei

Cannoni (V. Piano, tav. I), ha una pendenza regolare ed uniforme di 0,000575 per metro. Il suo fondo a *Fétine* è all'ordinata 57,95, ed alla Fonderia a 55,45, mentre l'*heurtoir* della chiusa è a quella di 56,05. La sua larghezza al fondo è di m. 45 da *B* in *Z*, da *Fétine*, cioè, all'imbocco del *Forchu-Fossé*, sino a quello dell'altro braccio dell'*Ourthe*. La medesima larghezza si ripete tra il ponte d'*Amercoeur* (in *Y*) e la fine del canale in *X*, e lungo questi due tronchi *BZ* ed *XY* non esistono ancora muri di sponda. Le rive formano scarpata a inclinazione regolare di 5 di base per 1 d'altezza. (V. fig. 7, tav. I), La parte *ZY* invece, dall'*Isola Lulay* fino al ponte d'*Amercoeur* e dove sono già costrutte le case e sistemati i Lungo-sponda o *quais*, la Derivazione ha la sezione indicata sotto la lettera *A* nella fig. 6, tav. I. Al fondo la larghezza è di m. 50 e i muri di sponda hanno l'inclinazione di 1 $\frac{1}{10}$  circa di base per 1 di altezza. Sulla Sez. *B* è segnata a linee punteggiate la posizione delle sponde murate, quando si stabiliranno anche in quei tronchi che ora ne sono sprovvisti. Il fondo sarà allora portato da m. 45 a 50 e l'altezza delle rive da 6 a m. 6,40. A causa dei ciottoli che l'*Ourthe* trasporta pei suoi bracci, in tempo di piena, si formano in tale epoca dei depositi nella derivazione, i quali vengono poi espurgati col mezzo di cava-fanghi o draghe.

La portata ordinaria della derivazione è variabile, e si compone del prodotto dell'*Ourthe* (compreso il *Forchu-Fossé*), che è da 15 a 20 m. c. al secondo, e del soprappiù (*trop-plein*) della Mosa che si scarica per disopra della diga di *Fétine*, e la cui entità non si può precisare, parte di questo *trop-plein* passando pure per disopra alla diga a stramazzo *A'A'*, del ponte del Commercio, con lunghezza, forma ed altezza in corona identiche affatto a quelle della diga di *Fétine*.

In piena, la derivazione oltre il contingente dell'*Ourthe*, che è allora di 300 m. c. circa, sottrae alla Mosa, per il suo imbocco completamente sgombro (tolta la chiusa di *Fétine*), altri 500 m. c. circa e li porta a valle di Liegi, a sollievo del tronco urbano della Mosa stessa. Il 12 marzo 1876 la derivazione smaltì

infatti 800 m. c. circa a secondo, mentre nella piena del 1846, sotto il ponte di Longdoz non ne passarono che 300, il che prova come a quell'epoca ne fosse ingombro e ostruito l'alveo. Nel suo progetto l'Ing. Kümmer aveva stabilito appunto che in una piena identica al 1846 dovessero passare nella derivazione ad alveo espurgato e sistemato 824 metri cubi (Vedi pag. 40 Relazione Kümmer *Projet* ecc. ecc.)

VI. — *Risultati ottenuti a Liegi, dopo l'esecuzione dei lavori di miglioramento del regime del fiume Mosa.*

Compiuti nel 1871 tutti i lavori da *Séraing* o *Jemeppe* a *Liegi*, si ebbero nel 1872 (dicembre) e nel 1876 (marzo) due grandi piene che di poco furono inferiori a quelle maggiori degli anni precedenti, quando le opere di sistemazione del fiume non erano per anco cominciate. Un'altra piena importante s'ebbe pure nel 1862, lorchè queste opere non erano ancora del tutto fornite, una parte dell'*Ourthe* gettandosi sempre nella Mosa per due bracci che ancora solcavano il quartiere d'oltre Mosa, senza che la derivazione, incompleta, concorresse allo scarico delle acque.

L'ingegnere capo Kümmer nel compilare il suo progetto basò i suoi calcoli sulla piena, allora recente, del 1846. Ora, le escrescenze del 1862, 1872 e 1876 si avvicinarono per l'appunto a quella. Nel quadro seguente si hanno le quote raggiunte ai varii idrometri (*échelles*), dalle acque in queste piene ed in quella altresì del 1850 avvenuta tre anni prima che si ponesse mano ai lavori e che superò in altezza quella del 1846, come si deduce dalle quote osservate agli stessi idrometri (1). Mancando poi pel 1846 le quote a monte e a valle di Liegi, non si hanno i termini sufficienti di confronto colle escrescenze posteriori e perciò dobbiamo valerci, per ottenere il parallelo, di quella del 1850, la quale del resto fu ancora più importante.

(1) Nel seguente quadro le quote pel ponte di Namur sono riferite allo zero di quell'idrometro. Per tutte le altre località il punto di riferimento comune è il medio basso livello del mare ad Ostenda, ad eccezione di Maestricht in Limburgo (Paesi Bassi), riferito invece allo zero di Amsterdam (1<sup>m</sup>,55 più sopra).

QUADRO delle piene della Mosa in Belgio nell'ultimo trentennio 1846-1876

LOCALITÀ	Distanze in metri	Genn. 1846	Febb. 1850	Febb. 1862	Dic. 1872	Marzo 1876
		a lavori non cominciati	a lavori non cominciati	a lavori incompleti — La derivazione non aveva ancora la larghezza nè la pendenza voluta — v'era un <i>barrage</i> al <i>Quai Orban</i> — una parte dell' <i>Orthe</i> passava nel tronco urbano.	a lavori finiti	a lavori finiti ma col <i>Barrage</i> della Fonderia dei Cannoni alzato
Ponte di Namur . . . . .		"	5,45	4,65	5,00	5,00
Conca di Ben-Ahin . . . . .	26.342	"	"	"	72,72	72,61
Ponte di Huy . . . . .	5050	"	71,08	70,65	70,80	70,75
Conca di Huy. . . . .	750	"	"	"	70,98	70,73
Conca di Ampsin . . . . .	3052	"	"	"	69,57	69,32
Ponte di Ombret . . . . .	4685	"	"	"	"	68,37
Conca di Amay . . . . .	1100	"	"	"	"	68,35
Ponte di Engis . . . . .	5988	"	"	"	67,06	66,88
Nouvelle Montagne a Engis .	1190	"	"	"	"	66,71
Conca degli Awirs . . . . .	4600	"	"	"	66,00	66,08
Ponte del Val S. Lambert (a valle). . . . .	2600	"	"	"	"	64,885
Passaggio d'acqua di Flémalle.		"	"	"	"	64,805
Conca di Jemeppe . . . . .	6560	"	"	64,60	64,45	64,40
Ponte del Val di Benoît. . .	315	63,57	64,22	63,42	62,46	62,48
Traversa di Fétine . . . . .	945	63,50	"	"	"	62,40
Cappella del Paradiso. . . . .	530	63,28	63,70	63,07	62,13	62,31
Conca d'Avroy . . . . .	665	63,07	63,14	62,35	61,68	62,00
Ponte della Boverie . . . . .		62,39	"	"	"	"
Pont des Arches . . . . .	618	61,47	62,32	62,25	61,42	a monte 61,62
	650					a valle 61,54
Ponte S. Léonard . . . . .	1208	"	"	"	"	61,31
Conca della Fonderia . . . . .	28.005	60,74	61,16	61,05	60,58	a monte 60,90
Ponte di Wijk a Maestricht .		"	4,50	4,45	4,03	4,15

