

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>PREMESSA</b>   | <b>3</b>  |
| 1.1      | OGGETTO DELL'INTERVENTO   | 3         |
| 1.2      | VIA NAVIGABILE  | 4         |
| 1.3      | IMBARCAZIONE TIPO   | 5         |
| 1.4      | DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO IDROELETTRICO DI PORTO DELLA TORRE  | 6         |
| 1.5      | CARATTERISTICHE DELL'AREA D'INSEDIAMENTO DELLA CONCA<br>(PARCO PANCONI E SPALLA DESTRA SBARRAMENTO) | 7         |
| 1.6      | CARATTERISTICHE IDRAULICHE DELLO SBARRAMENTO  | 9         |
| <b>2</b> | <b>IL PROGETTO DEFINITIVO</b>   | <b>11</b> |
| 2.1)     | PRINCIPALI DIMENSIONI E CARATTERISTICHE DELL'OPERA  | 11        |
| 2.2)     | CONCA: VASCA E AVANCONCA  | 11        |
| 2.2.1    | <i>Opere provvisoriale e di sottofondazioni</i>   | 12        |
| 2.2.2    | <i>Struttura della conca: fondazioni e muri laterali</i>  | 14        |
| 2.2.3    | <i>Acquedotti</i>   | 14        |
| 2.2.4    | <i>Arredi della conca</i>   | 16        |
| 2.2.5    | <i>Recinzioni, parapetti, corrimani</i>   | 16        |
| 2.3)     | OPERE IN ACQUA  | 16        |
| 2.3.1)   | <i>Mandracchio di monte</i>   | 17        |
| 2.3.2)   | <i>Mandracchio di valle</i>   | 17        |
| 2.3.3)   | <i>Opere di guida</i>   | 18        |
| 2.3.4)   | <i>Punti di ormeggio e di accosto</i>   | 19        |
| 2.4)     | OPERE MECCANICHE  | 19        |
| 2.4.1)   | <i>Porte vinciane</i>   | 19        |
| 2.4.2)   | <i>Panconi</i>  | 20        |
| 2.4.3)   | <i>Paratoie degli acquedotti</i>  | 20        |
| 2.5)     | IMPIANTI OLEODINAMICI ED ELETTROMECCANICI   | 20        |
| 2.5.1)   | <i>Azionamento porte e paratoie degli acquedotti.</i>   | 20        |
| 2.5.2)   | <i>Dispositivi di sicurezza</i>   | 21        |
| 2.5.3)   | <i>Impianti elettrici</i>   | 21        |
| 2.5.4)   | <i>Impianto di illuminazione</i>  | 22        |
| 2.5.5)   | <i>Fabbricato comandi</i>   | 22        |
| 2.6)     | OPERE ACCESSORIE  | 23        |
| 2.6.1)   | <i>Semafori</i>   | 23        |
| 2.6.2)   | <i>Telecamere</i>   | 23        |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.6.3) <i>Citofoni e altoparlanti</i>                            | 24        |
| 2.6.4) <i>Segnaletica fissa</i>                                  | 24        |
| 2.7) OPERE STRADALI E VARIE                                      | 24        |
| 2.7.1) <i>Strade di accesso</i>                                  | 24        |
| 2.7.2) <i>Area di sosta</i>                                      | 24        |
| 2.7.3) <i>Aree di manovra, piazzali e depositi</i>               | 24        |
| 2.7.4) <i>Aree per il deposito dei panconi dello sbarramento</i> | 25        |
| 2.8) QUADRO ECONOMICO DEL PROGETTO DEFINITIVO                    | 27        |
| <br>   |           |
| <b>3) PARERI E APPROVAZIONI DEL PROGETTO DEFINITIVO</b>          | <b>28</b> |
| 3.1) CHIARIMENTI DURANTE LA CONFERENZA DEI SERVIZI               | 28        |
| 3.2) PARERE DI APPROVAZIONE                                      | 29        |
| <br>   |           |
| <b>4) IL PROGETTO ESECUTIVO</b>                                  | <b>30</b> |
| 4.1) PRESCRIZIONI DI CARATTERE AMBIENTALE                        | 30        |
| 4.2) AFFINAMENTI PROGETTUALI                                     | 30        |
| 4.3) AGGIORNAMENTO PREZZI  | 32        |
| 4.4) FASI DI LAVORAZIONE   | 32        |
| 4.5) I PREZZI  | 35        |
| 4.6) LE CATEGORIE DI LAVORO                                      | 35        |
| 4.7) IL QUADRO ECONOMICO   | 36        |
| 4.8) GLI ASPETTI CONTRATTUALI                                    | 36        |
| 4.8.1) <i>Tempistiche - Programma lavori</i>                     | 36        |
| 4.8.2) <i>Il piano di sicurezza e di coordinamento</i>           | 37        |
| 4.8.3) <i>Il piano di manutenzione</i>                           | 37        |
| 4.9) GLI ELABORATI PROGETTUALI                                   | 37        |

## **1      *PREMESSA***

### ***1.1 Oggetto dell'intervento***

L'intervento di seguito descritto, si riferisce alla costruzione di una conca di navigazione presso l'impianto idroelettrico di Porto della Torre e si inserisce nel progetto delle regioni Piemonte e Lombardia, di ripristinare la navigabilità del fiume Ticino, dalla sua uscita dal Verbano fino all'inizio del canale industriale dell'Enel.

