



Comitato Locale per la Navigazione Interna

Studio di
Porto Fluviale
per la città di Cremona



Prem. Stab. Cromo-Tipo-Litografico Ditta PIETRO FEZZI & C.
Cremona-Milano — 1911

11/11/11

459
943.842



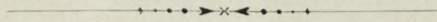
III 18398



Akc. Nr. 1467/52

A. S. E. Ettore Sacchi

Ministro dei Lavori Pubblici



Dalle poderose relazioni pubblicate dalla Commissione presieduta dall'Onor. Romanin Jacour, ai primi convegni dei rappresentanti di Provincie, Comuni, Camere di Commercio tenutisi dal 1903 al 1905 — dagli atti del Consorzio costituitosi in Milano nel 1905 ed opportunamente prorogato per un altro quinquennio, agli studi di carattere locale dei singoli Comitati sorti in ogni provincia della Valle Padana — gli Italiani hanno tratta la coscienza nuova del grandioso problema della Navigazione Interna, dal quale molto attende l'economia nazionale.

Nella vasta inquadratura del lavoro preparatorio, le pubblicazioni della Commissione reale rappresentano la base tecnica — organica e fondamentale — del problema; il Consorzio, invece — sia collo stimolare il Governo perchè alla restaurazione delle vie d'acqua venisse almeno provveduto nella misura contemplata dalla legge sui lavori pubblici, sia agitandosi per ottenere dal Parlamento altre e speciali disposizioni legislative in materia, sia mercè un diretto interessamento presso gli alti poteri dello Stato che valse ad apportare utili emendamenti ai due disegni di legge presentati dai Ministri Gianturco e Bertolini — fu il maggiore e più autorevole propulsore per la creazione del nuovissimo Istituto; ai Comitati locali — infine — si deve la minuta proficua propaganda, richiamante nei vari centri popolosi la attenzione del ceto commerciale ed industriale intorno a progetti di economiche vie di transito, non in concorrenza colle ferrovie, bensì integratrici necessarie del grande servizio dei trasporti.

Intercennero poi, a degno coronamento, gli esperimenti motonautici — organizzati con spirito di vera modernità dal Touring Club nel 1908 e nell'anno corr., — a rinnovare agli occhi delle presenti generazioni lo spettacolo suggestionante di una flotta di motoscafi, rimorchiatori, torpediniere, solcanti le acque del maggior fiume nostro, trionfatrice di difficoltà giudicate dianzi insuperabili.

Ed ora — così almeno appare a noi — il maggiore contributo di operosità per entrare nel periodo fattivo spetta ancora ai Comitati locali, centri naturali attorno ai quali più facilmente debbono raggrupparsi e fondersi le iniziative private chiamate dalla legge 2 gennaio 1910 a godere di agevolzze nelle concessioni di opere attinenti alla Navigazione interna, e per le quali il capitale troverà utile impiego dopo aver reso un inestimabile servizio agli interessi generali.

E poichè non dell'intero problema della navigazione interna è concesso affrontare l'immediata soluzione — data l'enorme somma di spese e di difficoltà, superiori ad ogni buon volere di Governanti; mentre lo riattivare la navigazione sul Po costituisce quel tanto di pratico nell'industria dei trasporti, che le condizioni di sviluppate attività commerciali dell'alta Italia a ragione reclamano dallo Stato, e che di propria iniziativa possono favorire — poichè ormai dalla generalità è assentito di circoscrivere il programma minimo al raggiungimento delle condizioni favorevoli e necessarie per una stabile navigazione da Torino a Venezia — evidentemente vengono in prima linea, non per merito tecnico, ma soltanto in causa della loro maggiore attendibilità pratica, gli studi inerenti al fiume Po.

Non v'ha bisogno di elencare i numerosi porti lungo alcuni fiumi della Germania e della Francia — aventi un'estensione di bacino quasi eguale a quella dei principali porti marittimi — nemmeno è necessario additarne la importanza commerciale, per far comprendere quale contributo allo sviluppo economico di città e di intere regioni possa derivare, anche nel nostro paese, da una assicurata circolazione di merci voluminose dall'Adriatico a quei centri di produzione e di consumo lungo il Po, già allacciati con linee ferroviarie e tramviarie percorrenti per ogni verso gli ubertosi piani della Lombardia e penetranti nelle industri valli alpine ed appenniniche. Anche nell'abbandono deplorabilissimo in cui venne lasciato fin qui il maggiore fiume italiano nei riguardi della navigabilità, gli esperimenti testè fatti attestano quale e quanta potenzialità di progresso economico stia rinchiusa nel suo corso maestoso.

Un'ulteriore trascuratezza, pertanto, del suo regime in rapporto al problema dei trasporti, sarebbe una colpa imperdonabile.

La sistemazione del Po si presenta sotto un duplice aspetto: continuativa — e fin d'ora accertabile nella portata, e nel suo effetto sicuro — con un servizio di dragatura per conto esclusivo dello Stato, adottandosi le direttive che l'Ingegnere Cav. Sassi e l'Ispettore Superiore Comm. Ing. Pelleri hanno dettato nelle loro pregevoli memorie per la sistemazione del letto di magra; l'altra — gradualmente proporzionata alla

inevitabile ascensione dei transiti — con armature di sponde, approdi ed aperture di porti interni, a carico di privati Consorzi, egualmente sovvenzionati dallo Stato a sensi della legge 2 gennaio 1910.

Non poteva il Comitato locale di Cremona rimanere estraneo alla seconda produzione di codesti studi. Esso ebbe a fissare nel proprio programma tre progetti che — secondo il suo avviso — rappresentano, per la Provincia di Cremona, la necessaria integrazione delle pubblicazioni governative, e cioè:

Porto fluviale sul Po — Canale navigabile Pizzighettone-Cremona in continuazione dell'altro Milano-Lodi-Pizzighettone — Canale Cremona-Tezzoglio, seguente l'andamento del Dugale Tagliata.

Alla compilazione dei due ultimi progetti — pei quali si ebbe già ad assumere i dati più necessari — il Comitato provvederà non appena ottenga dagli Enti locali i fondi all'uopo necessari. Credette intanto utile predisporre il progetto del porto fluviale sul Po, come quello di maggiore utilità immediata, affidandone l'incarico all'egregio Ing. Pietro Bortini addetto al locale Ufficio del Genio Civile, dopo che il Ministero dei L.L. P.P., sentito il parere favorevole del Capo Ufficio, diede il consenso.

In Consiglio Provinciale verrà prossimamente discussa la proposta dell'avv. Marengli per lo stanziamento della somma necessaria per fare gli studi del Canale Cremona Tezzoglio, che il Padre Frisi aveva ideato fino dal 1772. Ed il Comune concorrerà pure — non è da dubitarne — per l'allestimento del terzo progetto riferentesi al Canale Pizzighettone-Cremona, il quale verrà ad integrare quello già citato dell'Ing. Cav. Paribelli. Di entrambi codesti progetti si tenne naturalmente conto in quello del porto fluviale, oggi presentato, per quanto riflette i rispettivi collegamenti. Alla Cassa di Risparmio delle Provincie Lombarde — cui deve, oltre il nobilissimo, possente aiuto alla pubblica Beneficenza, l'incremento di moderne iniziative in ogni campo della umana attività — all'Ill.mo G. U. Avv. Alfonso Barinetti, rappresentante della Provincia di Cremona in quell'Istituto, il Comitato locale porge le espressioni di grato animo per i mezzi ad esso generosamente forniti.

Nessuno è in grado di potere oggi prevedere in quale misura si svilupperà la Navigazione Interna in Italia; se le esigenze di un traffico senza sospensioni porterà ad aggiungere, lungo alcune tratte del Po, dei canali, come — ad esempio — il citato collegamento Milano-Mantova per Lodi-Pizzighettone-Cremona-Tezzoglio. Che se anche da noi si ripetesse la prodigiosa intensificazione di transiti verificatasi nelle regioni del Reno, dell'Elba, dell'Oder — in modo da rendere veramente indispensabile creare una via acqua, più diretta e più spedita, parallelamente al tronco fluviale interposto fra Pavia e Mantova — appare fin d'ora la eccezionale importanza di Cremona come punto centrale della linea maestra.

Il suo porto — aperto, tanto ai transiti di cabotaggio lungo il fiume, quanto a quelli più diretti lungo il canale — diventerebbe la naturale stazione acqua di

smistamento per il commercio delle regioni mediane, come lo sarebbe il porto di Milano per la parte settentrionale della Valle Padana, una volta che fosse allacciato col Lago Maggiore, e, da esso colle ferrovie internazionali del Sempione, del Gottardo, del Loetschberg. Ad ogni modo il progetto attuale — contemplando lo stato incipiente di navigazione con uno scalo semplice, nonchè le disposizioni finali di diversi bacini con moli distintamente assegnati ai carboni, ai legnami, ai grani, ai concimi, etc., con binari, tettoie, magazzini, silos, elevatori, gru, ponti girevoli, ed in genere con tutte le attrezzature ed apparecchi indispensabili allo scarico, classificazione e ricarico delle merci, come e quanto nei porti marittimi — potendo insomma attuarsi gradualmente a seconda dello sviluppo della navigazione sul Po, tenendo peraltro conto delle condizioni topografiche locali — non si riduce unicamente allo studio generico di un porto fluviale, od anche di un porto sul Po, ma rappresenta effettivamente il porto nostro, come noi lo desideriamo, evocando l'antica preminenza di Cremona, distributrice in tutta la Lombardia del sale proveniente da Venezia, da Cipro, e dal Levante.

L'argomento della Navigazione Interna troverà nelle discussioni del secondo Congresso — che si terrà a Torino alla fine del mese corrente, sotto gli auspici della nuova Associazione Nazionale per i Congressi di Navigazione, presieduta dal senatore Colombo — impulsi di fede, di operosità, che si propagheranno a rinvivare ovunque le private iniziative, massime in quelle regioni, le quali — come Cremona — hanno la fortuna di una posizione privilegiata sul Po, e dovranno quindi risentirne per le prime i benefici.

E noi del Comitato, assumendo un impegno assunto, sentiamo di circondare delle generali simpatie della cittadinanza questo progetto, facendone omaggio all'E. V. che del regime fluviale della Valle Padana mostrò vivo interesse, e ne fece argomento di studi per apposite Commissioni tecniche, non appena assunto al Dicastero dei Lavori Pubblici.

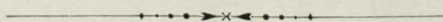
E tale omaggio era doveroso verso l'E. V., che alla costituzione di un Consorzio per l'attuazione delle opere nel progetto stesso contemplate — non appena approvato il regolamento per la legge 2 gennaio 1910 — sarà indubbiamente chiamata a dare il battesimo augurale.

Hoc est in votis!

IL COMITATO

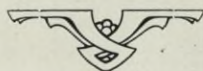
ING. R. LANFRANCHI, PRESIDENTE-RELATORE
 ING. A. BARBIERI — ING. F. FRAZZI — AVV. CAV. UFF. F. PIAZZA
 ING. CAV. M. SOLDI — ING. CAV. A. VALCARENGHI

Porto fluviale a Cremona



Relazione e Progetto di Massima

dell' Ing. PIETRO BORTINI



Relazione generale.