Confrontando le quote consegnate nel quadro, si vede come le acque della Mosa furono nel 1872 e 1876 più basse di m. 0,45 di quelle del 1850, al Ponte di Namur (a m. 61917 a monte del ponte del Val Benoit).

Il dislivello fra i peli di piena fu poi rispettivamente

	1850-1872	1850-1876
	====	====
A ponte Val Bénait . . . .	m. 1,76	m. 1,74
Alla Capella del Paradiso . . . .	» 1,57	» 1,39
Alla conca d'Avroy . . . .	» 1,46	» 1,14
Al <i>Ponts des Arches</i> . . . .	» 0,90	» 0,78
Alla Fonderia dei Cannoni . . . .	» 0,58	» 0,26

mentre che al Ponte di Wijk a Maestricht (a m. 28.005 a valle della Fonderia dei Cannoni, dove l'influenza dei lavori eseguiti non si poteva più far sentire) le quote furono nel 1872 a m. 0,47 e nel 1876 a soli m. 0,35 inferiori a quella del 1850, presso a poco nella stessa misura che a Namur.

Si vede da questi paralleli come siasi ottenuto un vero ribasso delle piene nell'interno di Liegi, il che risulta pure dall'ispezione del profilo, tav. IV. Supponendo che nel 1872, ad es., *il fiume si fosse trovato nelle medesime condizioni del 1850*, e che i peli di piena si fossero conservati pressochè paralleli, quello del 1872 a m. 0,45 però più in basso di quello del 1850, (il che infatti avvenne a Namur (0,45) e a Maestricht (0,47), nelle quali località nessuna modificazione era stata introdotta), ne deriva di conseguenza che *alla conca d'Avroy la piena del 1872 sarebbe arrivata m. 1,00 più in alto* di quello che non fu effettivamente in quell'anno ed avrebbe inondata la Città.

Dall'ispezione delle cifre registrate nelle tabelle precedenti, si vede come la piena del 1876 siasi mantenuta nell'interno di Liegi più elevata di quella del 1872, benchè al Ponte di Namur esse coincidessero perfettamente. La spiegazione di questa apparente anomalia sta in ciò che nel 1876, come già si ebbe occa-

sione di far notare, a causa dell'imperizia e mancanza di coraggio del personale avventizio che funzionava provvisoriamente al *Barrage* dei Cannoni, non si riuscì a coricare la chiusa mobile e liberare così l'alveo in quella località. Fu constatato per tale fatto un rigurgito di circa 0,50 immediatamente a monte e che si estese sino al Ponte di Val Bénait andando gradatamente scemando da valle a monte. Al ponte di Val Bénait infatti le quote (62,46 — 62,48) furono pressochè uguali. È a notarsi però come nel febbraio e marzo 1876 alla Fonderia dei Cannoni, sbarata è vero la chiusa trasversale, le acque della Mosa (*tronco urbano*) avessero tuttavia libero sfogo sulla loro destra al disopra della diga in muratura completamente sommersa, e si confondessero su questo lato con quelle della derivazione. Di più aveva luogo uno stramazzo di 0,50 e più al disopra della chiusa alzata.

Il *Kümmer*, nella redazione del suo progetto aveva calcolato che i lavori da lui proposti avrebbero provocato a Liegi un ribasso delle acque in modo che una piena simile a quella del 1846 si sarebbe mantenuta inferiore a questa di

- metri 0,45 a Ponte Val Bénait
- » 1,01 alla Capella del Paradiso
- » 0,62 alla Conca d'Avroy
- » 0,40 al Pont des Arches
- » 0,42 alla Fonderie des Canons

(V. pag. 41 Relazione *Kümmer*).

Tali previsioni furono quindi abbondantemente sorpassate e i risultati dei lavori non sono che soddisfacentissimi (1).

Il rigurgito da monte a valle del *Pont des Arches* che ad acque medie era di m. 0,50 coll'antico ponte, non fu più che di m. 0,08 al nuovo ponte, nella piena del 1876.

(1) *On a rarement vu des travaux ainsi parfaitement reussis que ceux d'amélioration exécutés à la Meuse dans la traverse de Liège.....* Blond en. *Rapport* ecc. pag. 12.

In tempo di piena, quando tutte le chiuse sieno aperte, il fiume si dispone sopra una continua pendenza, e soltanto nelle località dove esiste una chiusa si osserva un leggiero risalto nelle acque, dovuto alla sopraelevazione sul fondo del battente in legno (*heurtoir*) che serve d'appoggio ai panconcelli della parete verticale della chiusa, allorchè questa è alzata.

I lavori eseguiti quindi non possono provocare alcun danno al regime del fiume in piena od in acque torbide, non essendovi allora nulla di mutato, nessun *déversoir* lavorando più, e soltanto avendosi facilitato lo sfogo delle acque con veri allargamenti di sezione, dove questa era insufficiente, i quali fecero sparire quelle anomalie nell'alveo che provocavano dannosi rincolli.

Gli autori del progetto non si erano dunque proposti, per ciò che riguarda le inondazioni, che di rendere al fiume il suo regime normale nelle parti dove esso era alterato e vollero raggiungere questo scopo a Liegi, con mezzi che consistono in parte nel sistemare e migliorare il letto stesso del fiume, ed in parte nel sottrarre al tronco urbano una porzione delle acque che prima vi passavano.