In quest'ambito sono compresi anche gli interventi di completamento e/o ripristino funzionale, delle conche di navigazione già esistenti presso opere idrauliche di regolazione e derivazione, site sullo stesso tratto di fiume interessato che sono le seguenti:

- sbarramento della Miorina, opera di regolazione del lago Maggiore gestito dal Consorzio omonimo;
- diga del Panperduto, annessa alle opere di derivazione del bacino di distribuzione, che alimenta il canale Villoresi, il Canale Industriale e la Roggia Visconti ed è gestita da Consorzio di Bonifica Est Ticino – Villoresi;
- opera di presa della Maddalena, opera di ripartizione delle portate derivate dal bacino di distribuzione fra: il Canale Industriale, il Canale Villoresi e la Roggia Visconti.

La realizzazione di questo progetto può essere considerata una prima tappa attraverso la quale, si porti a termine l'ambizioso disegno, dell'attivazione di una via navigabile, che dalla Svizzera arrivi fino al mare Adriatico; passando per Milano, il Naviglio Pavese e il fiume Po, fino a Venezia.

Per maggiori informazioni su queste opere si rimanda alle specifiche progettazioni in corso di definizione.

Di seguito accenneremo ad una sommaria descrizione delle caratteristiche principali della via navigabile con il solo scopo di inserire in questa situazione, la nuova conca di Porto della Torre.

Per le valutazioni di carattere turistico, economico, sociologico ecc. si rimanda agli studi predisposti dalla Regione Lombardia.

## 1.2 Via navigabile

La costruzione della conca di Porto della Torre, insieme al ripristino del funzionamento delle conche esistenti presso gli sbarramenti della Miorina e del Panperduto, consentirà di rendere navigabile un tratto di fiume Ticino di circa 11 km, fra i più interessanti sotto l'aspetto paesaggistico, naturalistico e storico, per la presenza di boschi ben conservati, di una numerosa fauna e di un'importante zona archeologica, nel comune di Golasecca, della cultura preistorica (prima età del ferro IX-V sec. a.C.).

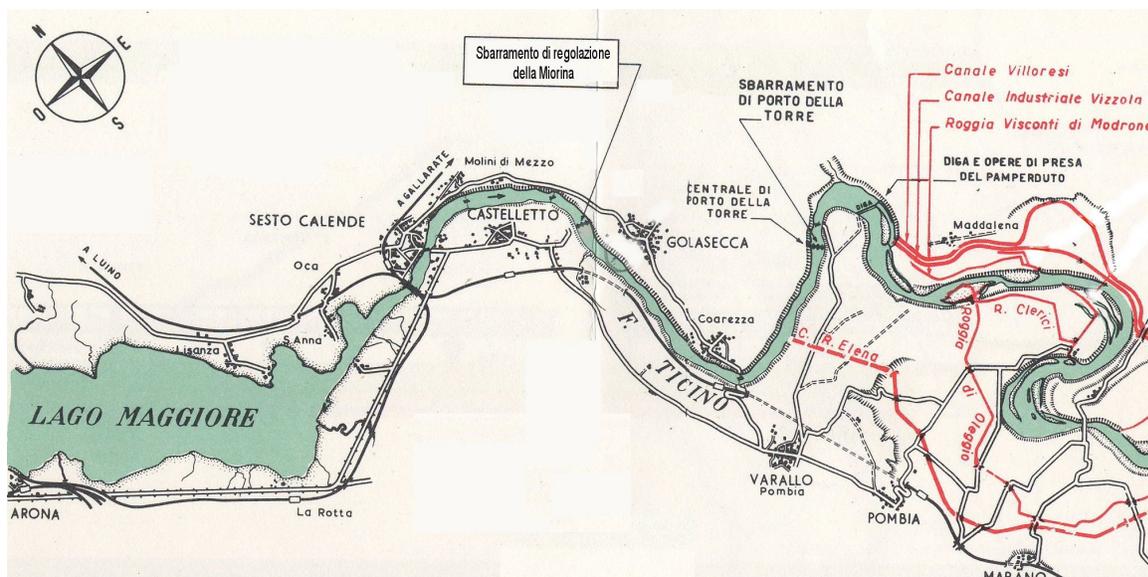


fig. 1

Gli sbarramenti sopraccitati (Miorina, Panperduto e quello di Porto della Torre), determinano con i loro invasi, una bacinizzazione di questo tratto di Ticino, predisponendolo, di fatto, quasi interamente alla navigazione. Questa condizione idraulica permette, attuando modesti interventi di sistemazione idraulica dell'alveo, di ottenere la navigabilità del fiume anche nei periodi di magra. Questo stato di fatto ha portato a considerare favorevolmente l'ipotesi della riattivazione della via navigabile, e quindi, al recupero delle conche esistenti e alla costruzione di quella mancante presso lo sbarramento di Porto della Torre.