Il risveglio che sta prendendo la navigazione interna in Italia da due lustri ad oggi, non può lasciare e non lascia indifferenti le nazioni a noi vicine, quantunque enorme sia la distanza che corre fra le condizioni della navigazione interna nostra e quella di tutti gli altri stati d'Europa. Basta leggere infatti quanto l'Ill.mo generale Bigotti ha pubblicato come « Note sul Congresso a Nancy del giugno 1910 ». Da questo opuscolo, dalle discussioni sostenute in quel Congresso al quale parteciparono i più grandi fautori della N. I. di tutti i paesi, risulta chiaro la condizione veramente inferiore della nostra Italia al fianco degli altri stati. Eppure la stessa Francia, per quanto ricca di vie navigabili sistematiche ed organicamente allacciate, si mostra preoccupata per i progetti di altre nazioni e il dott. Papelier al Congresso di Nancy, dando uno sguardo a ciò che avviene nel Belgio, in Germania e Svizzera, nota che quei paesi, dopo aver attirato sulle loro linee le merci destinate al centro d'Europa, intendono di mantenere la loro preponderanza e non esitano trarre tutto il vantaggio possibile dalle loro vie d'acqua, e venendo più specialmente alla Svizzera osserva come facile sarebbe crearvi una grande via internazionale. « La Svizzera, dice egli, dipende ora dalle ferrovie estere pel trasporto di tutte le materie prime; la creazione di una rete fluviale sarebbe per essa sinonimo di indipendenza economica »;

Premesse
generali.

quindi dimostra la possibilità di stabilire in Svizzera una rete completa di Canali, appoggiandosi a Basilea come porto interno; intravede l'alto Reno unito al Rodano, al Lago di Costanza, al Danubio (a mezzo di un canale da Ulma al lago) e *detta rete, ancora unita all'Adriatico a mezzo del Po*. « Se tale programma venisse realizzato, esclama il Papelier, la Francia sarebbe completamente isolata ».

Ho voluto citare quel brano del signor Papelier per concludere che se tanto si preoccupa la Francia, ben più si dovrebbe preoccupare l'Italia che si trova senza comunicazione alcuna per via d'acqua e quindi completamente isolata, mentre deve sostenere l'enorme peso delle tariffe ferroviarie in confronto di quelle di navigazione godute dagli altri paesi.

Sempre nel sullodato opuscolo, troviamo anche un accenno a quanto dovrebbe fare l'Italia per assicurarsi i trasporti dall'Oriente e dall'Estremo Oriente. I signori Jules Bajard e Guillon infatti, dopo aver posto in rilievo che lo sviluppo tanto della N. I. quanto quello delle ferrovie deve permettere agli stati produttori, il mezzo di migliorare le condizioni delle industrie e di moltiplicare gli acquisti e le vendite favorendo la riduzione del costo di fabbricazione, aggiungono che se i porti di Anversa, Amburgo e Rotterdam, ebbero uno sviluppo così grande, si fu perchè, malgrado un percorso più lungo e la difficoltà della navigazione nel mare del Nord, poterono, mercè il concorso della N. I., attirare a sé una parte delle merci dell'Oriente e dell'Estremo Oriente, destinate all'Europa Centrale, le quali avrebbero invece maggiore interesse a sbarcare nei porti di Marsiglia e *Genova se questi possedessero alle loro spalle una rete di vie navigabili economica*.

È sempre la valle del Po quindi che dovrebbe costituire la prima grande arteria di comunicazione per l'Italia nostra, è la grande via navigabile tanto vagheggiata i cui due estremi, quali centri di espansione, sono Milano da un lato

e Venezia dall'altro. Ed è lecito sperare in un prossimo raggiungimento della meta desiderata, perchè a grandi passi la fede nei vantaggi della N. I. conquista il paese, perchè la provvida legge del 2 gennaio 1910 chiaramente traccia e facilita la via che gli enti interessati devono seguire per ottenere i maggiori vantaggi coi minimi sacrifici; perchè allo studio del principale bacino fluviale d'Italia è preposta una Commissione i membri della quale accoppiano ad una mente eletta un fervore senza pari, perchè a ciò che costituisce la tecnica idraulica del nostro Po vigila e dirige oggi una mente che alla esperienza profonda e sicura conquistata nello studio delle più grandi opere estere, accoppia la larghezza di vedute e la superiorità d'intelligenza che guidate sempre da una vera fede nell'avvenire della N. I. danno il miglior affidamento in un sicuro e prossimo successo; perchè finalmente in tutte le città bagnate o soltanto avvicinate dal gran fiume si agita fra le personalità più spiccate e fra i tecnici più valenti, uniti in comitati pro N. I., un forte desiderio di dimostrare che sentono e vedono in un avvenire non lontano il trionfo dei trasporti per via d'acqua, e si affrettano a portare le città loro verso la meta desiderata gareggiando in genialità di iniziative, in studi e progetti e in tutte le manifestazioni che colla N. I. hanno rapporti.

Da Milano a Venezia, attraverso alle terre fortunate, perchè lambite dal Po, corre un fremito di agitazione e di impazienza, si afferma in ogni città ed in ogni borgata la coscienza e la fede nella conquista dei trasporti fluviali. Ed è venuta anche la volta di Cremona! Cremona, la città tranquilla e serena che il gran fiume dolcemente bacia, si è pure risvegliata, e buon per essa se l'ardore che oggi la infervora troverà anche per l'avvenire la fiamma animatrice. Cremona è in posizione per natura privilegiata: Milano, la regina dell'industria e del commercio da una parte, Mantova, la futura Mannheim d'Italia dall'altra. Mantova vuol conquistare il mare, Milano vuol raggiungere Mantova: la

grande arteria deve necessariamente passare per Cremona!

Dalla capitale lombarda giunti a Pizzighettone si può arrivare a Cremona per due vie diversissime sia per principio informatore, sia per diversità assoluta di tracciati. Da Milano a Pizzighettone si arriva pel canale navigabile ormai progettato dalla provincia di Milano; da Pizzighettone a Cremona, tanto si può venire per via d'acqua naturale e convenientemente sistemata, quanto si può continuare il canale Milano-Lodi-Pizzighettone. Due soluzioni del problema di collegamento Milano-Cremona la discussione del quale è forse più difficile di quanto possa sembrare a prima vista; richiede prima d'ogni altra cosa rilievi e studi alquanto estesi ed esce inoltre dal campo a cui è destinato il presente scritto.

Sia però che venga seguita la via naturale Adda-Po, sia che venga costruita una via artificiale, Cremona ha bisogno di una stazione lungo questa via, e cioè di un *porto fluviale*.

Le opere che nel loro complesso organico devono costituire il porto completo, è necessario siano coordinate da poter essere eseguite progressivamente, in modo da offrire un utile immediato fin dalle prime spese sostenute per poi andare mano a mano aumentando fino all'opera completa col crescere dei bisogni commerciali della città e provincia. È questo il desiderio primo espresso dall'onorevole Comitato Locale per la Navigazione Interna al quale è dovuta l'iniziativa dei presenti studi, e lo scrivente che ebbe l'incarico di eseguirli, si uniformerà costantemente a tale concetto in tutto lo svolgimento dell'elaborato.

**Dove si costruirà
il porto.**

Il primo problema da risolvere è quello della scelta di una adatta posizione nella quale dovrà sorgere la parte principale dell'opera: il vero porto o porto interno. A chiunque conosca la sinistra del Po in vicinanza della nostra

città, tre località gli si presentano alla mente come possibili sedi del detto porto (vedi planim., tav. I): la prima è costituita dalla campagna a monte del rilevato ferroviario della linea Cremona-Borgo S. Donnino; la seconda dallo spazio racchiuso dai due rilevati ferrovia Cremona-Borgo e Stradone Passeggio e dalla strada di circonvallazione che unisce porta Po con porta Milano; la terza finalmente è costituita dall'area delimitata dalla strada detta del porto, dall'argine maestro del 3° comprensorio, dallo Stradone Passeggio, dal rilevato della fornace Frazzi e dalla strada del Sale. Questo porto dovrà in ogni caso avere un canale di comunicazione col Po, ma nello stesso tempo dovrà essere efficacemente protetto dalle piene del fiume.

Volendo progettare il porto nella prima località il canale di comunicazione predetto verrebbe a sboccare precisamente nel punto ove ora finisce il colatore Riglio: posizione veramente ottima essendo difeso a monte e a valle ed in diretto contatto col principale canale del fiume. Il porto però non sarebbe molto comodo alla città; difficile risulterebbe l'accesso al tronco di canale limitato dall'argine maestro e dalla sponda del fiume, che, come vedremo, deve costituire una parte importante dell'opera; finalmente il manufatto del tiro a segno e la cascina Quadri rappresentano due ostacoli non trascurabili dovendo occupare l'area in parola. D'altra parte riescirebbe facile il raccordo ferroviario, quantunque sarebbe necessario deviare la roggia che presentemente scorre parallela e subito a monte del rilevato ferroviario della Cremona-Borgo. Ottima pure la posizione per l'arrivo in porto dell'eventuale canale Pizzighettone-Cremona.

Passando ad esaminare la seconda posizione si presenta evidente la necessità di collegare il Po col porto interno mediante un canale il cui sbocco verrebbe ed essere posto in corrispondenza all'esistente voltatesta inferiore della difesa alla spalla sinistra del ponte in ferro. Il tronco di canale che così verrebbe costruito per la parte limitata dallo sbocco in

Po al rilevato dello stradone Passeggio, avrebbe facile e comodo accesso mediante una strada addossata al predetto rilevato che potrà pure dar posto ad un binario per tram. La configurazione naturale dell'area triangolare in parola, avendo un suo lato verso la città, si presta ottimamente ad ogni e qualsiasi svilupparsi di fabbricati, strade, piazzali, ecc. Risultano pure comodissimi i raccordi colle stazioni ferroviaria e tramviaria. Buona pure la posizione per ricevere il canale da Pizzighettone.

Finalmente veniamo alla terza posizione. Se detta area si presenta a prima vista adatta al caso che ci interessa, in seguito ad accurato esame devesi assolutamente ritenere alquanto inferiore alle due prime. La principale difficoltà che intanto si presenta è quella della posizione relativa al canale di comunicazione fra il Po e il porto. Logico sarebbe progettare tale canale sboccante in fiume fra la strada così detta del porto a monte e la strada del Sale a valle: ma questa posizione si rivela subito inaccettabile se si osserva che poco a valle della strada del porto si entra in un ramo secondario di Po fronteggiato da un'isola in formazione, mentre il canale navigabile abbandona la sponda sinistra subito a valle del ponte in ferro per addossarsi alla sponda destra (attualmente in parte protetta e in parte in corso di difesa) a monte del paese di Mezzano Chitantolo. È poi da aggiungere che si avrebbe ad ogni modo un tronco di canale della lunghezza di circa metri 500 soggetto ai danni delle piene. Resta quindi come tratto in cui potrebbe sboccare il canale adduttore al porto interno, quello compreso fra il ponte in ferro e la strada al porto. Premesso che detto canale è utile, anzi non temo di esagerare dicendo che è necessario, per diminuire il pericolo d'insabbiamento e di danni prodotti dalle piene alle opere che lo costituiscono, incontri il fiume facendo un angolo verso monte, il più possibile acuto colla linea di rotta nel detto fiume tracciata, devesi assegnare un andamento alquanto curvilineo che por-

terebbe sempre una estesa di canale soggetto ai danni delle piene di metri 400 oltre ad un inconveniente non indifferente prodotto da tale tracciato curvilineo. Venendo finalmente al vero porto si deve osservare, in tesi generale, che l'area disponibile se non è insufficiente come superficie, è alquanto sacrificata nella larghezza in vicinanza alla città, precisamente dove occorrerebbe maggior spazio per piazzali di deposito, calate, tettoie, binari di raccordo, ecc. Il tracciato planimetrico quindi di tale porto dovrebbe essere di forma allungata e trapezoidale, colle banchine fronteggianti Stradone Passeggio e strada del Sale. I raccordi ferroviari non sarebbero molto facili e dovrebbero sempre attraversare lo Stradone Passeggio.