Il Kümmer riteneva (V. pag. 41 della sua Relazione) che per la Derivazione, in tempo di piena, dovessero passare m. c. 823 e 1419 pel tronco urbano della Mosa, mentre che al 29 gennaio 1846, sotto il ponte di Longdoz la portata fu di soli 300 e al ponte *des Arches* di 1942. Eran quindi 523 m. c. ch'egli voleva sottrarre nella sua traversata della città alla Mosa intumescete. Il giorno 10 marzo 1876 gli Ingegneri dei *Ponts et Chaussées* eseguirono esperienze di velocità col mezzo di galleggiante semplice ed ottennero i seguenti risultati:

1° Nel tronco urbano, tra il ponte della *Boverie* e quello *des Arches*: Velocità superficiale . . . . . m. 2,33  
Portata media m.c. 1550

2° Nella derivazione, fra il ponte *Orban* e il ponte *Longdoz*:  
Velocità superficiale . . . . . m. 3,22  
Portata m. c. 800

E siccome la portata dell'*Ourthe* in piena (*Forchu-Fosse* compreso) è di circa m. c. 500 ne consegue che a *Féline*, 500 m. c. d'acqua della Mosa imboccarono la Derivazione. E queste cifre, è superfluo l'osservarlo, sono precisamente quelle calcolate trent'anni or sono dall'Ingegnere Capo Kümmer.

Il tirante d'acqua nel fiume si mantiene pressochè costante, e gli interrimenti sono poco rilevanti, eccezione fatta nei momenti o parti concave delle svolte, dove si hanno potenti depositi. Nel tratto dinanzi al *quai des Tanneurs* e al *quai S. Barbe* (riva destra) dal *Pont des Arches* sino oltre quello di *S. Léonard*, ho potuto verificare nel luglio 1876 come gli interrimenti affiorassero e si rendessero sensibili al disopra dell'acqua, ciò che conduce ad un deposito medio di m. 2,10 almeno sul fondo, e l'Ingegnere *De-Beil* mi assicurò come questi interrimenti siansi formati da capo ad ogni volta che la Città (l'Ufficio Tecnico municipale) cercò di toglierli con costosi espurghi di fondo, ed ora finalmente se ne sia abbandonato il pensiero lasciandoli sussistere liberamente.

Durante l'ultima piena, per isolare i bacini del Commercio si chiusero con speciali porte (*portes à flot*) gli imbocchi *R* ed *S*. Lo sporgente formato sulla sponda sinistra dall'imbocco *R* così chiuso (V. tavola II) arrestava le acque, e ad inondazione cessata, dinanzi a tale imbocco si ebbe a verificare un forte deposito di materie. Si trattava però di acque torbide: ora si era anche espresso il timore che tale fatto potesse accadere pure ad acque ordinarie e perciò abbastanza chiare, dinanzi ai *Barrages*.

Sopra una tale quistione di probabili interrimenti provocati dall'invaso delle acque a monte delle traverse, il Consiglio dei Ponti e strade scriveva nel 1848:..... « Il y a, par rapport à la « rivière la Meuse, deux circonstances sur lesquelles l'attention « du conseil a dû se fixer particulièrement (1). La première « de ces circonstances est la nature extrêmement mobile du

(1) *Rapport du Conseil des Fonts et Chaussées du 23 février 1848.*  
(Annexe 2 au *Projet d'amél. du reg. de la Meuse* ecc. Bruxelles 1848).

« fond de la rivière, c'est-à-dire la tendance du gravier qui en  
 « forme le fond à se déplacer. La seconde des deux circonstan-  
 « ces dont il s'agit, consiste dans le peu de durée ordinaire des  
 « hautes eaux et en ce qu'il y a même des années où il n'y a  
 « point, en quelque sorte, ce que l'on pourrait appeler de hau-  
 « tes eaux. Or, les travaux projetés a Liège comprennent l'éta-  
 « blissement, en dehors de la ville, d'une dérivation ayant pour  
 « destination principale de préserver la ville des inondations  
 « auxquelles elle est actuellement sujette, et, de deux choses  
 « l'une: ou bien il faut que cette dérivation puisse livrer pas-  
 « sage à une quantité d'eau considérable, ou bien le but en  
 « vue du quel elle serait établie ne serait pas atteint. On doit  
 « en quelque sorte pouvoir considérer la dérivation comme de-  
 « vant, au niveau ordinaire des eaux de la Meuse, remplacer  
 « entièrement celle-ci, de telle sorte que la rivière même ne  
 « fonctionne plus habituellement que comme canal navigable et  
 « ne serve à l'écoulement des eaux que lorsque celles-ci mena-  
 « cent de s'élever au dessus de leur niveau ordinaire. La con-  
 « séquence de cet état de choses semblait devoir être que les  
 « barrages à établir dans la Meuse resteraient fermés pendant  
 « la majeure partie de l'année et qu'il pourrait même y avoir  
 « des années où il ne serait pas indispensable de les ouvrir. Or,  
 « cette circonstance de barrages, en quelque sorte permanents,  
 « combinée avec celle de la mobilité du fond de la rivière, avait  
 « inspiré au conseil l'appréhension qu'il ne résultât du concours  
 « de ces deux circonstances, que le fond de la rivière ne tardât  
 « à se relever en amont des barrages, ce qui aurait eu pour  
 « conséquence d'annihiler en partie l'effet des travaux que l'on  
 « aurait exécuté aussi bien en vue de faciliter l'écoulement des  
 « eaux que pour fournir à la navigation le mouillage du ca-  
 « nal lateral » (di Maestricht).

Già il Kümmer, a pag. 34 della sua relazione, rispondendo ad altre obiezioni mosse all'applicazione del sistema Poirée sulla Mosa, obiezioni sollevate per la natura ghiaiosa del suo letto, si era dichiarato assolutamente sicuro che i depositi a

monte delle traverse non sarebbero stati di tale importanza da far sorgere timori sulla facilità delle manovre, sia per l'apertura che per la chiusura delle traverse stesse, e tanto meno poi tali da diminuire il tirante d'acqua . . . . . « La Haute-  
« Saône, l'Yonne, le Cher, la Seine, » aggiunge egli a pag. 35 del suo Rapporto, « rivières sur lesquelles ont été construits des  
« barrages à fermettes, charrient du fin et du gros gravier, de  
« la vase, des pierres, et cependant les entraves et les accidents  
« que l'on paraîtrait craindre ne se sont jamais présentés. » . .