Il superamento dei diversi bacini attraverso la sistemazione delle attuali conche, (a quelle citate precedentemente si aggiunge quella detta della Maddalena, collocata non sul fiume Ticino, ma presso l'edificio derivatore del Canale Industriale che alimenta le centrali Enel di: Vizzola Ticino, Tornavento e Turbigio Superiore), fra loro molto diverse per dimensioni, adattabilità e accessibilità, comporterà necessariamente l'adeguamento della via navigabile, alle caratteristiche della conca che offre minori potenzialità.

Ciò comporterà ovviamente l'uso di imbarcazioni e di conseguenza un tipo di traffico idroviario, compatibili con le dimensioni delle strutture in opera.

In precedenti studi della regione Lombardia era stato evidenziato che, per le caratteristiche dei luoghi e delle opere, il futuro traffico idroviario poteva essere considerato di carattere essenzialmente turistico e da diporto.

Riguardo a questa classificazione d'uso, erano stati anche individuati i tipi di natante che avrebbero potuto navigare sulla futura idrovia, che ricordiamo richiederà oltre ai lavori sulle conche anche interventi di adeguamento dei tratti di fiume interessati.

| <b>Tabella 1 - Conche esistenti</b> |                |                   |                  |
|-------------------------------------|----------------|-------------------|------------------|
| <b>Caratteristiche fisiche</b>      | <b>Miorina</b> | <b>Panperduto</b> | <b>Maddalena</b> |
| Lunghezza utile                     | 44.00 m        | 28.75 m           | 40.00 m          |
| Larghezza utile                     | 10.00 m        | 8.00 m            | 5.55 m           |
| Profondità utile                    | 2.50 m         | 1.50 m            | 3.05 m           |
| Altezza libera di navigazione       |                |                   | 2.15 m           |
| Dislivello da superare              | 2.00 m         | Variabile         | 0.80 m           |

Per completezza d'informazione e a supporto delle scelte progettuali per la costruzione della conca a Porto della Torre che illustreremo di seguito, riportiamo le principali dimensioni delle conche esistenti e delle imbarcazioni, comunemente utilizzate a scopo turistico o da diporto anche in altre idrovie, così come definite nei succitati studi.

| <b>Tabella 2 - Tipo di imbarcazione</b> |                |                               |   |                            |
|---|----------------|-------------------------------|---|----------------------------|
| <b>Caratteristiche fisiche</b>          | <b>Peniche</b> | <b>Pontone e/o House Boat</b> | <b>Motoscafo, barca a motore, gommone</b> | <b>Barca a remi, canoa</b> |
| Lunghezza                               | 30 ÷ 50 m      | 6.00 ÷ 9.00 m                 | Molto variabile                           | Molto variabile            |
| Larghezza                               | 6.00 ÷ 7.00 m  | Fino a 3,50 m                 | Molto variabile                           | Molto variabile            |
| Ingombro fuori acqua                    | 4.20 ÷ 4.50 m  | 1.80 ÷ 2.50 m                 | Molto variabile                           | Molto variabile            |
| Pescaggio                               | 1.10 ÷ 1.30 m  | almeno 0.30 m                 | Molto variabile                           | Molto variabile            |

### **1.3 Imbarcazione tipo**

Da un'analisi anche superficiale dei dati riportati è evidente che le conche a valle dello sbarramento di Porto Torre: Panperduto e Maddalena hanno dimensioni che consentirebbero il transito d'imbarcazioni del tipo House Boat o inferiori, mentre dalla conca della Miorina, situata a monte, potrebbero transitare imbarcazioni tipo Peniche.

Con l'approfondimento delle tematiche progettuali della via navigabile (non di nostra competenza), è emersa la necessità per le regioni Lombardia e Piemonte di affidare la navigazione del tratto di fiume interessato ad un unico gestore, che dovrà utilizzare un unico tipo di natante con caratteristiche dimensionali vicino alla Peniche.

In particolare il natante tipo, in fase di avanzata definizione, dovrebbe avere le seguenti dimensioni:

- lunghezza 25,00 m
- larghezza 5,00 m.

Questa scelta non ha modificato le dimensioni della conca previste dal progetto preliminare, che erano scaturite dalla considerazione di conferire al manufatto dimensioni simili alla conca esistente presso lo sbarramento del Panperduto, salvaguardando però la possibilità, di far transitare imbarcazioni che per dimensioni, potevano collocarsi vicino alle più piccole delle Peniche.