La seconda posizione quindi è la preferibile sotto molti rapporti, e quantunque le altre due località presentino il vantaggio di non richiedere manufatti di sottopassaggi a rilevati, l'area triangolare fra la ferrovia Borgo S. Donnino, lo Stradone Passeggio e la strada di circonvallazione è quella che senza esitazione deve essere scelta come sede del porto fluviale per Cremona.

Dimostrata così la ragionevolezza della scelta per quanto riguarda l'area da occuparsi, diamo uno sguardo alla planimetria d'insieme (tav. I). Avendo sempre presente il concetto del graduale sviluppo, vediamo che le parti singole, aventi pure separatamente un organico proprio, sono le seguenti:

- a) Calata con gru e relativo pontile di sbarco.
- b) Avamporto o porto esterno.
- c) Primo bacino del porto interno e suo collegamento col porto esterno nonchè opere d'alimentazione.
- d) Secondo bacino del porto interno.
- e) Terzo ed eventualmente quarto bacino del predetto porto.

Anche lo schema planimetrico del porto interno preso a

sè fu studiato precisamente per averlo di facile costruzione graduale in modo da utilizzare, con successivi ampliamenti, quello che era stato fatto in precedenza. Ed ora vengo a descrivere le varie parti dell'opera.

**Calata con gru
e relativo pontile
di sbarco.**

Bisogno immediato è quello di mettere Cremona nella possibilità di usufruire nel modo più facile ed economico della via fluviale costituita dal Po nelle condizioni di navigabilità attuali. L'antica strada così detta *del porto* incontra la sponda sinistra di Po a circa metri 400 dal ponte in ferro verso valle. È questo il punto che si presenta, per condizioni naturali, più comodo ed adatto all'approdo dei natanti. Siamo ancora molto vicini alla sponda difesa alla quale è sempre addossato il miglior canale e quindi è sicuro un sufficiente tirante d'acqua per l'accostamento delle barche alla sponda anche nei periodi di massima magra, senza avere inoltre gli inconvenienti d'essere in pieno filone. È però necessario ridurre questo approdo naturale in condizioni ancora migliori e soprattutto dotarlo di quei mezzi che l'odierna meccanica ci fornisce per rendere facili e sbrigative le operazioni di carico e scarico, le manovre di approdo, gli ancoraggi, ecc. Si presenta subito la necessità di consolidare l'alta sponda per tutta l'estesa che dovrà avere la banchina d'approdo, con opere che ne garantiscano la stabilità e, diminuendo l'inclinazione della scarpa, permettano ai natanti di approssimarsi il più possibile agli ordigni di carico e scarico dai piazzali di deposito e dagli stessi carri situati sulla golena.

A questo però, che costituisce la prima parte del progetto generale, ha pensato e in parte provveduto, durante la sua residenza qui in qualità di R. Commissario, il commendatore sig. Benedetto avv. Scelsi costituendo un consorzio per l'esercizio di una gru mobile sotto la travata sud del ponte in ferro, per cui la banchina di sbarco e il relativo piazzale pei binari e deposito merci verrebbe estesa anche

al piano esistente in corrispondenza ed a valle della spalla sinistra del predetto ponte.

A completare e a maggior sviluppo di tale approdo viene ora proposta la sistemazione di m. 300 di sponda in corrispondenza alla vecchia strada del porto e come è indicato nella apposita planimetria. Il consolidamento, di tale sponda si propone in legname con schema di pali in cemento armato onde avere una spesa d'impianto per quanto possibile modesta, giacchè non è il caso di pensare ad un muro di sostegno e d'altra parte non sembra conveniente una difesa in ciottoli sciolti sia per la spesa non indifferente per ottenere un'opera stabile, sia anche perchè richiederebbe una scarpa tale da rendere disagiata le operazioni di carico e scarico.

Lo sviluppo continuo della navigazione, maggiormente accresciuto dai vantaggi apportati colla esecuzione delle opere descritte e costituenti il primo passo verso la meta che ci siamo prefissi, renderà presto insufficiente la semplice banchina d'approdo in riva al fiume e richiederà nuove e più grandi opere per aumentare la potenzialità dello scalo. Ed ecco presentarsi naturale l'idea di una vera e propria darsena per dare asilo al maggior numero di natanti e metterli contemporaneamente in condizioni facili e comode di carico e scarico. Avuto presente che questa darsena deve formare anch'essa parte integrale del progetto completo viene proposta a forma rettangolare sviluppantesi dallo stradone passeggio al Po, precisamente in corrispondenza al voltatesta inferiormente alla difesa della spalla sinistra del ponte. Lateralmente al bacino vengono costruiti due scali adibendo quello verso fiume ai carri comuni e quello verso città al carico principalmente su vagoni. (Vedi tav. III).

Si accede ai due scali mediante una strada larga m. 12, addossata al rilevato dello Stradone Passeggio e che s'innesta al medesimo nel punto d'incontro colla vecchia strada del

Avamporto
o
porto esterno.

porto. La darsena in parola viene ad avere una lunghezza utile di metri 190 ed una larghezza sul fondo di metri 35. Le sponde della darsena sono costituite da due muri sostegno che dal fondo, quota 29.45 salgono fino alla quota 36.75. Il piano delle calate invece è fissato alla quota 38 ritenendo a 37.75 l'altezza d'acqua limite di navigazione. Dalla fine dei muri di sponda quindi fino al piano delle calate la darsena sarà limitata da 6 file di gabbioni parallelepipedi in filo di ferro riempiti di ciottoli, convenientemente cementati e disposti a gradinata in modo che il piano involuppo di tale opera avrà l'inclinazione dell'uno e mezzo di base per uno d'altezza. I muri di sostegno sono fondati su palafitte e la inclinazione del paramento interno alla darsena sarà di $\frac{1}{20}$; ogni 20 metri verrà incassata nei detti muri una comoda scala che scenderà dalla sommità del muro fino al pelo di massima magra (quota 31.95) e che serviranno per piccolo carico e scarico, come per l'accesso dalla scala ai natanti e viceversa. Solidi anelli d'ormeggio saranno fissati ai muri laterali alla distanza di metri 10 e robusti pali, atti allo stesso scopo, verranno assicurati sull'orlo dell'ultimo strato di gabbioni e cioè al piano delle calate. Lo scalo verso città è pure corredato di un binario per gru mobile e di binari d'allacciamento per tram il quale accederà alla calata seguendo la stessa strada carreggiabile ed innestandosi alla linea Cremona-Piacenza sullo stradone Passeggio. Il fondo del porto esterno in parola è fissato alla quota 29.45 per cui, essendo la massima magra conosciuta pel Po all'idrometro di Cremona 31.95, si hanno sempre i prescritti metri 2.50 come tirante minimo.

Tenuto presente che la massima piena del Po, sempre all'idrometro di Cremona, è arrivata fino alla quota 39.75 cioè metri 1.75 sopra il piano delle progettate calate, è necessario pensare a portare in luogo altimetricamente sicuro la gru e gli altri possibili meccanismi che correderanno lo scalo. Per questo sono state progettate due tettoie (all'incontro

della strada del porto collo Stradone Passeggio) alle quali si accede pure con binario e sono col loro piano alla quota di metri 40. Il lato opposto all'imbocco e che è costituito dalla scarpa della strada che dà accesso allo scalo verso fiume, non è sostenuto da muro, perchè dovrebbe poi essere demolito al momento del collegamento del detto porto esterno con quello interno. La scarpa medesima però, ad impedire ogni possibile franamento prodotto specialmente dal *battilage* (che si avrebbe in ogni punto essendo variabile il pelo d'acqua in porto) viene rappresentata come rivestita da un salvaripa di buzzoni o da un semplice muro a secco in pietrame.

Lo sbocco del porto in Po verrebbe naturalmente difeso sia a monte come a valle collo stesso sistema adottato pel rimanente della sponda del fiume fino alla spalla del ponte e cioè con scogliera in sasso sciolto avente la scarpata del due di base per uno d'altezza e banchina orizzontale di met. 3 alla quota di metri 1. 20 sullo zero dell'idrometro di Cremona.

La larghezza della darsena è tale da permettere il libero incrocio di due natanti della larghezza di metri 8 (barca da 600 tonnellate) mentre altri due, nella stessa sezione e ai due fianchi sono addetti ad operazioni di carico e scarico. Il piano dello scalo verso fiume, risulta sopraelevato sull'esistente piazzale di m. 1 \div 1. 20 e quindi risulta minimo l'ostacolo da esso creato; ad ogni modo anche la scarpa verso fiume di tale piazzale verrà difesa con buzzoni parallelepipedi di filo di ferro a nucleo di ciottolo. È pure ottima, dal punto di vista della linea di rotta in Po, la direzione assegnata al porto esterno e, come bene risulta dalle sezioni rilevate (tav. II), basta un lieve abbassamento nel fondo di fronte e appena a valle dell'attuale Châlet dei Canottieri per assicurare il facile arrivo alla via navigabile che segna il miglior canale in Po.

**Primo Bacino
del porto interno
e suo
allacciamento
col
porto esterno.**

Siamo arrivati collo sviluppo della N. I. e del commercio per Cremona al giorno fortunato in cui non basta più la darsena superiormente descritta, ed è necessario por mano alla costruzione del vero porto o porto interno. La posizione è già scelta, lo schema lo conosciamo già, cominciamo dal primo bacino (vedi tav. I, III, IV e V). La forma è rettangolare; lunghezza metri 250, larghezza metri 70. La quota del fondo viene fissata a metri 34 sul comune marino; il livello di normale ritenuta a metri 37.50 il piano delle calate a metri 39,75, essendo 39,47 la quota della massima piena conosciuta pel vicino Morbasco. Anche qui le sponde del bacino sono sostenute da muri il paramento interno dei quali ha l'inclinazione di $\frac{1}{20}$. La calata verso la ferrovia Cremona-Borgo S. Donnino, è principalmente riservata al carico e allo scarico su e da vagoni ferroviari, la calata verso lo Stradone Passeggio è occupata da binari del tram e da carri comuni; a questi ultimi sono riservate pure le due testate. Due tettoie pel deposito delle merci verranno costruite sulle due calate laterali. L'allacciamento di questo bacino col porto esterno viene fatto mediante un canale della larghezza di metri 14 a livello del fondo (*), e attraversato da una conca lunga metri 65 e larga metri 9 (dimensioni per le barche da 600 tonnellate della via navigabile Venezia-Milano e adottate dalla onorevole Commissione per lo studio della N. I).

Essendo fissato il livello di normale ritenuta del porto interno alla quota 37.50 ed essendo il livello di massima magra in Po, e quindi nel porto esterno, a metri 31.95, ne viene che il salto massimo da vincere sarebbe di metri 5.55. Dico subito però che questo salto lo si avrà solo in casi eccezionalissimi, ed anzi la magra accennata la si ebbe nel 1908 mentre fino a quell'anno non si era mai oltrepassata la quota di metri 32.53. Si può ritenere invece

(*) Sono prescritti m. 16 in cunetta pei canali servibili a natanti da 600 tonn. ma con un tirante di m. 2.30, mentre nel caso nostro abbiamo m. 3.50 d'acqua,

che il salto medio che si avrà alla conca sarà dato da $37.50 - 34 = m. 3.50$. La conca è proposta subito a monte del rilevato costituente lo Stradone Passeggio, fra la conca quindi e il porto esterno abbiamo il sottopassaggio del detto rilevato. È stato stabilito dalla più volte menzionata Commissione per lo studio della N. I., che il franco sul pelo di navigazione in corrispondenza ai manufatti non sia minore di metri 3.50. Orbene nel caso nostro, il sottopassaggio viene progettato col suo asse a metri 160 dall'inizio della travata sud del ponte in ferro, e in questo punto la sommità stradale è alla quota 42.40, perciò $42.40 - 37.50 = 4.90$, Abbiamo quindi metri 1.40 per lo spessore della massicciata stradale e degli organi portanti la medesima; il ponte verrà progettato in ferro o in cemento armato e quindi lo spessore di metri 1.40 è più che sufficiente.