Ed anche su questo punto, le previsioni dell'ing. capo Kümmer non andarono smentite dal fatto. Fui assicurato dagli ingegneri dei *Ponts et Chaussées*, come non si verificò alcun deposito inquietante a monte di nessuno dei numerosi *barrages* stabiliti sulla Mosa. Io stesso potei persuadermi di ciò nella esperienza eseguita alla traversa del Commercio. Liberata la sbarra mobile, i panconcelli partirono immediatamente e furono poi raccolti più a valle col mezzo di una navicella, mentre che si procedè immediatamente alla chiusura dell'apertura, con altri panconcelli tenuti pronti sul ponte di servizio, senza che questi trovassero impedimento alcuno ad appoggiarsi contro il battente od *heurtoir* di legno, che risalta sul fondo, ciò che sarebbe indubbiamente avvenuto dove fosse esistito un qualche deposito a monte. La traversa era chiusa dal marzo scorso.

La considerazione fatta dal consiglio dei *Ponts et Chaussées* nel brano: « *La seconde des deux circonstances etc.* » del *Rapport* citato, non è esatta, poichè anche ammesso che qualche annata accadesse di non dover aprire le traverse in occasione di alte acque, è sempre indispensabile il coricarle completamente all'epoca dei ghiaccioni provenienti dai disgeli. In generale le traverse si debbono abbattere in media da 30 a 40 giorni ad ogni piena.

Più innanzi nella Relazione del Consiglio, all'alinea: « *On doit en quelque sorte etc.*, si afferma come la derivazione dovesse da sola, al livello ordinario della Mosa, provvedere al movimento dell'acqua. Anche questo è meno esatto, poichè è bensì vero

che una gran parte delle acque della Mosa si scaricano dal *Bar-rage di Fétine*, ma anche la diga del Commercio e quella della Fonderia dei Cannoni, come tutte le altre, lasciano sempre trascinare acqua, per cui nei bacini da esse formati ha luogo un lento, ma continuo movimento verso valle. Se a chiusa alzata e ad acque ordinarie non si ha alcun perturbamento di fondo, non avviene lo stesso ad alveo libero, e in tempo di piena cioè. In corrispondenza d'ogni traversa si ha, come ripetei più volte, un piccolo risalto nel fondo, prodotto dalla sopraelevazione dell'*heurtoir* o battente della parete verticale, a valle del quale si deve come nascondere la parte in ferro della chiusa. A causa di ciò, il pelo di piena offre sempre in quelle località una piccola caduta, la quale rode il fondo a valle e trasporta a qualche distanza il materiale scavato, producendo un leggero deposito.

Nel quadro seguente infine si presentano le osservazioni idrometriche meridiane dell'escrescenza del febbraio e marzo 1876 per il fiume Mosa, a monte e valle della traversata di Liegi, o meglio prima e dopo della riunione delle acque dell'*Ourthe* e della *Vesdre* a quelle della *Mosa*. È bene ricordare come in tempo di piena queste acque comunichino liberamente a *Fétine* ed i livelli si confondano nella derivazione e nel tronco urbano. Dal confronto di queste cifre si potrà vedere come il colmo di piena massima dell'*Ourthe*, riunita alla *Vesdre*, abbia preceduto di quasi un mese quello delle acque della *Mosa*, come già si ebbe occasione di far notare altrove.

DATA	ALTEZZE sul livello del mare		OSSERVAZIONI
	all' idrometro di Jemeppe (Fiume Mosa)	all' idrometro d' Avroy (Fiume Mosa unito all' Ourthe)	
1876			
Febbraio	15	60.20	58.50
"	16	61.90	60.35
"	17	63.15	61.40
"	18	63.95	61.95
"	19	63.75	61.60
"	20	63.45	61.45
"	21	63.70	61.63
"	22	63.90	61.70
"	23	64.00	61.70
"	24	63.65	61.50
"	25	63.20	61.15
"	26	62.70	60.70
"	27	62.75	60.85
"	28	62.45	60.55
"	29	62.20	60.40
Marzo	1	62.30	60.48
"	2	62.50	60.68
"	3	62.60	60.73
"	4	62.90	60.92
"	5	62.95	60.97
"	6	63.05	61.00
"	7	63.25	61.20
"	8	63.35	61.25
"	9	63.50	61.50
"	10	64.10	61.95
"	11	64.40	62.00
"	12	64.15	61.80
"	13	64.15	61.85
"	14	64.00	61.70
"	15	64.05	61.70
"	16	63.95	61.65
"	17	63.80	61.50
"	18	63.50	61.25
"	19	63.25	61.10
"	20	62.90	60.75
"	21	62.55	60.50
"	22	62.30	60.35
"	23	62.10	60.18
"	24	61.90	60.00
"	25	61.70	59.85
"	26	61.55	59.75
"	27	61.40	59.64
"	28	61.20	59.40
"	29	61.20	59.35
"	30	61.25	59.20
"	31	61.25	59.10

Colmo di piena ad Avroy

Colmo di piena a Jemeppe

Massimo colmo a Jemeppe ed Avroy

Nella tav. IV finalmente si dà un profilo della Mosa da Namur al confine olandese, con indicazione delle piene e dei piani normali di ritenuta ai varii bacini formati, ad acque ordinarie, dalle traverse costruite.

Liegi, 12 luglio 1876.

*L'Ingegnere allievo del Genio Civile*

I. MAGANZINI.

---

ERRATA-CORRIGE

ERRORI

CORREZIONI

Pag. 17 linea 2<sup>a</sup> Ponte rotto

Ponte retto

" 19 " 29 fig. 2<sup>a</sup>

fig. 1<sup>a</sup>



# INDICE GENERALE

## della presente Relazione

### I.

#### *Bacino della Mosa — Condizioni antiche del suo corso.*

Origine e corso della Mosa — Variazioni di stato — portata e durata media di ciascuno de'suoi stati — Natura delle piene — piene straordinarie . . . . .	Pag.	3
Condizioni della Mosa, in ispecie a Liegi, prima che si eseguissero i lavori di miglioramento — Antico <i>Pont des Arches</i> — Quartieri sommergibili — Confluenza dell' <i>Ourthe</i> — Portata e sezione dell' <i>Ourthe</i> — Rara coincidenza delle piene dell' <i>Ourthe</i> con quelle della Mosa . . . . .	»	5