Le principali dimensioni della vasca della conca saranno pertanto le seguenti:

- lunghezza utile 30.50 m
- larghezza utile 8.00 m
- profondità utile 3.50 m
- altezza libera di navigazione circa 4.00 m

#### *1.4 Descrizione dell'impianto idroelettrico di Porto della Torre*

L'impianto idroelettrico di Porto della Torre deriva le acque dal fiume Ticino. E' costituito da una traversa, che sbarrava il fiume alcuni chilometri a valle dell'incile del lago Maggiore, e da un'adiacente centrale in sponda sinistra.



*Fig. 2 - Centrale e sbarramento: vista da valle*

La traversa è costituita da nove luci di 20 m ciascuna, divise da pile di 3 m.

Le luci con soglia a quota 186.00 m s.l.m., sono dotate da paratoie piane a due elementi con ritenuta massima a quota 192.50 m s.l.m..

Una passerella di calcestruzzo armato, posta a quota 202.60 m s.l.m., accoglie i meccanismi di comando delle paratoie e consente lo scorrimento del carro adibito alla movimentazione dei panconi di monte, destinati alla chiusura provvisoria delle luci in caso di lavori di manutenzione.

La panconatura di valle è normalmente collocata in opera operando con delle autogrù.

Gli elementi (panconi) necessari per le chiusure delle luci, sono depositati in un'area in sponda destra che costituisce anche il terrapieno della spalla dello sbarramento.

Lo sbarramento è fondato su cassoni di calcestruzzo armato affondati 14 m circa nel fondo ghiaioso del fiume.

A valle della passerella di servizio, a quota 198.00 m s.l.m. è posta la strada statale 336 Somma Lombardo - Varallo Pombia, sostenuta da pilastri di calcestruzzo armato poggianti sulle pile dello sbarramento.

Un'opera di presa in sponda sinistra, con un imbocco di 21 m, convoglia le acque derivate verso la turbina idraulica, del tipo Kaplan ad asse verticale, installata nell'edificio della centrale, che con l'alternatore compone il gruppo generatore di energia elettrica.

Un breve canale di restituzione convoglia subito a valle dello sbarramento l'acqua derivata.

Nella centrale sono inoltre installate tutte le apparecchiature ausiliarie, necessarie al funzionamento dell'impianto idroelettrico.

In sponda sinistra all'esterno sono inoltre installati: il trasformatore di macchina, il generatore di soccorso, le apparecchiature costituenti la cabina elettrica di trasformazione dell'energia elettrica, altre apparecchiature ausiliarie.

Le principali caratteristiche dell'impianto idroelettrico sono:

portata massima:  $\text{m}^3/\text{sec}$  187.00

|                           |     |                      |
|---------------------------|-----|----------------------|
| salto medio               | m   | 6.20                 |
| potenza massima           | kW  | 11000                |
| producibilità media annua | kWh | 67.0x10 <sup>6</sup> |



*Fig. 3 - Sbarramento: sponda destra vista da valle*

### ***1.5 Caratteristiche dell'area d'insediamento della conca (parco panconi e spalla destra sbarramento).***

Come abbiamo visto, la conca di navigazione dovrà essere costruita nell'area destinata al deposito dei panconi di soccorso che si utilizzano in caso di emergenza e di lavori di manutenzione, sulle luci dello sbarramento.

Quest'area, composta di un terrapieno con la sommità posta a q. 194.00 m s.l.m., costituisce la spalla destra dello sbarramento, ed è sottostante all'ultima luce sia della passerella di manovra del carro panconi, sia del ponte della strada statale n. 336 Somma Lombardo-Varallo Pombia.

E' delimitata verso il fiume e parzialmente a monte e a valle, da cassoni di calcestruzzo armato, in parte rivestiti di pietrame.

I cassoni raggiungono una profondità variabile da quota 170.00 m s.l.m. a 176.00 m s.l.m., quest'ultima quota è riferita al cassone che delimita la parte di valle della spalla.

La superficie complessiva del parco panconi è di circa 1905 m<sup>2</sup>.

Il parco è dotato di un sistema di movimentazione dei panconi costituito da una struttura in elevazione di calcestruzzo armato completa di binari, su cui scorrono carrelli a funzionamento idraulico, adibiti al sollevamento e al trasporto dei panconi fino al punto di aggancio con il carropancone dello sbarramento, che scorre sulla passerella di servizio a q 202,60.

Il ponte e la passerella di manovra terminano al limite destro del parco panconi; sono sostenute da due spalle di calcestruzzo armato che formano con la pila destra della luce 9 dello sbarramento, una luce di 22,00 m. L'altezza netta di transito, fra la pavimentazione dell'area del parco panconi (194,00 m s.l.m.) e l'intradosso delle travi dell'impalcato del ponte stradale, è di 2,60 m.

L'area dell'attuale parco panconi è delimitata da una recinzione con muretto e pannelli metallici. Ha due cancelli d'ingresso situati uno a monte e l'altro a valle dello sbarramento. L'area è collegata alla statale 336 attraverso due brevi strade di cui, quella di valle, pavimentata di conglomerato bituminoso. Una scala in calcestruzzo costruita al termine della spalla destra, collega il parco panconi con la passerella di manovra dello sbarramento.