Data la scelta nell'orientamento del porto esterno in modo da incontrare il corso del fiume sotto un angolo il più possibile acuto, per le ragioni a suo tempo esposte, e avendo pure dovuto tenere su uno stesso rettilineo col porto esterno il sottopassaggio allo Stradone Passeggio e la conca, è stata inevitabile una breve curva nel tratto di canale che dalla predetta conca accede al porto interno. Tale curva ha una lunghezza di metri 130 e un raggio di metri 500, verrà tracciata parabolica e perchè non abbia menomamente ad influire sulla comodità di transito dei natanti anche delle maggiori dimensioni, assegneremo in corrispondenza alla mezzaria di tale curva una sopralarghezza alla sezione data dalla media risultante dalle due formole:

$$X_1 = \frac{5L^2}{4(2R - l)};$$

L = lunghezza barche; R = raggio di curvatura dell'asse del canale; l = larghezza in cunetta nei rettilineo (sezione normale).

$$X_2 = \frac{2(a_1^2 + a_2^2)}{2R};$$

a_1 e a_2 = semi — lunghezza dei battelli che si devono incontrare; R = raggio come sopra.

Nel caso nostro (assumendo naturalmente le dimensioni dei maggiori natanti che devono percorrere il canale) abbiamo:

$$\begin{array}{ll} L = m. 58.00; & R = m. 500.00 \\ l = m. 16.00; & a_1 = a_2 = m. 29.00 \end{array}$$

Il canale di allacciamento in parola sarà provvisto di due vie alzaie di metri 6.00 alla quota delle calate e cioè a metri 39.75 sul comune marino.

È inoltre necessario tener presente che la conca progettata, della lunghezza di metri 65 è naturalmente esuberante pei natanti di portata inferiore alle 600 tonnellate e siccome quando sarà attivato un solo bacino del porto interno, è presumibile che tali natanti di media e piccola portata saranno ancora numerosi, torna utile, per risparmio di tempo ed anche per risparmio di acqua, dividere la conca in due parti con un sistema intermedio di portoni, in modo da avere un secondo cratere utile della lunghezza di metri 36.

Finalmente osservo che date le condizioni altimetriche della località, (quota media del terreno metri 37.50, quote calate, piazzali, strade, ecc. metri 39.75) sia pei raccordi ferroviari, sia pei piazzali di deposito, strade, ecc., occorrono rilevati di discreta importanza, e il materiale necessario potrà essere ricavato, oltre che dagli escavi dei bacini e del canale di comunicazione col porto esterno, anche, in caso di bisogno, dalla demolizione dei bastioni che circondano per buona parte Cremona, ottenendo così per la città un miglioramento dal punto di vista igienico ed estetico. La parte di muratura costituente i detti bastioni servirebbe benissimo per la costruzione dei muri di sostegno delle calate, pel bacino della conca, ecc.

Colla prima formula abbiamo:

$$X_1 = \frac{5 \times \overline{58.00}^2}{4(2 \times 500 - 16)} = m. 4.27.$$

Colla seconda formola invece:

$$X_2 = \frac{2(2 \times \overline{29})^2}{2 \times 500} = m. 3.36.$$

Terremo quindi sulla mezzaria della curva una sopralarghezza di metri 3.80.

**Secondo e terzo
bacino;
il porto interno
completo.**

Ho già rilevato come gradatamente al primo bacino del porto interno ne possa essere accoppiato un secondo e a questi due aggiunto un terzo qualora esigenze di traffico lo richiedessero. Un ulteriore ampliamento, lo rilevo per ogni eventuale bisogno, si può avere colla massima comodità aprendo un quarto bacino sulla sinistra del canale d'allacciamento con un pontile di separazione dai primi tre. (Lo si vede punteggiato nella planimetria d'insieme, tav. I). Lo schema generale non è nella sua essenza cambiato, verrebbe ampliato lo scalo adibito ai binari tramviari e destinato un nuovo pontile al carico e scarico diretto per carri comuni.

Il porto interno completo (di tre bacini) verrebbe così ad essere dotato di uno sviluppo di banchine d'approdo per metri 1500, mentre l'area dello specchio d'acqua costituente i tre bacini risulta di metri quadrati 55000 e l'area complessiva occupata da bacini e piazzali risulterebbe di metri quadrati 200000.

L'accesso dalla città al porto, come ben appare dalla planimetria generale, risulta comodissima. Per chi esce da porta Po non ha che da scendere lateralmente allo Stradone Passeggio ed è subito alle vicine calate; uscendo invece da porta Milano o venendo dalla stazione si segue la circonvallazione e due comode strade, una delle quali limitante il fianco degli approdi e tracciata nel progetto di piano regolatore per Cremona dell'ing. Remo Lanfranchi, conducono al porto.

Il tram pure vi ha facilissimo accesso allacciandosi da una parte alla circonvallazione e dall'altra alla linea Cremona-Piacenza sullo Stradone Passeggio.

L'allacciamento ferroviario pure è in ottime condizioni; infatti mentre non impedisce menomamente il transito sulle calate adibite alle tramvie e ai carri ordinari, s'innesta alla linea Cremona-Borgo S. Donnino appena prima d'arrivare al passaggio a livello della strada provinciale per Milano sviluppandosi per una lunghezza di binario di metri 600 circa

con curve i cui raggi non sono inferiori a metri 200 e colla pendenza del 7 per mille.

Finalmente la posizione e l'orientamento del progettato porto è pure adatta per ricevere l'eventuale linea navigabile artificiale Pizzighettone-Cremona, sia come stazione di testa, sia come stazione di transito. Infatti il canale Pizzighettone-Cremona sottopasserebbe il rilevato della ferrovia Cremona-Borgo S. Donnino nel punto stesso in cui è previsto il sottopassaggio del canale alimentatore (dato che venga preferito questo sistema a quello d'alimentazione meccanica), derivato dal Morbasco. Appena attraversato tale rilevato il canale si biforca; un ramo corre in porto e l'altro va ad allacciarsi al canale che conduce al porto esterno. Se poi la linea navigabile artificiale si dovesse continuare a valle fino a Casalmaggiore o pel Tagliata sistemato fino all'Oglio e a Mantova, il porto di Cremona diventerebbe una vera stazione laterale alla grande arteria Venezia-Milano. In questo caso fra il porto e lo stradone Passeggio il canale navigabile verrebbe attraversato da un ponte girevole.

Ho finito così la relazione, a grandi tratti, sul progetto di massima per porto fluviale a Cremona, come credo risponda meglio alle esigenze attuali e a quelle future della nostra città. L'idea dell'On. Comitato locale per la N. I. è illustrata, ed ora sorge Cremona seguendo l'esempio delle città vicine e principalmente di Milano; si levi Cremona e pensi che fino ad ora fu dimenticata anche dagli stessi studiosi di N. I., e questo lo deve a sè stessa, alla sua innata freddezza e forse un po' alla stessa sua ricchezza che non la spinge a cercare un miglioramento economico e un maggior frutto al capitale.

Anche ultimamente in una nota stampata a Bologna nel marzo 1911 e dovuta ai signori ingegneri Valdesi e Delai per una « Comunicazione navigabile tra il Po e l'Adriatico attraverso il delta », in un ispirato appello che gli autori fanno alle città interessate ad ottenere questa comunicazione,

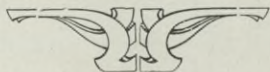
scrivono: « Si levi dunque Milano, feconda di intelligenze e di opera, e sempre prima in tutte le imprese di grandezza materiale e civile, si levino con essa Pavia, Piacenza, Mantova e Pontelagoscuro, auspicate quali maggiori scali della grande arteria navigabile padana ».

E Cremona? Perchè dimenticarla? Perchè non fare appello anche ad essa ed in essa sperare?

Onorevoli Membri del Comitato locale della N. I. a Voi il provare e sostenere che anche Cremona deve essere considerata quale maggiore centro lungo la grande arteria navigabile padana! Sia anche Vostro e per sempre il motto *navigare necesse* e l'avvenire di Cremona sarà assicurato anche nel campo della Navigazione Interna.

Cremona, Settembre 1911.

Ing. PIETRO BORTINI.



PREVENTIVO SOMMARIO

per la costruzione delle singole parti organiche dell'opera
e del porto nella sua forma definitiva

I.° Calata con gru:

a) Sistemazione alta sponda di Po inferiormente al voltatesta della esistente difesa con escavazione del fondo per assicurare il tirante d'acqua necessario: Metri lineari 300 a lire 250 il metro	L. 75.000,00
b) Binari e arredamento dello scalo	„ 15.000,00
c) Per maggiori lavori imprevisi	„ 10.000,00
	<u>Sommano L. 100.000,00</u>

*
* *

II.° Avamporto o porto esterno:

a) Scavo per costruzione darsena, mt. ³ 69.000 a lire 1,20 il mt. ³ importano	L. 82.800,00
b) Maggior rilevato da computarsi per costruzione strada d'accesso, mt. ³ 6.000 a lire 1,20 il mt. ³ ..	7.200,00
c) Fondazioni di calcestruzzo su palafitte pei muri d'ambito della darsena; mt. ² 1.500 a lire 45 il mt. ² „	67.500,00
d) Muri di sostegno; mt. ³ 3.300 a lire 15 il mt. ³ „	49.500,00
e) Salvaripa in buzzoni o scogliera sulla sponda della darsena verso Stradone Passeggio; mt. ² 500 a lire 4 il mt. ² importano	„ 2.000,00
f) Arginello di buzzoni a scatola ripieni di ciottoli per coronamento banchine; mt. lineari 500 a lire 15 il mt. lineare	„ 7.500,00
g) Sistemazione con massicciata delle calate e strada d'accesso; mt. ² 12.000 a lire 2,20 il mt. ²	„ 26.400,00
h) Arredamento del porto esterno	„ 80.000,00
i) Per espropriazioni	„ 7.000,00
l) Per maggiori lavori imprevisi	„ 70.100,00
	<u>Sommano L. 400.000,00</u>

III.° Opere d'allacciamento fra il porto esterno e il porto interno:

a) Ponte pel sottopassaggio dello Stradone Passeggio L.	90.000,00
b) Conca con relativi caselli pei manovratori	450.000,00
c) Ponte per la continuità dell'argine-strada attraversato dal canale adduttore al porto	20.000,00
d) Canale adduttore dalla conca al primo bacino; scavo mt. ³ 25.000 a lire 1,20 il mt. ³	30.000,00
e) Sistemazione delle vie alzaie laterali al predetto canale; mt. ² 6.000 a lire 2,20 il mt. ²	13.200,00
f) Per espropriazione dei terreni a sede delle opere sopra-descritte	12.000,00
g) Per maggiori lavori imprevisi	84.800,00
	Sommano <u>L. 700.000,00</u>

*
* ***IV.° Bacini costituenti il porto interno:**

a) Scavo mt. ³ 280.000 a lire 1,20 il mt. ³ L.	336.000,00
b) Fondazioni in calcestruzzo su palafitte in legname; mt. ² 7.000 a lire 45 il mt. ²	315.000,00
c) Muri di sostegno; mt. ³ 24.500 a lire 15 il mt. ³	367.500,00
d) Massicciata sul piano delle calate, strade d'accesso, piazzali, ecc., mt. ² 20.000 a lire 2,20 il mt. ²	44.000,00
e) N.° 3 ponticelli in muratura attraverso il colatore Morbasco per le strade d'accesso	20.000,00
f) Costruzione strade d'accesso, impianto binari per raccordi ferrovia e tram	200.000,00
g) Arredamento generale del porto	150.000,00
h) Per espropriazioni	90.000,00
i) Per maggiori lavori imprevisi	207.500,00
	Sommano <u>L. 1.730.000,00</u>

*
* *

La costruzione del porto interno verrebbe iniziata con un solo bacino il costo del quale non supererebbe le L. 700.000,00 e potrebbe

servire ai bisogni della città per diversi anni. — Con una spesa poi di altre L. 600.000,00 potrà venire accoppiato al primo un secondo bacino, per modo che la spesa di costruzione del porto interno completo (costituito di 3 bacini) verrebbe sostenuta in tre successivi periodi.