### II.

#### *Progetto Kümmer-Houbotte pel miglioramento del regime della Mosa da Chokier sino a valle di Liegi.*

Vari progetti escogitati prima del 1845. . . . .	»	8
Idee dell'Ingegnere Kümmer — suo progetto . . . . .	»	10
Tronco urbano per la navigazione e per lo scolo di parte delle acque — Canale di derivazione o <i>deviazione</i> per lo scolo della maggior parte delle acque . . . . .	»	11
Sistemazione del tronco urbano — Necessità di demolire il vecchio <i>Pont des Arches</i> — traverse sistema <i>Poirée</i> — bacini. . . . .	»	12
Calcoli tecnici e spese preventivate . . . . .	»	14

### III.

#### *Generalità sui lavori effettivamente eseguiti secondo il progetto del Kümmer e indicazione delle modificazioni o varianti introdottevi.*

Varie opere: Derivazione — Diga di Fétine — Rettifilo d'Avroy — Tronco urbano: ricostruzione del <i>Pont des Arches</i> — muri di sponda ecc. . . . .	»	14
Prati e paesi ancora sommergibili sulla destra della Mosa a valle di Liegi — Opposizioni allo stabilimento d'un argine . . . . .	»	17
Epoca del principio e del termine dei diversi lavori — Spese incontrate e ripartizione fra i diversi Enti che contribuirono. . . . .	»	18

## IV.

*Lavori ancora ad eseguirsi.*

Appropriazione dell'Isola del Commercio per parte ed a spese del Municipio — Soppressione degli attuali bacini del Commercio, prolungamento della traversa del Ponte del Commercio e costruzione di nuovi bacini e conche sulla riva sinistra del fiume — Importo presuntivo dei lavori . . . . .	Pag.	19
Nuovo ponte dinanzi all'Università. . . . .	»	ivi

## V.

*Particolari sopra i lavori eseguiti.*

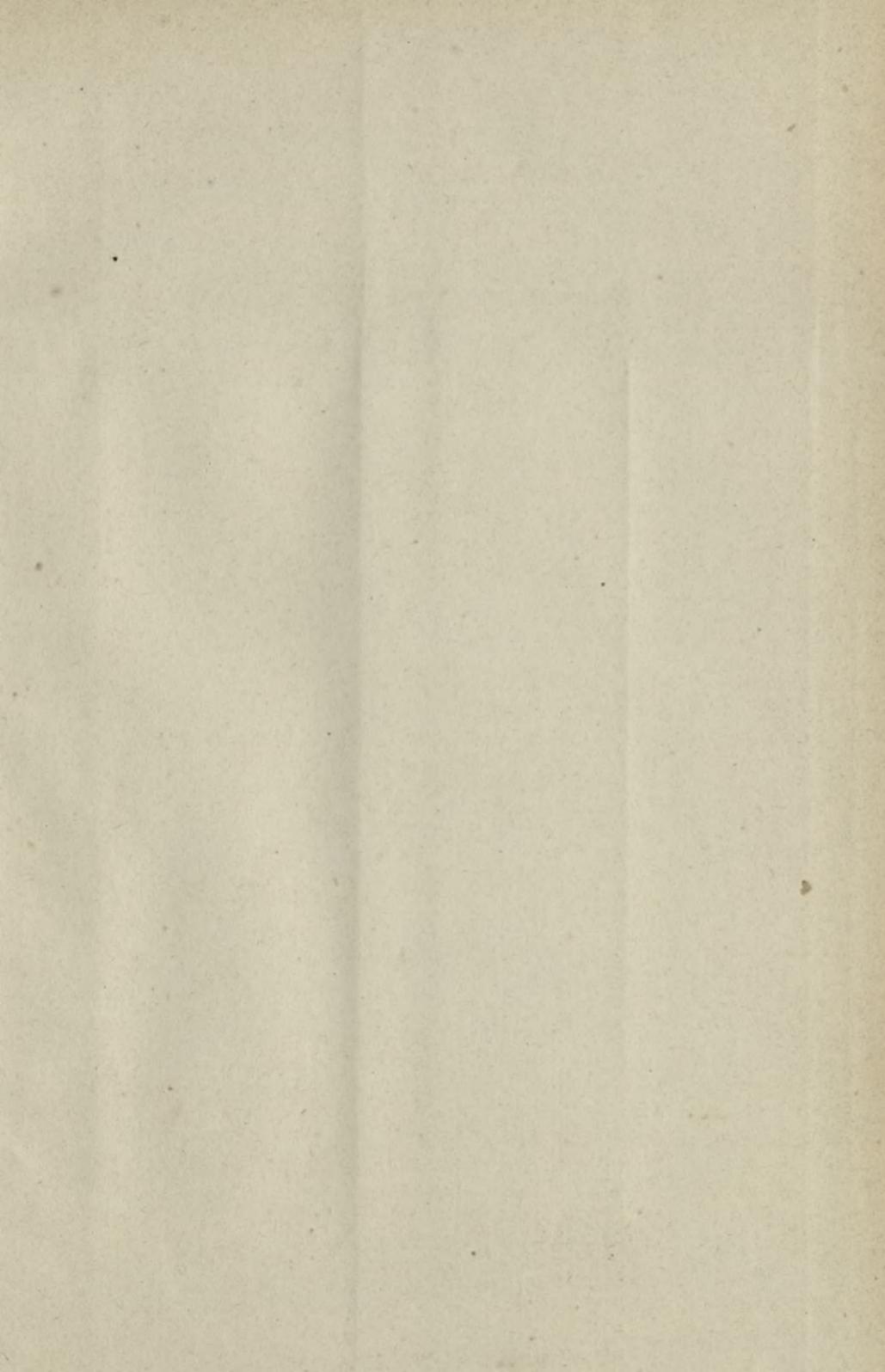
A) — Traverse — Chiuse mobili e scaricatori . . . . .	»	21
B) — Corso sistemato della Mosa: Quote altimetriche — lunghezza — pendenze — portate — Tronco urbano — Sezioni trasversali — <i>Quais</i> o Lungo-Mosa — strade alzaie — ponti — collettori — fogne . . . . .	»	29
C) — Canale derivatore: Quote altimetriche — lunghezze — pendenze — profili trasversali — portata . . . . .	»	33