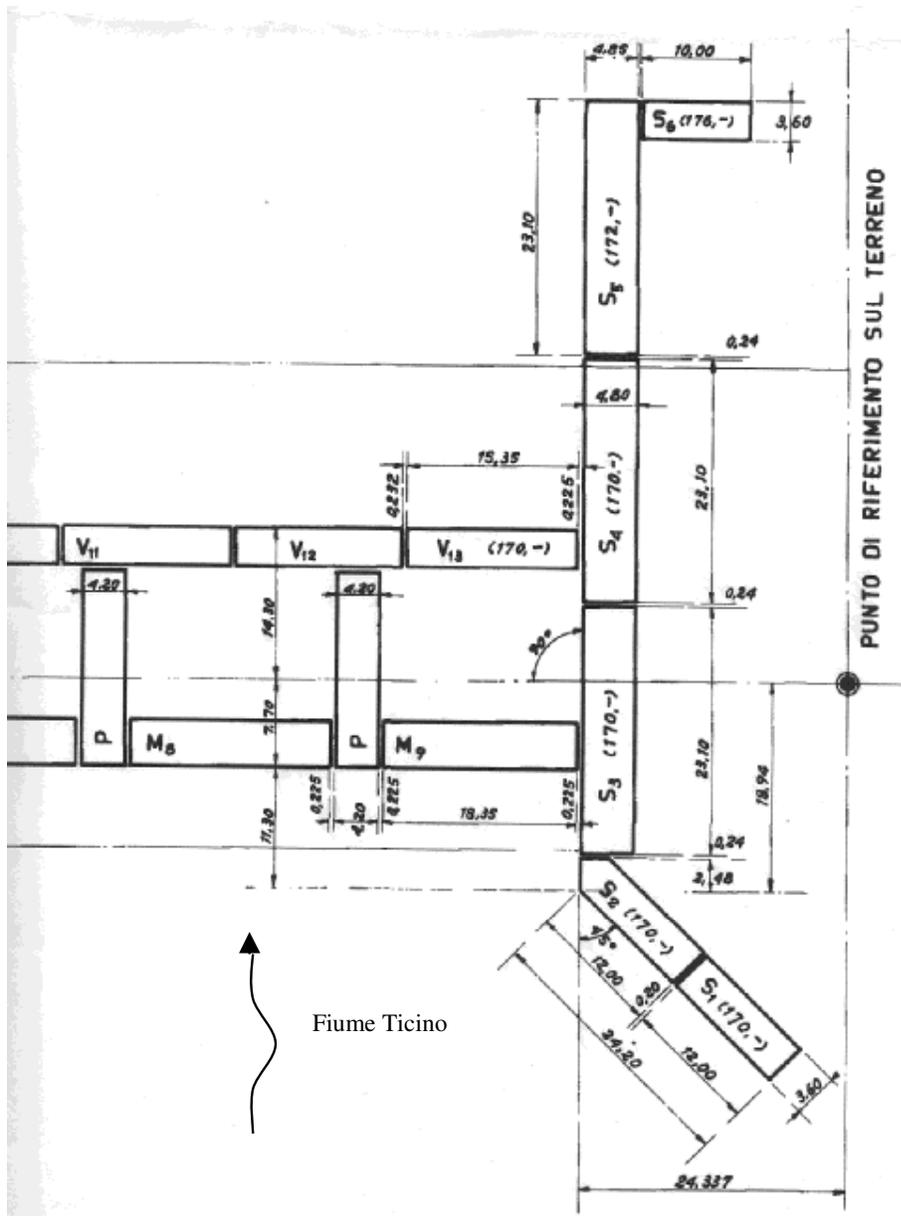


Fig. 7 - Atti di collaudo: Porto della Torre- Sbarramento: cassoni ad aria compressa – Planimetria dei cassoni della spalla destra.

### 1.6 Caratteristiche idrauliche dello sbarramento

Di seguito riportiamo brevemente i principali dati idrometrici che lo sbarramento di Porto della Torre determina sul regime idraulico del fiume Ticino, per maggiori dettagli si rimanda alla relazione idraulica allegata al progetto definitivo.

Il disciplinare di concessione dell'impianto idroelettrico definisce due quote di massimo invaso:

- invernale (4 mesi) a 192.50 m s.l.m.,
- estiva ( 8 mesi) a 191.35 m s.l.m..

In questi ultimi anni l'Enel ha ottenuto di esercire lo sbarramento, in periodi di portate ordinarie, a una quota costante di 192.50 m s.l.m..

La quota del pelo dell'acqua a valle dello sbarramento è funzione delle portate trascinanti dallo sbarramento del Panperduto, situato a circa 1,5 km a valle di Porto della Torre.

La determinazione dell'andamento dei livelli a monte e a valle dello sbarramento, in termini di escursioni massime e di frequenza, rappresenta la caratteristica idraulica fondamentale per definire il funzionamento della conca di navigazione. Si è provveduto pertanto alla loro raccolta ed analisi.