*
* *

V.° Opere per l'alimentazione idrica del porto:

Complessivamente L. 70.000,00

RIASSUMENDO :

Il costo totale dell'opera risulta:

1.° Calata con gru	L.	100.000,00
2.° Avamporto o porto esterno	„	400.000,00
3.° Opere d'allacciamento fra il porto esterno e il porto interno	„	700.000,00
4.° Bacini costituenti il porto interno	„	1.730.000,00
5.° Opere per l'alimentazione idrica del porto	„	<u>70.000,00</u>
Sommano in totale		<u>L. 3.000.000,00</u>

Alimentazione idrica dei bacini portuali.

L'unico corso d'acqua che possa servire alla alimentazione idrica del porto come fu progettato, è il vicino colatore Morbasco. Il problema può essere tecnicamente risolto in due modi distinti: o provvedendo alla sopraelevazione meccanica con un impianto da eseguirsi subito a valle del rilevato costituente la ferrovia Cremona-Borgo S. Donnino o con un piccolo canale, a pelo libero, derivato dallo stesso Morbasco in punto adatto.

La sopraelevazione massima da eseguire nel volume d'acqua necessario, ammesso di ricorrere all'impianto meccanico, è di circa metri 1,00 (*), mentre in istato di morbida del Morbasco stesso il dislivello da vincere verrebbe alquanto diminuito ed anche ridotto a zero.

L'alimentazione meccanica può essere preferibile all'altra costituita dalla derivazione a pelo libero, specialmente se nello scavo dei bacini s'incontra, come è probabile, una buona falda acquifera che riduca di alquanto il volume d'acqua che vi dovrebbe derivare dall'esterno per i bisogni del porto. Questo fatto sarà in seguito studiato in base ad appositi assaggi, certo si è che il problema in sè non presenta alcuna difficoltà e tutto è ridotto ad un semplice impianto di pompe e ad una adatta opera all'imbocco del canale alimentatore del porto per difendere quest'ultimo dalle piene del Morbasco.

Vediamo invece come si presenta il problema dell'alimentazione a mezzo di un canale derivato a pelo libero. Come appare dalla planimetria generale (tav. I^a corredata dalla tav. VI^a), la derivazione viene proposta a km. 4.00 circa a monte della città, non potendo assolutamente sbarrare (per l'altimetria dei terreni circostanti e ragioni d'igiene) il corso d'acqua in vicinanza al porto.

(*) Infatti il pelo di magra del colatore Morbasco subito a valle del rilevato ferroviario Cremona-Borgo S. Donnino, si aggira attorno ai metri 36,50 sul C. M., e invece il livello di normale ritenuta in porto è stato fissato a metri 37,50 sempre sul C. M.

La portata del Morbasco nella località scelta per la derivazione, e nella quale il pelo d'acqua trovavasi alla quota di metri 37,54, da misura eseguita il 12 marzo 1911 con uno stato d'acqua che a ragione può ritenersi di forte magra, è risultata di mt.³ 1.39. (Vedi avanti riportati i calcoli e le osservazioni idrometriche del Morbasco).

Tale quantità d'acqua che teoricamente può sembrare piuttosto scarsa, è facile vedere che nel caso pratico nostro deve considerarsi sufficiente ed ecco il perchè:

Riportandoci al caso più sfavorevole e cioè a quello di massima magra in Po, abbiamo che per ogni concata occorrono mt.³ d'acqua:

$$65.00 \times 9.00 \times 5.55 = \text{mt.}^3 \text{ 3246.75}$$

Potendo noi contare su una portata netta di mt.³ 1.30 al secondo nel canale alimentatore, occorrono 42 minuti per riempire la conca e in queste condizioni la potenzialità del canale adduttore al porto sarebbe un po' ridotta. L'inconveniente però scompare praticamente, perchè avendo divisa la conca in due, i 42 minuti si perderebbero solo nel caso in cui il battello che fa conca fosse da 600 tonellate; inoltre la navigazione subisce durante la notte un inevitabile periodo di sosta: sulle 24 ore si potranno contare al massimo 15 ore durante le quali si eseguono operazioni di conca; ebbene portiamo in porto il canale alimentatore col suo pelo d'acqua a metri 37.75 anzichè a 37.50 (*), durante le ore notturne il pelo d'acqua in porto sale alla predetta quota di metri 37,75 e pure ammettendo di essere nel periodo in cui vi sia un solo bacino a costituire il porto, veniamo ad immagazzinare oltre a mt.³ 4300 d'acqua, che possono essere portati ad 8600 se pensiamo che il pelo di normale ritenuta può essere abbassato, senza inconveniente alcuno, di cm. 25.

Veniamo così ad avere, nelle 15 ore di lavoro, una quantità di acqua disponibile data da:

$$15 \times 3600 \times 1.30 + 8600 = \text{mt.}^3 \text{ 78800}$$

Con tale quantità d'acqua si possono fare 24 grandi concate, ossia una concata ogni 37 minuti, oppure 10 grandi concate e 23 piccole, vale a dire una concata ogni 27 minuti circa.

(*) Ciò che si può ottenere perchè nel punto ove verrebbe eseguita la progettata derivazione è possibile, senza inconveniente alcuno, sopraelevare il *pelo di magra* del Morbasco, d'una trentina di centimetri.

Se il porto è completo e i bacini sono tre o quattro, sarà più grande il traffico, ma mentre oltre 35 o 40 concate al giorno non è possibile fare pel tempo che occorre alle opportune manovre, cresce anche il contributo dell'acqua immagazzinata (mt.³ 27500 coi tre bacini e il canale alimentatore nelle 9 ore di riposo notturno potrebbe portare oltre mt.³ 42000 d'acqua). Se poi arrivati a tale sviluppo nella navigazione fluviale venisse costruito il canale Pizzighettone-Cremona supplirebbe ad ogni bisogno la portata del canale medesimo.

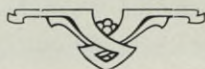
In condizioni normali invece nello stato d'acqua del Po, il salto da vincere colla conca è limitato a metri 3,50 e ad ogni concata vanno perduti mt.³ d'acqua:

$$65.00 \times 9.00 \times 3,50 = \text{mt.}^3 2047.50$$

e conseguentemente si può fare una concata grande ogni 25 minuti lasciando costante il pelo d'acqua in porto.

Ancora osserviamo che potendo facilmente tollerare la variazione nel regime di normale ritenuta in porto di cm. 50, dalla quota di metri 37.25 alla quota di metri 37.75 (limite di navigazione in Po) si entra dall'avamposto al porto interno senza fare operazione alcuna di conca.

Finalmente, se gli studi che ancora si faranno prima che venga costruito il porto interno consigliassero ad abbandonare la via artificiale Pizzighettone-Cremona e mancasse così la possibilità d'aver un giorno acqua ad esuberanza senza spesa alcuna, potrà convenire di corredare la conca di collegamento fra il porto e il Po di bacini di risparmio.



Misura della portata di magra del colatore Morbasco eseguita a metri 50.00 a monte del ponte per la strada di Cascina Borelli (Cava Tigozzi) =====

L'idrometro alla Strada del Sale (*) nel giorno della misura — 12 marzo 1911 — segnava: m. 2,07 ed era stazionario in detta quota fino dal giorno 8 stesso mese, mentre non era mai disceso oltre quel limite durante tutto l'inverno

Premesso che la derivazione che dovrebbe essere fatta dal colatore Morbasco per l'alimentazione del porto di Cremona deve avere il pelo d'arrivo alla quota di m. 37.50 sul comune marino, e che dalla livellazione all'uopo fatta è risultato che il pelo d'acqua del colatore in parola al momento della misura e nella località in cui detta misura fu eseguita si trovava alla quota di m. 37.54, si è scelta una sezione a m. 50 superiormente al ponte in muratura della strada per cascina Borelli: In tale località il corso d'acqua si presenta in leggera curva, senza punti singolari nella sezione e quindi a corso regolare e a moto pressochè uniforme. Dalla detta sezione si è misurato verso valle un tratto di m. 10,00 e su tale tronco si è eseguita la misura della velocità di sei filetti attribuendo tale velocità al corpo elementare di acqua circostante, come appare dalla pianta qui retro riportata del tronco sul quale si sperimentò. Indicando con v_s la velocità dei filetti superficiali scelti risultò intanto:

$$v_{1s} = m. 0,24; v_{2s} = m. 0,36; v_{3s} = m. 0,45; v_{4s} = m. 0,45;$$

$$v_{5s} = m. 0,45; v_{6s} = m. 0,47.$$

(*) Lo zero dell'Idrometro al quale si riferiscono le riportate osservazioni, si trova alla quota di m. 34,145 sul comune marino.

Dalla velocità superficiale v_s è facile passare alla velocità media v_m sulla verticale ricorrendo alla relazione:

$$v_m = 0,88 v_s$$

Il coefficiente 0,88 si è scelto tenendo presente che:

Von Wagner dà $v_m = 0,838 v_s$; lo Zoppi coi suoi più recenti studi trovò: $v_m = (0,87 : 0,97) v_s$; Hagen consiglia senz'altro $v_m = 0,88 v_s$ e finalmente Nazzani propone $v_m = (0,88 \div 0,90) v_s$.

Ottenuto così il diagramma delle velocità medie sulle verticali dei vari filetti, si sono calcolati i prodotti parziali ωv_m delle singole aree elementari per la velocità media sulla verticale del filetto a cui detta area è attribuita; ciò fatto la portata che si cerca è presto ottenuta e indicandola con Q sarà precisamente:

$$Q = \omega_1 v_{1,m} + \omega_2 v_{2,m} + \dots = \Sigma \omega v_m = m.^3 \mathbf{1,395}$$

Ed essendo l'area viva della sezione $\Omega = m.^2 \mathbf{3,69}$ ne risulta una velocità media nella sezione medesima data da:

$$U = \frac{\Sigma \omega v_m}{\Sigma \omega} = \frac{1,395}{3,69} = m. \mathbf{0,378}$$