## VI.

*Risultati ottenuti a Liegi dopo la sistemazione.*

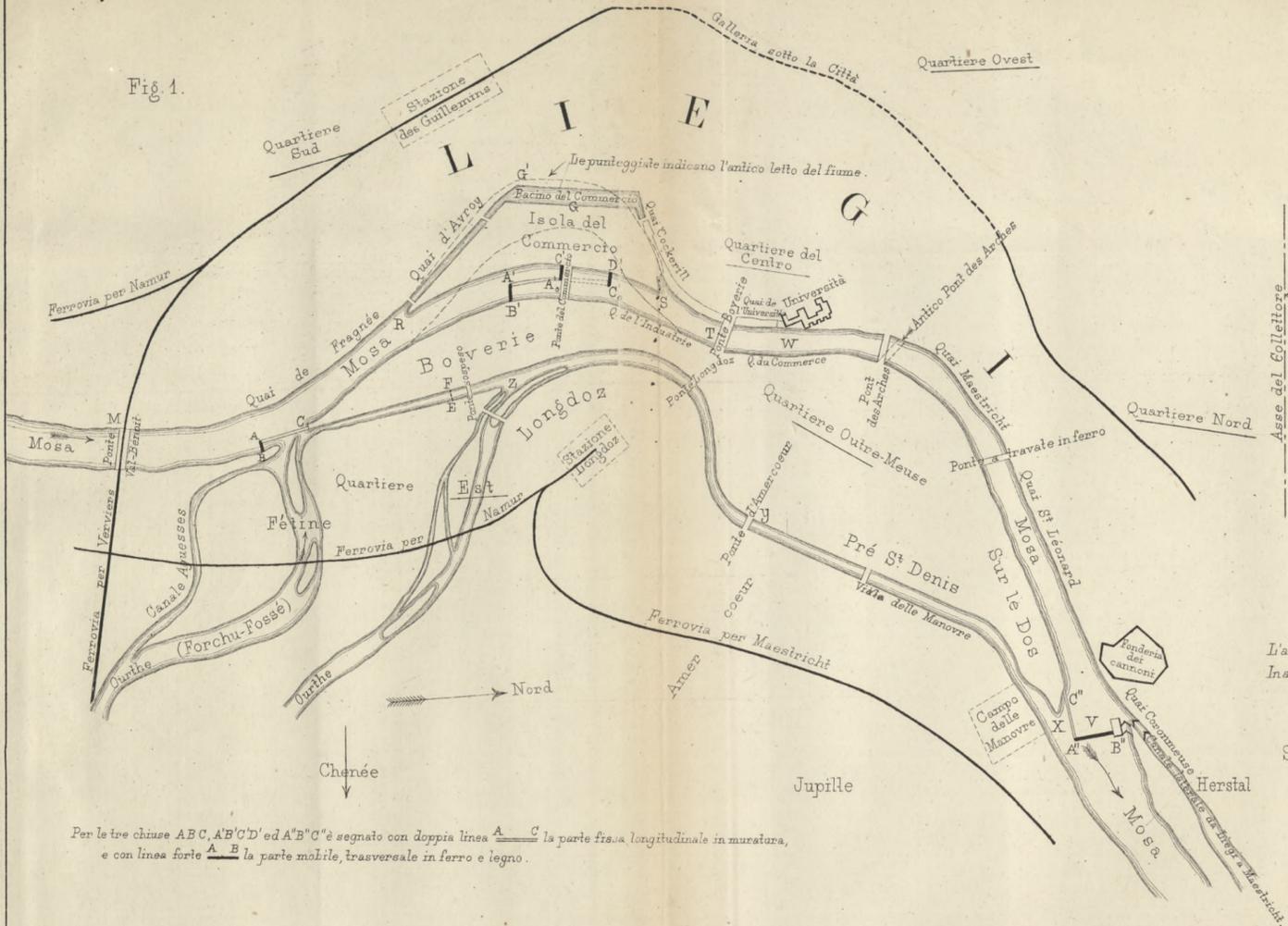
Date del compimento dei lavori — Piene importanti . . . . .	»	35
Quadro delle altezze a cui giunsero le piene del 1846, 1850, 1862, 1872 e 1876 a varii idrometri da Namur a Maestricht . . . . .	»	36
Ribassi ottenuti nelle piene 1872 e 1876, in confronto di quella del 1850 . . . . .	»	37
Ragioni della sopraelevazione a Liegi della piena 1876 su quella 1872 — La traversa della fonderia dei Cannoni era chiusa . . . . .	»	38
Confronti fra gli effetti sperati dal Kümmer e quelli realmente ottenuti . . . . .	»	ivi
Diminuzione sensibile del rigurgito al <i>Pont des Arches</i> , dopo la sua sostituzione. . . . .	»	ivi
Influenza sul regime del fiume . . . . .	»	39
Interrimenti . . . . .	»	40
Relazione del Consiglio dei <i>Ponts et Chaassées</i> del 23 febbraio 1848 sul progetto Kümmer — Timori di interrimenti a monte delle traverse . . . . .	»	ivi
Risultati contrari a questa opinione . . . . .	»	42
Osservazioni idrometriche meridiane sulla Mosa in febbraio e marzo 1876 . . . . .	»	43