L'analisi statistica è stata eseguita sulla base di un campione di dati giornalieri relativi al periodo 1/1/1997 e 30/11/2003, a cui erano in gran parte associate le portate del fiume. Essa è stata svolta per determinare le portate estreme entro le quali, sono compresi i valori di portata che rappresentino il 95 % dell'intera disponibilità annua.

Tali valori corrispondono ai livelli associati alle portate  $Q_{10}$  e  $Q_{355}$ ; cioè a quelle portate o meglio i livelli a loro associati, che si sono verificati più di 10 giorni l'anno e che sono stati disponibili per 355 giorni. Essi rappresentano in pratica i limiti di esercizio della conca di navigazione.

La determinazione di tali valori, è stata illustrata sulla relazione idraulica allegata al progetto definitivo; di seguito ci limiteremo a riportare i dati conclusivi dello studio idraulico lì riportato.

Le principali caratteristiche idrometriche del fiume che influiscono sulla disponibilità della conca, sono:

- massimo livello di navigabilità a monte ( $H_{10gg}$ ): 192.50 m s.l.m.;
- minimo livello di navigabilità a monte ( $H_{355gg}$ ): 191.36 m s.l.m.;
- massimo livello di navigabilità a valle ( $H_{10gg}$ ): 187.27 m s.l.m.;
- minimo livello di navigabilità a valle ( $H_{355gg}$ ): 185.91 m s.l.m.;

Dal campione di dati elaborati risulta inoltre che:

- il livello minimo a valle dello sbarramento è stato misurato a quota 185.59 m s.l.m.;
- il massimo livello a valle dello sbarramento è stato misurato a quota 189.00 m s.l.m.;
- i livelli di monte sono piuttosto costanti ed hanno un'oscillazione massima di circa 1.32 m, e variano fra le quote 192.55 e 191.25 m s.l.m.; (vi è per altro da osservare che per circa 240 gg/anno il livello di monte ha oscillazioni contenute fra un delta di 12 cm che si colloca fra la quota 192.52 e 192.40).

## 2 IL PROGETTO DEFINITIVO

### 2.1) Principali dimensioni e caratteristiche dell'opera

Di seguito si riportano le principali caratteristiche e dimensioni della conca di Porto della Torre:

| <b>CONCA DI PORTO DELLA TORRE</b>                 |  |
|---|--|
| <b>DESCRIZIONE DEL MANUFATTO</b>                  |  |
| <i>INQUADRAMENTO TERRITORIALE</i>                 |  |
| <u>Ubicazione</u>                                 | Sponda destra del Ticino, presso lo sbarramento di Porto della Torre di proprietà dell'Enel Spa. |
| <u>Linea Navigabile</u>                           | Tratta del fiume Ticino tra il Lago Maggiore (Sesto Calende) e il Canale Industriale.            |
| <u>Progressiva</u>                                | km 9.5   |
| <u>Località</u>                                   | Comune di Varallo Pombia (NO)  |
| <u>Coordinate (Gauss-Boaga)</u>                   | x = 1.474.354,2863; y = 5.058.232,5860 (refer. alla centrale di P.Torre)                         |
| <i>CARATTERISTICHE</i>                            |  |
| <u>Lunghezza utile</u>                            | 30.50 m  |
| <u>Larghezza utile</u>                            | 8.00 m   |
| <u>Massimo livello di monte (di navigabilità)</u> | 192.50 m s.l.m.  |
| <u>Minimo livello di valle (di navigabilità)</u>  | 185.91 m s.l.m.  |
| <u>Salto idraulico massimo</u>                    | Circa 6.60 m   |
| <u>Tirante d'acqua minimo</u>                     | 2.00 m   |
| <u>Altezza libera di navigazione</u>              | 4.00 m   |
| <u>Tempo di riempimento e/o svuotamento vasca</u> | Riempimento: compreso fra 7 e 8 minuti;<br>Svuotamento: compreso fra 6 e 7 minuti;               |
| <u>Tipo di alimentazione</u>                      | Distribuita con acquedotti laterali.   |
| <u>Porta di monte</u>                             | Tipo Vinciana  |
| <u>Porta di valle</u>                             | Tipo Vinciana  |
| <u>Meccanismi di manovra</u>                      | Servomotore idraulico laterale   |

Di seguito riportiamo la descrizione delle parti componenti l'opera in progetto.

### 2.2) Conca: vasca e avanconca

La vasca della conca sarà interamente costruita all'interno dell'area del parco panconi, in modo da porre le principali parti rimovibili (porte vinciane, panconi, paratoie degli acquedotti ecc.), fuori dell'influenza delle strutture orizzontali dello sbarramento e del ponte stradale, così da consentire un facile accesso a questi elementi, in caso di lavori di manutenzione e/o di sostituzione, anche con mezzi di sollevamento di grosse dimensioni.