Allo scopo di confrontare i risultati testè ottenuti con quelli dati dalle formole che ricorrono alla velocità massima del filone e alla pendenza del pelo d'acqua, si sono raccolti anche questi elementi che risultarono rispettivamente:

$$\text{pendenza } i = 0,0003; \quad v_{s \max} = 0,50$$

Una formola semplicissima che ci dà subito la portata in funzione della sola $v_{s \max}$ è la seguente del Von Wagner:

$$U = 0,67 v_{s \max} + 0,027 v_{s \max}^2 \text{ che nel nostro caso dà}$$

$$U = 0,342 \quad \text{ed essendo } Q = U \Omega \text{ abbiamo:}$$

$$Q = m.^3 \mathbf{1,26}$$

La formola nuova invece del Bazin:

$$U = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R.m}}} \sqrt{R.m i}$$

Al coefficiente di asperità γ nel caso attuale, sembra razionale attribuirvi il valore che lo stesso Bazin scelse pei canali a pareti in terra giacchè di tale natura sono effettivamente il fondo e le sponde del Morbasco nella località studiata e il raggio medio della sezione è sufficientemente grande per ritenere di essere abbastanza prossimi alle condizioni in cui l'eminente idraulico sperimentò per stabilire i valori del coefficiente nelle sue formole. Porremo quindi $\gamma = 1,30$ e allora applicando anche ad R_m il suo valore (vedi avanti tav. pag. 31):

$$U = \frac{87}{1 + \frac{1,30}{\sqrt{0,549}}} \sqrt{0,549 \times 0,0003} = \frac{1,114}{2,76} = 0,40$$

$$Q = U \Omega = 0,40 \times 3,69 = m.^3 \mathbf{1,47}$$

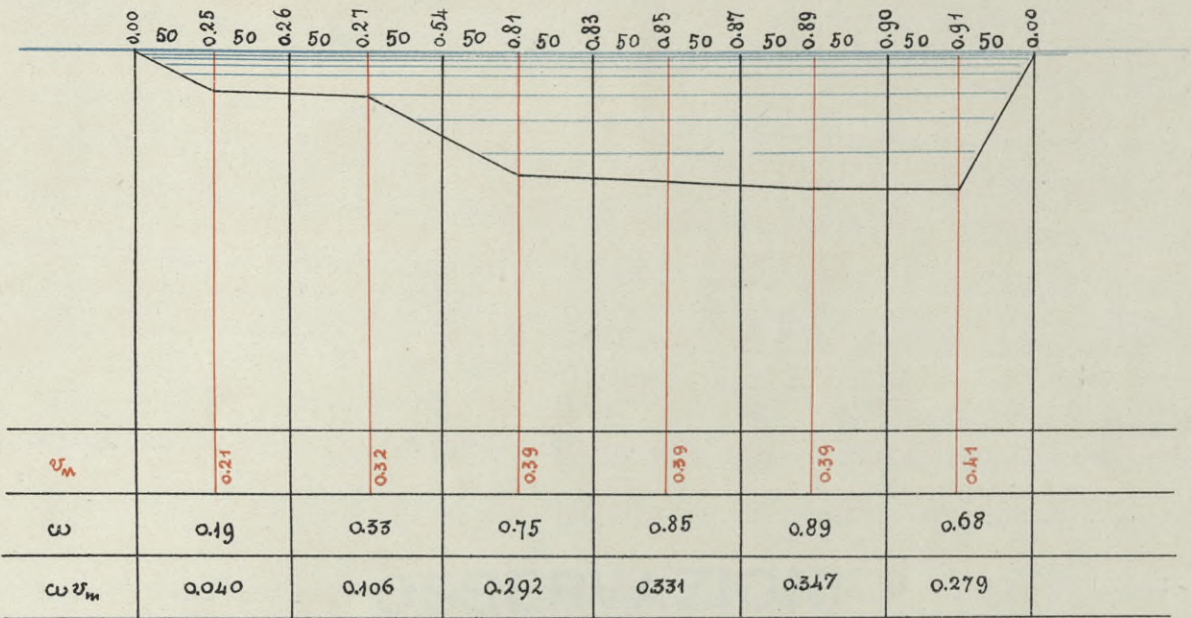
Date le difficoltà che s'incontrano nella misura della pendenza e la variabilità grande dei coefficienti, i risultati sembrano sufficientemente comparabili, ciononostante noi riterremo come valore della portata i $m.^3$ 1,40, in cifra tonda, ottenuti col primo metodo che è certamente il più attendibile.

Aggiungo inoltre che disgraziatamente non furono fatti mai, almeno per quanto mi fu dato di sapere, studi sul regime e sulle portate del colatore Morbasco, è però vero che a quanti ebbi occasione di domandare mentre eseguivo i rilievi lungo il detto colatore, se ricordassero d'aver visto il Morbasco con meno acqua d'allora, tutti risposero che per quanto ricordavano non v'era mai stata così grande magra.

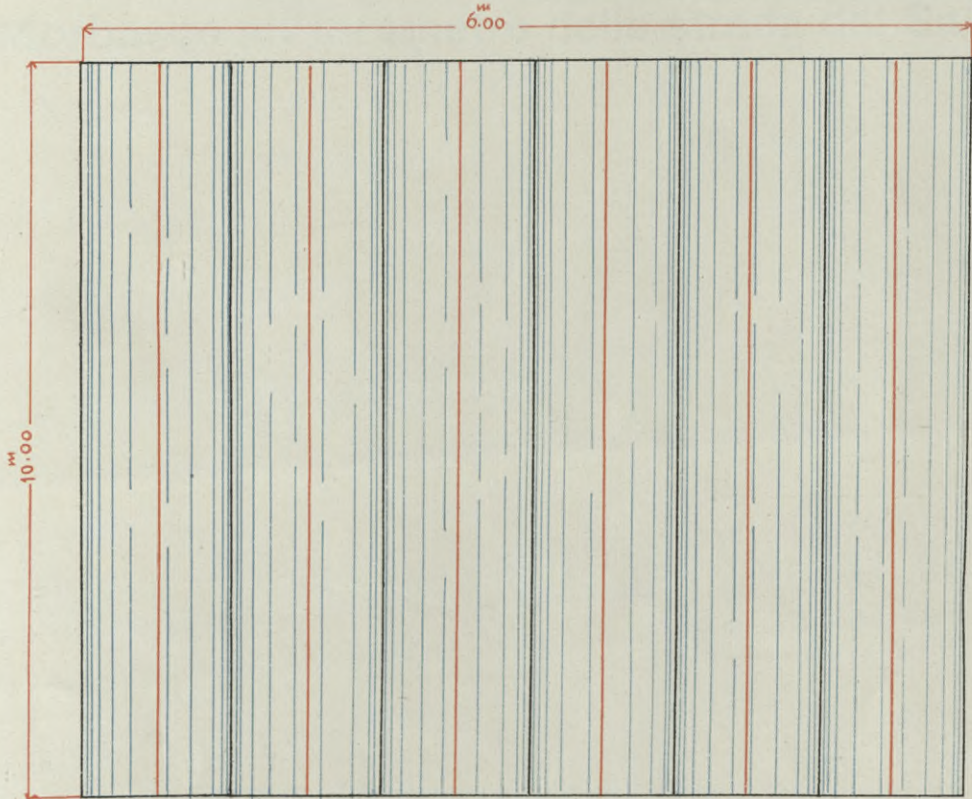
Sono questi fatti di poca importanza e sui quali certo non è lecito fidare, ad ogni modo è permesso credere che almeno la misura della portata fu fatta in un momento di magra che se non ha il carattere di massimo assoluto, è stata certamente molto forte.

SEZIONE RILEVATA

Scale } distanze 1: 50
 } profondità 1: 50



TRONCO STUDIATO



Area totale della Sezione $\Omega = m.^2 3,69$; perimetro bagnato $C = m. 6,72$

$$\text{Raggio medio } R_m = \frac{3,69}{6,72} = m. 0,549$$

OSSERVAZIONI

idrometriche quotidiane del colatore

Morbasco all' idrometro della strada del Sale

Osservazioni idrometriche quotidiane del colatore Morbasco
all'idrometro della strada del Sale

MESE DI DICEMBRE — ANNO 1910											
PELO D'ACQUA OSSERVATO											
Giorno	alle ore 12				Osservazioni	Giorno	alle ore 12				
	sotto zero		sopra zero				sotto zero		sopra zero		Osservazioni
	m.	cm.	m.	cm.			m.	cm.	m.	cm.	
1						16		2	55	acqua chiara	
2						17		2	38	acqua chiarissima	
3						18		2	35	idem	
4						19		2	35	idem	
5						20		2	33	idem	
6						21		2	30	idem	
7						22		2	29	idem	
8						23		2	27	idem	
9						24		2	27	idem	
10						25		2	26	idem	
11						26		2	25	idem	
12						27		2	25	idem	
13						28		2	25	idem	
14			3	20	acqua torbida	29		2	25	idem	
15			2	68	idem	30		2	23	idem	
						31		2	22	idem	

**Osservazioni idrometriche quotidiane del colatore Morbasco
all'idrometro della strada del Sale**

MESE DI GENNAIO — ANNO 1911											
PELO D'ACQUA OSSERVATO											
Giorno	alle ore 12				<i>Osservazioni</i>	Giorno	alle ore 12				<i>Osservazioni</i>
	sotto zero		sopra zero				sotto zero		sopra zero		
	m.	cm.	m.	cm.			m.	cm.	m.	cm.	
1			2	21	acqua chiarissima	16			2	18	acqua chiarissima
2			2	20	idem	17			2	18	idem
3			2	20	idem	18			2	16	idem
4			2	21	idem	19			2	16	idem
5			2	22	idem	20			2	15	idem
6			2	22	idem	21			2	15	idem
7			2	20	idem	22			2	15	idem
8			2	19	idem	23			2	15	idem
9			2	19	idem	24			2	15	idem
10			2	18	idem	25			2	15	idem
11			2	17	idem	26			2	16	idem
12			2	17	idem	27			2	15	idem
13			2	17	idem	28			2	14	idem
14			2	17	idem	29			2	14	idem
15			2	18	idem	30			2	14	idem
						31			2	13	idem

Osservazioni idrometriche quotidiane del colatore Morbasco
all'idrometro della strada del Sale

MESE DI FEBBRAIO — ANNO 1911											
PELO D'ACQUA OSSERVATO											
Giorno	alle ore 12				Osservazioni	Giorno	alle ore 12				
	sotto zero		sopra zero				sotto zero		sopra zero		Osservazioni
	m.	cm.	m.	cm.			m.	cm.	m.	cm.	
1			2	13	acqua chiarissima	15		2	10	acqua chiarissima	
2			2	13	idem	16		2	10	idem	
3			2	13	idem	17		2	09	idem	
4			2	13	idem	18		2	08	idem	
5			2	12	idem	19		2	07	idem	
6			2	12	idem	20		2	07	idem	
7			2	12	idem	21		2	08	idem	
8			2	12	idem	22		2	18	idem	
9			2	13	idem	23		2	20	idem	
10			2	13	idem	24		2	20	idem	
11			2	13	idem	25		2	21	idem	
12			2	12	idem	26		2	19	idem	
13			2	12	idem	27		2	18	idem	
14			2	10	idem	28		2	17	idem	

**Osservazioni idrometriche quotidiane del colatore Morbasco
all'idrometro della strada del Sale**

MESE DI MARZO — ANNO 1911											
PELO D'ACQUA OSSERVATO											
Giorno	alle ore 12				Osservazioni	Giorno	alle ore 12				Osservazioni
	sotto zero		sopra zero				sotto zero		sopra zero		
	m.	cm.	m.	cm.			m.	cm.	m.	cm.	
1			2	15	acqua chiarissima	16			2	07	acqua chiarissima
2			2	12	idem	17			2	09	idem
3			2	11	idem	18			2	09	idem
4			2	10	idem	19			2	09	idem
5			2	09	idem	20			2	10	idem
6			2	08	idem	21			2	20	acqua torbida
7			2	08	idem	22			2	24	idem
8			2	08	idem	23			2	20	acqua chiara
9			2	07	idem	24			2	18	idem
10			2	07	idem	25			2	15	idem
11			2	07	idem	26			2	11	idem
12			2	07	idem	27			2	11	idem
13			2	07	idem	28			2	11	idem
14			2	07	idem	29			2	10	idem
15			2	07	idem	30			2	10	idem
						31			2	09	idem