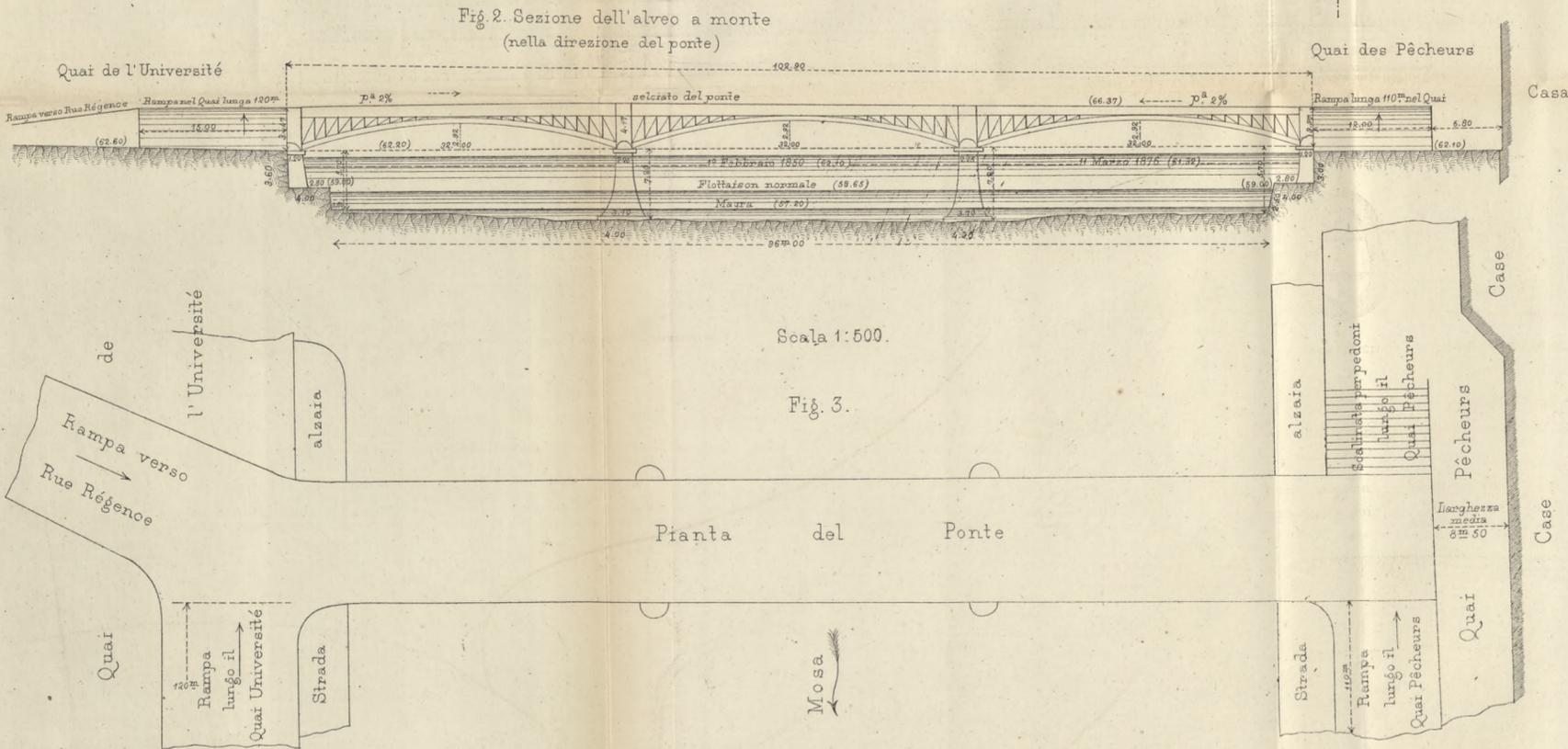


PIANO SCHEMATICO DEL TRONCO URBANO DELLA MOSA A LIEGI, IN 1876.



Per le tre chiuse ABC, A'B'C'D ed A'B'C' è segnato con doppia linea  $\overline{A-C}$  la parte fissa longitudinale in muratura, e con linea forte  $\overline{A-B}$  la parte mobile, trasversale in ferro e legno.

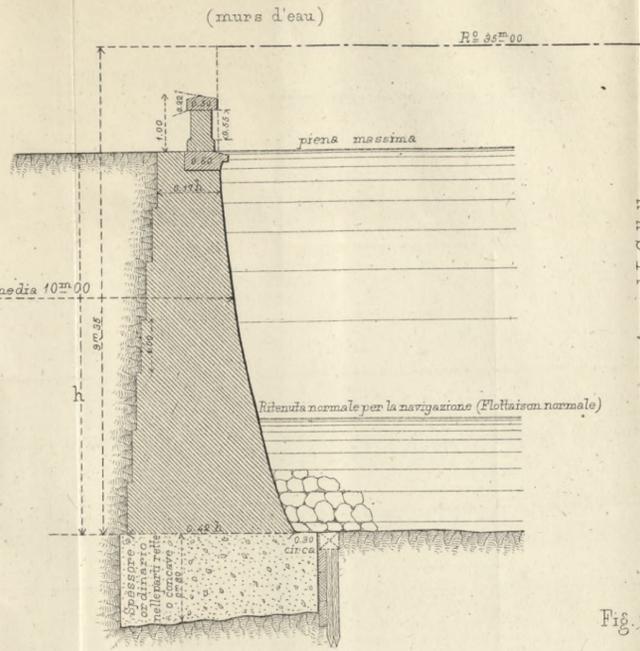
Progetto di un ponte in ferro sulla Mosa di fronte all'Università



Scala 1:500.

Fig. 3.

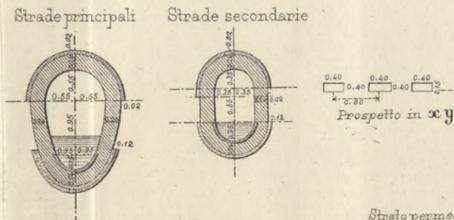
Fig. 8. Sezione dei muri di sponda.



L'altezza delle fondazioni varia per le parti più cementate. In alcune località si difesero con paratie in legname, e si stabilirono sopra calcestruzzo.

Fig. 11 e 12.

Sezioni delle fogne adottate nella Città di Liegi



Prospetto in  $\alpha\gamma$

Stato permeabile artificiale per l'immissione delle sorgive nel Condotta collettore.

Fig. 9. Sezione delle strade alzaie.

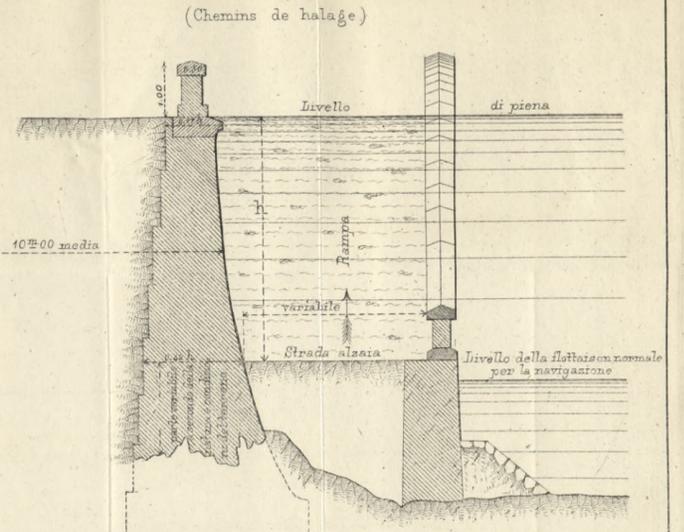


Fig. 10. Sezione del Collettore lungo la sponda sinistra (Egout Collecteur)