La vasca è collegata a monte con il mandracchio tramite un breve canale che denominiamo avanconca. Questo tratto di canale sarà costruito con la stessa larghezza della vasca, e con la platea posta ad una quota che garantirà, con il minimo livello di invaso (191,35 m s.l.m.), un tirante d'acqua di due metri. Qui saranno alloggiati i gargami per la posa dei panconi di soccorso e le bocche di presa degli acquedotti.

La struttura della vasca, interamente di calcestruzzo armato, sarà costruita a ridosso dei cassoni pneumatici che costituiscono il lato lungo il fiume della spalla destra dello sbarramento (n. 3-4-5), che per i lavori in progetto non subiranno modifiche. I rimanenti cassoni di monte e di valle dovranno essere parzialmente demoliti per consentire l'imbocco e lo sbocco della conca nel Ticino. Il fondo della vasca è situato a 182,40 m s.l.m., a circa 3,50 m dalla quota di minima navigazione di valle.

Per la realizzazione dei lavori sono previste sia l'esecuzione di opere provvisorie temporanee come: ture e argini in materiale naturale, palancolati ed eventuali sistemi di pompaggio, sia l'esecuzione di opere provvisorie permanenti come diaframmi, tiranti, consolidamenti dei terreni in posto ecc.

### *2.2.1 Opere provvisorie e di sottofondazioni*

Per la costruzione della conca di navigazione è prevista la realizzazione di opere provvisorie e di sottofondazione, che dovranno garantire l'esecuzione in sicurezza dei lavori e la stabilità delle opere dello sbarramento durante l'esecuzione dei lavori stessi.

Le principali opere in progetto sono di seguito elencate:

- sostegno del fronte dello scavo con la costruzione di una paratia di calcestruzzo armato sia per la costruzione della vasca della conca sia per la costruzione dei mandracchi;
- consolidamento e impermeabilizzazione del terreno di fondazione della conca e dell'avanconca, con iniezioni di miscela cementizia ad altissima pressione (Jet-grouting);
- esecuzione in opera lungo la sponda destra a monte e a valle dei cassoni di delimitazione della spalla dello sbarramento, di ture e terrapieni provvisori, in materiale sciolto stabilizzato con rullatura, che saranno completati da una paratia di palancole metalliche, con funzione di setto impermeabile e/o di sostegno della tura stessa;
- esecuzione di terrapieno o argine provvisorio, lungo la sponda destra del fiume, propedeutico alla costruzione delle paratie di calcestruzzo armato che delimitano i mandracchi, anche in queste opere provvisorie è prevista la realizzazione di un palancole metallico;
- struttura provvisoria a sostegno dei cassoni 4 e 5 da porre in opera in fase di scavo prima di superare la quota di 185,50 m s.l.m.

Come abbiamo visto, per procedere alla costruzione della conca sarà necessaria l'esecuzione, sul lato destro orografico, di opere provvisorie per il sostegno del fronte di scavo e delle strutture dello sbarramento (spalla del ponte stradale e pila della passerella).

Allo scopo il progetto prevede la realizzazione, di una paratia di calcestruzzo armato integrata con colonne di terreno consolidato in posto con jet-grouting.

Nel tratto della vasca la paratia sarà costituita da pannelli di 300 cm di larghezza e di 60 cm di spessore, e raggiungerà la stessa profondità dei taglioni dello sbarramento e della spalla destra a 170,00 m s.l.m..

La paratia o diaframma si svilupperà per tutta la lunghezza della vasca fino a raggiungere i cassoni di valle; in questo tratto sarà dotata di tre ordini di tiranti.

In via preliminare si prevede di applicare per ciascun pannello di 3,00 m tre coppie di tiranti con tesatura variabile da 42 a 70 t.

La paratia eseguita per la costruzione dell'avanconca, avrà le stesse caratteristiche geometriche appena descritte ma non sarà tirantata.

Nel tratto sottostante il ponte stradale e la passerella dello sbarramento, per l'indisponibilità di altezza libera, la paratia di calcestruzzo sarà sostituita da tre file di colonne di terreno consolidato con jet-grouting armato di cui diremo in seguito. Questo trattamento sarà contenuto a monte e a valle dalla stessa paratia, che nel tratto interrotto sarà risvoltata ortogonalmente fino a raggiungere planimetricamente, le fondazioni del ponte e dello sbarramento.

Un simile trattamento di jetting sarà eseguito in prossimità dell'unione della paratia con il cassone di monte (S1, fig. 7), in modo da ripristinare la continuità della tenuta idraulica della paratia stessa.

Il consolidamento e l'impermeabilizzazione del terreno di fondazione della conca, sarà eseguito mediante la formazione di più serie di colonne di terreno iniettato con miscela cementizia ad altissima pressione. Le colonne saranno eseguite con un diametro di 150 cm e con interasse di 100 cm, operando dall'attuale piano di campagna.

Lo spessore del terreno trattato varierà da 5,00 m, sotto la vasca della conca, a 4,50 ÷ 6,00 m, in corrispondenza dell'avanconca.