**Osservazioni idrometriche quotidiane del colatore Morbasco
all'idrometro della strada del Sale**

MESE DI APRILE — ANNO 1911											
PELO D'ACQUA OSSERVATO											
Giorno	alle ore 12				<i>Osservazioni</i>	Giorno	alle ore 12				<i>Osservazioni</i>
	sotto zero		sopra zero				sotto zero		sopra zero		
	m.	cm.	m.	cm.			m.	cm.	m.	cm.	
1			2	11	leggerm. torbida	16			2	08	acqua chiara
2			2	10	idem	17			2	00	idem
3			2	16	idem	18			2	00	idem
4			2	18	acqua torbida	19			2	00	idem
5			2	20	leggerm. torbida	20			2	00	idem
6			2	25	acqua torbida	21			2	06	idem
7			2	27	idem	22			2	04	idem
8			2	26	leggerm. torbida	23			2	10	acqua torbida
9			2	25	idem	24			2	12	idem
10			2	24	idem	25			2	10	idem
11			2	20	idem	26			2	08	idem
12			2	18	idem	27			2	06	idem
13			2	16	acqua chiara	28			2	00	acqua chiara
14			2	10	idem	29			1	97	idem
15			2	09	idem	30			2	00	leggerm. torbida

**Osservazioni idrometriche quotidiane del colatore Morbasco
all' idrometro della strada del Sale**

MESE DI MAGGIO — ANNO 1911											
PELO D'ACQUA OSSERVATO											
Giorno	alle ore 12				<i>Osservazioni</i>	Giorno	alle ore 12				<i>Osservazioni</i>
	sotto zero		sopra zero				sotto zero		sopra zero		
	m.	cm.	m.	cm.			m.	cm.	m.	cm.	
1			2	04	acqua chiara	16		2	22	acqua chiara	
2			2	15	idem	17		2	23	idem	
3			2	14	idem	18		2	32	acqua torbida	
4			2	15	idem	19		2	38	acqua torbidissima	
5			2	12	idem	20		2	32	acqua torbida	
6			2	10	idem	21		2	28	idem	
7			2	16	idem	22		2	24	acqua chiara	
8			2	25	acqua torbida	23		2	24	idem	
9			2	35	acqua torbidissima	24		2	25	idem	
10			2	36	idem	25		2	22	idem	
11			2	28	idem	26		2	23	idem	
12			2	27	acqua torbida	27		2	23	idem	
13			2	28	idem	28		2	20	idem	
14			2	25	idem	29		2	21	idem	
15			2	23	acqua chiara	30		2	22	leggerm. torbida	
						31		2	22	idem	

Osservazioni idrometriche quotidiane del colatore Morbasco
all'idrometro della strada del Sale

MESE DI GIUGNO — ANNO 1911											
PELO D'ACQUA OSSERVATO											
Giorno	alle ore 12				Osservazioni	Giorno	alle ore 12				
	sotto zero		sopra zero				sotto zero		sopra zero		Osservazioni
	m.	cm.	m.	cm.			m.	cm.	m.	cm.	
1			2	22	acqua leggermente torbida	16		2	30	leggerm. torbida	
2			2	26	acqua torbida	17		2	30	idem	
3			2	30	idem	18		2	27	idem	
4			2	34	idem	19		2	23	acqua chiara	
5			2	30	idem	20		2	24	idem	
6			2	27	idem	21		2	25	idem	
7			2	25	idem	22		2	26	idem	
8			2	25	idem	23		2	20	idem	
9			2	22	leggerm. torbida	24		2	16	idem	
10			2	19	acqua chiara	25		2	10	idem	
11			2	18	idem	26		2	10	idem	
12			2	24	idem	27		2	10	idem	
13			2	23	idem	28		2	07	idem	
14			2	32	leggerm. torbida	29		2	10	idem	
15			2	35	idem	30		2	10	idem	

Le osservazioni idrometriche proseguono ininterrottamente onde avere poi dati più attendibili circa il regime del Morbasco, e ciò nell'interesse del progetto di Porto Fluviale e di altri studi attinenti alla N. I. nella Provincia di Cremona.



INDICE

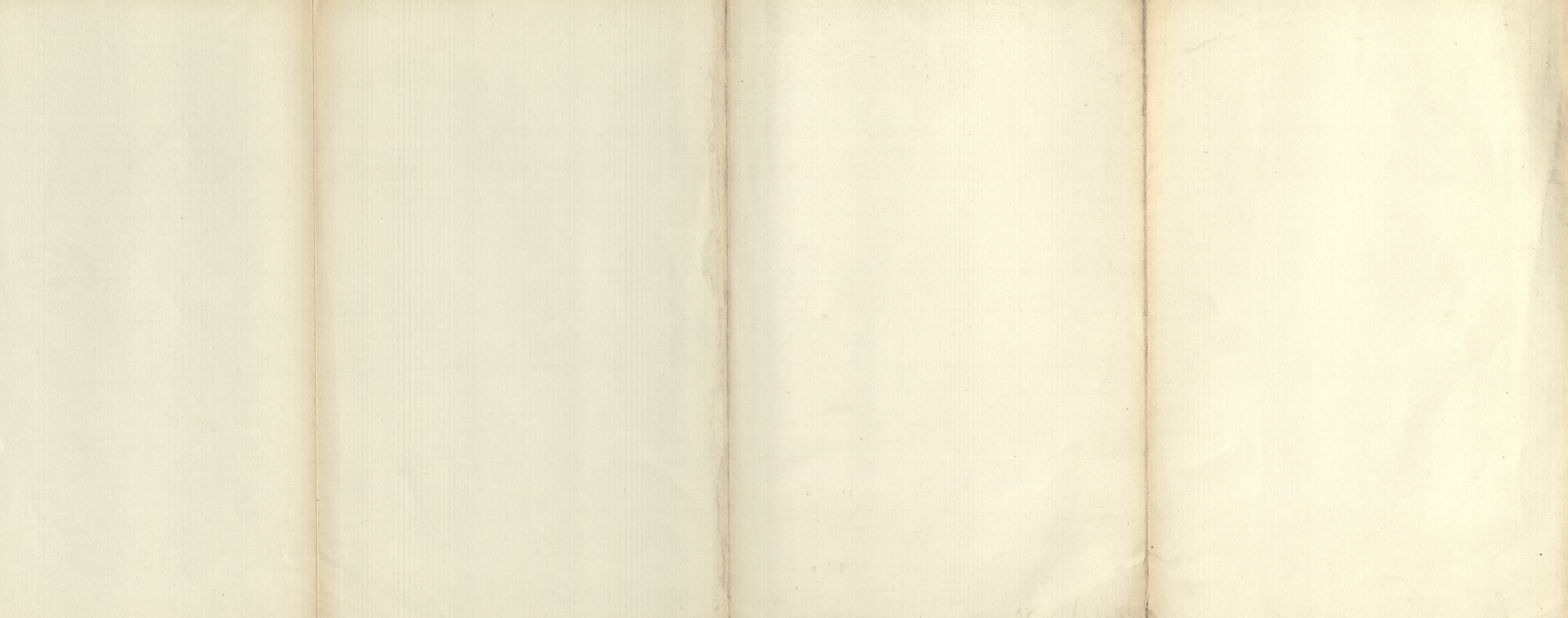
1. Premesse generali	pag. 9
2. Dove si costruirà il porto	„ 12
3. Calata con gru	„ 16
4. Avamporto o porto esterno	„ 17
5. Primo bacino col porto interno e suo allacciamento col porto esterno	„ 20
6. Secondo e terzo bacino; il porto interno completo	„ 23
7. Preventivo sommario per la costruzione dell'opera	„ 27
8. Alimentazione idrica dei bacini (Allegato <i>A</i>)	„ 31
9. Misura della portata di magra del Morbasco (Allegato <i>B</i>)	„ 35
10. Osservazioni idrometriche quotidiane del Morbasco (Alleg. <i>C</i>)	„ 41