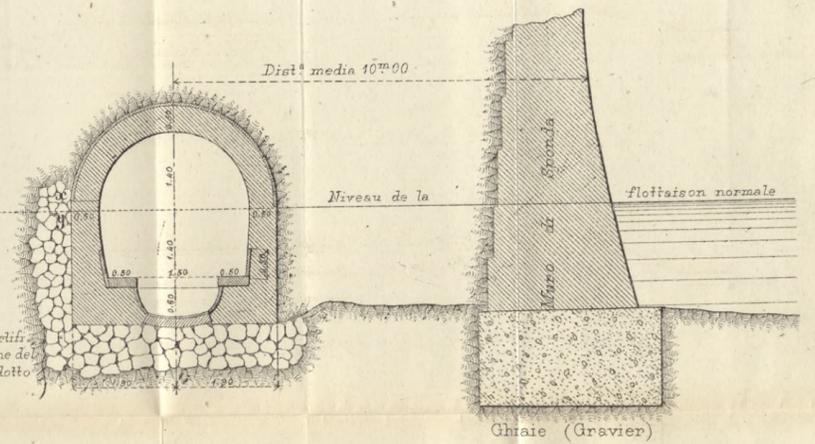


Fig. 4. Sezione della Mosa a monte del Ponte della Boverie, nella parte rettificata

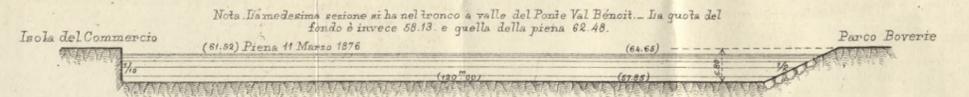
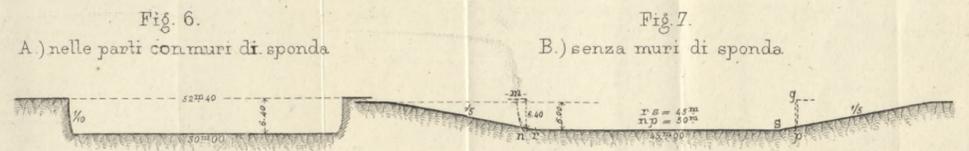


Fig. 5. Sezione della Mosa a valle del Barrage dei Cannoni.



Sezioni del Canale derivatore.



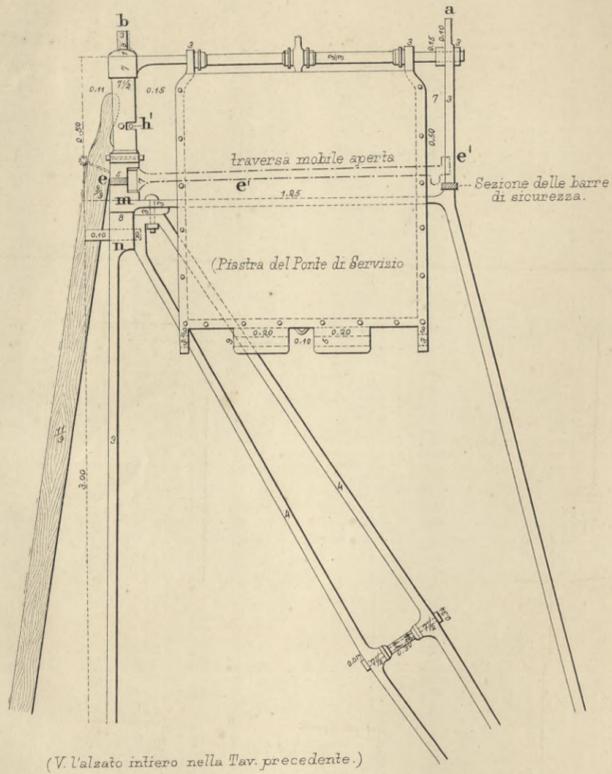
Nota Le punteggiature m n r, s p q, indicano la trasformazione del profilo a scarpie naturali, in profilo a muri di sponda, trasformazione che si andrà van mano effettuando.







Fig. 1. — Elevazione della sommità di una mensola.



(V. Valsato intero nella Tav. precedente.)

PARTICOLARI DELLE MENSOLE PER LE DIGHE MOBILI DELLA MOSA A LIEGI

Fig. 3. — Particolari della sommità del montante.

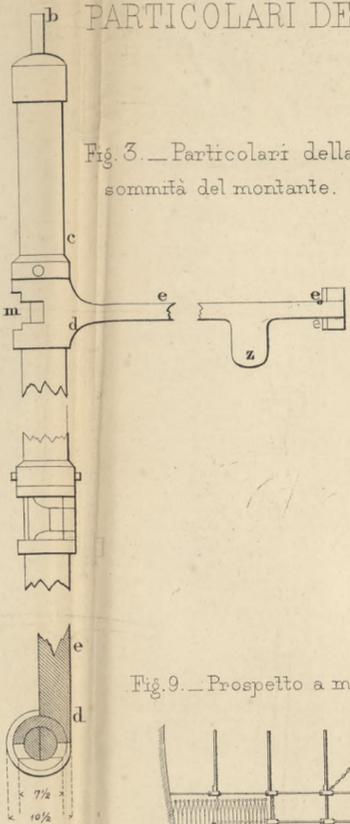
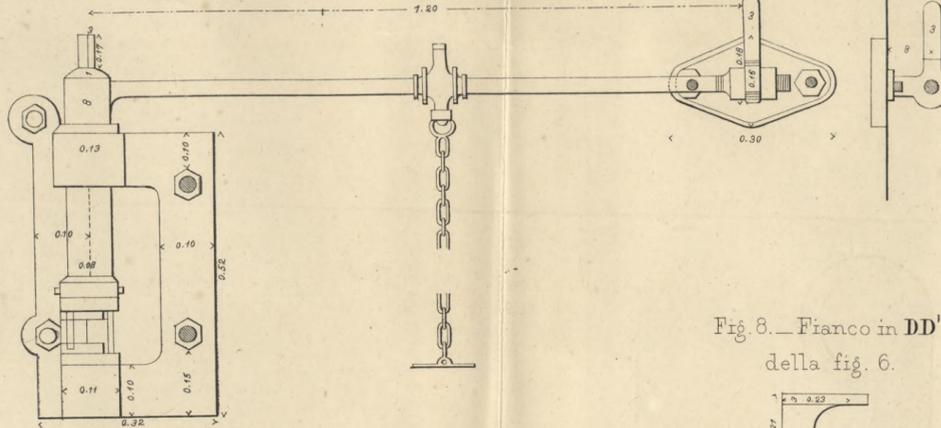


Fig. 5. — Sommità della mensola alla spalla del barrage











1957

11

11





WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

31659

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10,000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298423