PORTO FLUVIALE A CREMONA
 PROGETTO DI MASSIMA

TAV. I

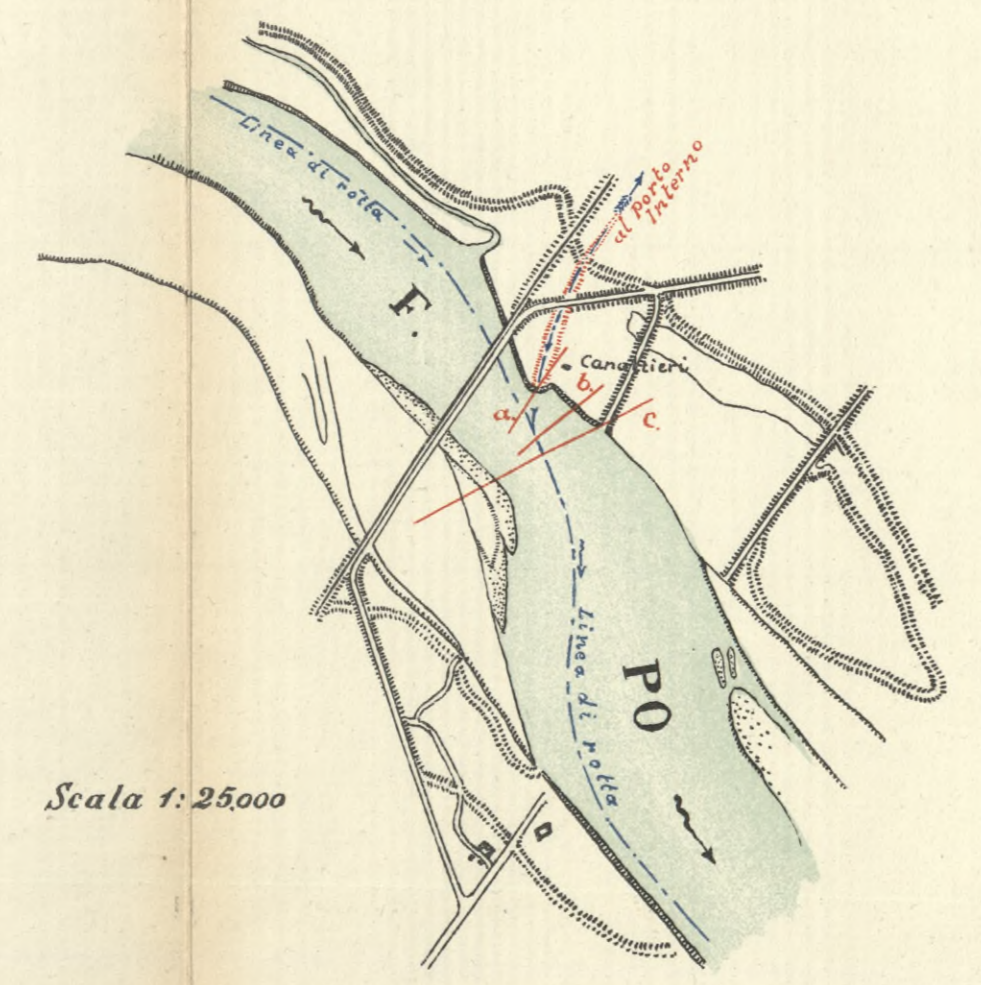
Scala 1:10,000



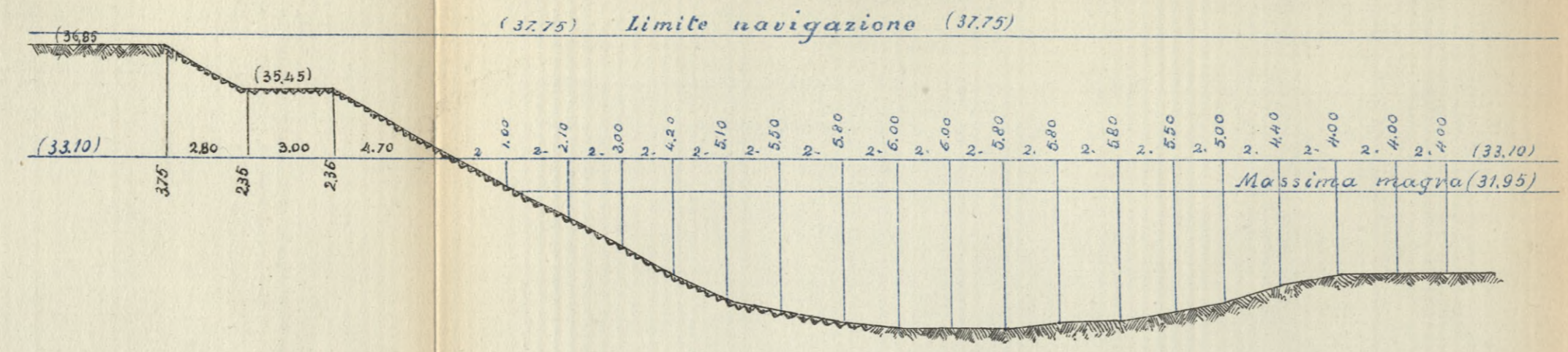
PORTO FLUVIALE A CREMONA
PROGETTO DI MASSIMA

Il porto esterno e la linea di rotta in Po

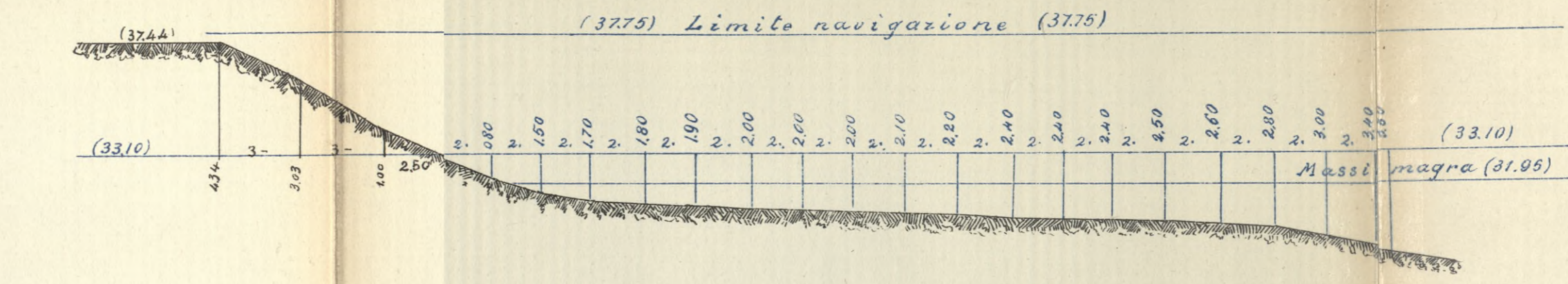
Corografia



Sezione a.
Scala 1:200

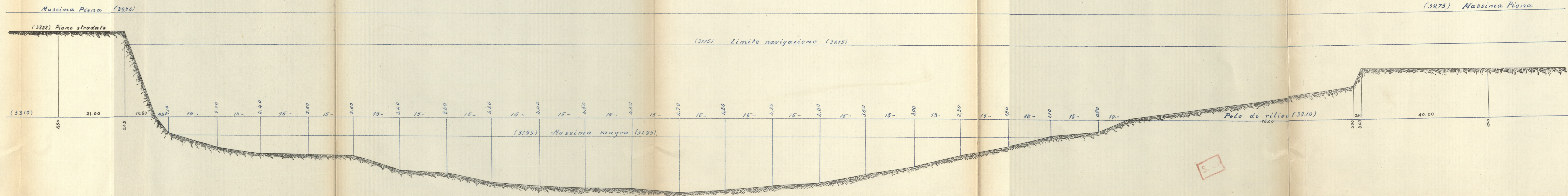


Sezione b.
Scala 1:200



Sezione c a tutto alveo

Scale: per le distanze 1:500
per le altezze 1:100



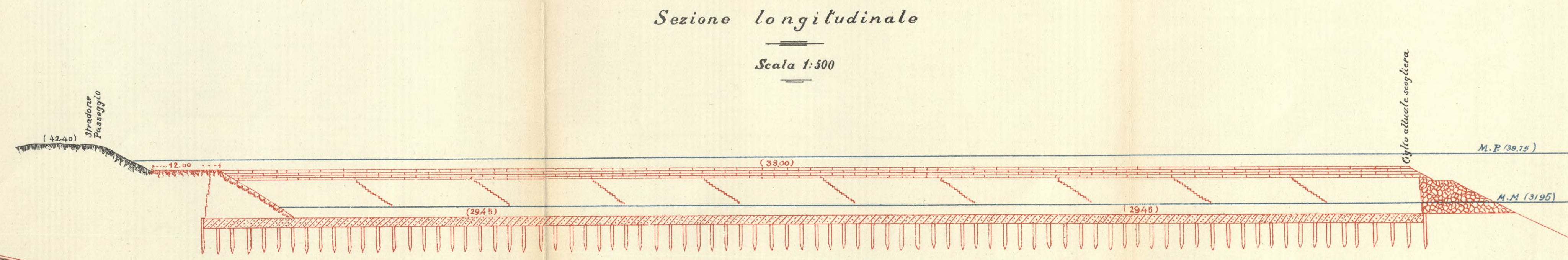
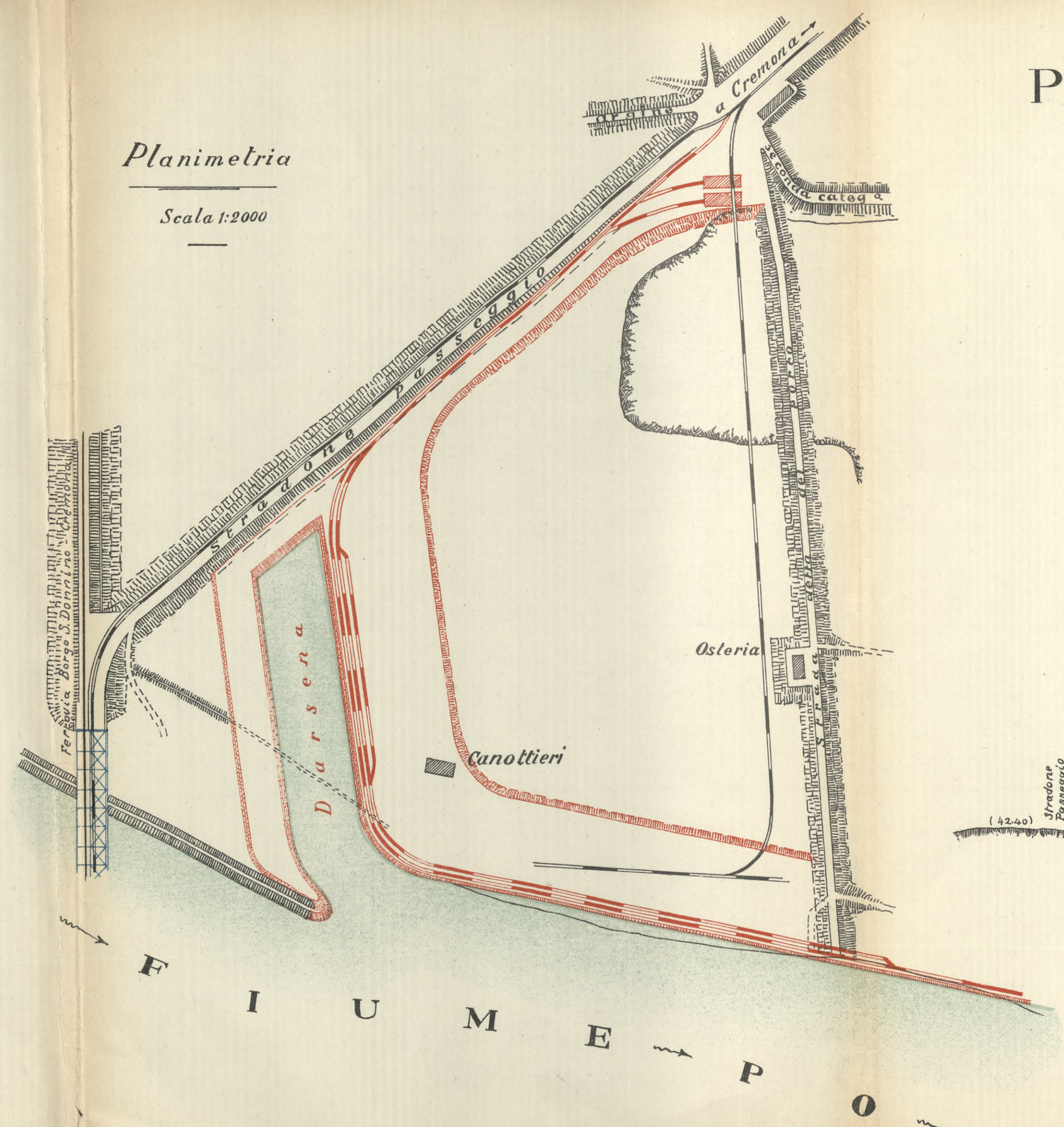
POLITECHNIKA KRAKOWSKA
BIBLIOTEKA GŁÓWNA
L. inw. 18398
Kbn. 524. 13. IX. 54

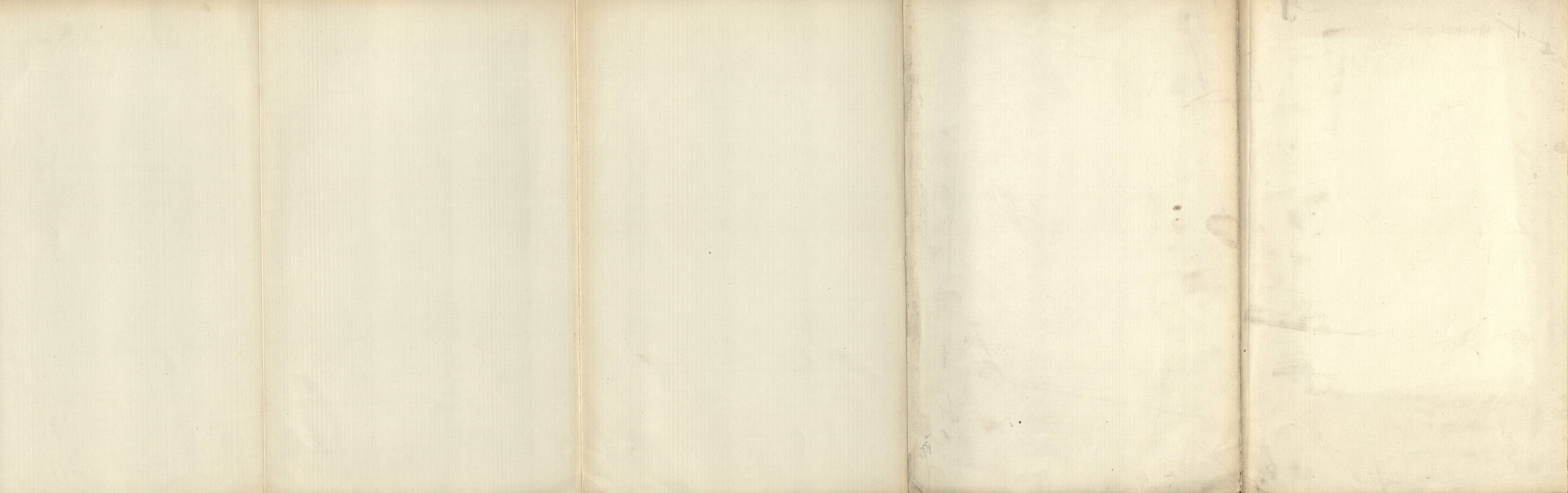
Biblioteka Politechniki Krakowskiej
10000301010

PORTO FLUVIALE A CREMONA

PROGETTO DI MASSIMA

PORTO ESTERNO







Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-18398

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000301010