Il collegamento fra i due trattamenti di fondo (eseguiti a quote diverse), da eseguire al termine dell'avanconca, sarà ottenuto mediante colonne di jet-groutig dello stesso diametro, ma armate con tubi di acciaio Ø 89 mm e spessore di 8 mm.

Questo stesso tipo di trattamento, dovrà essere posto in opera nell'area sottostante il ponte stradale e la passerella di servizio dello sbarramento, in modo da collegare i due tratti di diaframma interrotti a monte e a valle delle strutture sopraccitate.

Colonne senza armatura dovranno invece essere eseguite per garantire la continuità di tenuta idraulica fra i due tratti di diaframmi interrotti dal cassone di monte (S1).

Il trattamento di Jet-grouting sarà ovviamente eseguito dopo la formazione del diaframma sul lato destro della vasca. I reflui di iniezione dovranno essere raccolti e smaltiti in discariche autorizzate.

Per tutta la durata del trattamento, sarà installato un sistema di rilevamento continuo, per il controllo della stabilità dei cassoni della spalla destra.

Sui lati di monte e di valle del parco panconi, è prevista inoltre, la realizzazione di due ture di materiale sciolto compattato, con un nucleo centrale costituito da una palancolata metallica con funzione di tenuta idraulica e di sostegno del rilevato stesso, che in particolare per il cassone 6, non deve esercitare alcuna spinta contro le strutture esistenti, per non comprometterne la stabilità durante lo scavo della vasca della conca.

Un'ulteriore palancolata sarà eseguita lungo i rilevati predisposti sia a monte sia a valle della conca, per la costruzione dei diaframmi dei mandracchi. Essa sarà eseguita parallelamente ai diaframmi e ad una distanza tale, che consentirà di rimuovere il materiale dell'argine fra il diaframma di calcestruzzo e la palancolata stessa, e completare le lavorazioni sul lato contro acqua dei diaframmi (la cassetta e getti di calcestruzzo armato).

Le operazioni di scavo per la costruzione delle strutture della conca, potranno iniziare a maturazione avvenuta dei diaframmi e del tampone di fondo.

Lo scavo dell'avanconca, nel tratto fra la vasca e i gargami dei panconi di monte, potrà essere eseguito fino al tampone di jet-grouting.

Lo scavo della vasca, dovrà invece interrompersi, ad una profondità non inferiore alla quota di circa 185,50 m s.l.m., in modo da consentire la posa in opera, alla quota 189,00 m s.l.m., di una struttura provvisoria di sostegno dei cassoni (S4 e S5).

Lo scavo potrà poi proseguire con modalità che dovranno tener conto, sia della posa dei tiranti nel diaframma di calcestruzzo e della loro tesatura, sia della presenza della struttura di sostegno dei cassoni, che dovrà essere lasciata in opera fino al momento della sua interferenza con il getto delle pareti della vasca.

La posizione planimetrica delle ture dovrà consentire la parziale demolizione dei cassoni S1 e S2 a monte ed S6 a valle (fig. 7). La sommità della tura di monte dovrà raggiungere la quota di 194,00 m s.l.m., quella di valle la 190,00 m s.l.m..

La demolizione dei cassoni dovrà essere eseguita esclusivamente con attrezzature da taglio: lame o filo. Non sarà permesso l'uso di martelli o pinze demolitrici montate su macchine operatrici. Se la demolizione con attrezzature da taglio produrrà l'asportazione anche di grossi blocchi di calcestruzzo, questi potranno essere demoliti in cantiere, a debita distanza dall'area di lavoro della conca.

Si prevede che la demolizione del cassone S6 possa essere eseguita appena ultimato lo scavo, e prima dell'inizio dei lavori preparatori per la costruzione della struttura della conca, in modo da consentire che la platea e la muratura della vasca giungano fino al lato di valle della spalla dello sbarramento. La preparazione della tura di valle dovrà essere completata prima dell'inizio delle operazioni di scavo nella vasca della roccia.

La demolizione dei cassoni S1 e S2 potrà essere eseguita in seguito, anche dopo il completamento della struttura “rustica” della vasca e di buona parte dell’avanconca, vale a dire di tutto il tratto compreso fra la vasca e 1,00 m oltre i gargami dei panconi di monte, dove le strutture modificano le dimensioni e i vincoli strutturali. (I gargami potranno essere inoltre utilizzati, come per altro quelli di valle, per la posa dei panconi in progetto, a ulteriore protezione del luogo di lavoro contro le piene del fiume).

La costruzione della tura di monte ovviamente (così come il completamento dello scavo del primo tratto di avanconca) potrà essere ritardata fino a quel periodo.

### *2.2.2 Struttura della conca: fondazioni e muri laterali*

Sia le fondazioni, sia i muri saranno costruiti di calcestruzzo armato.

La fondazione della vasca sarà costituita da una platea di spessore variabile da 2,50 a 2,00 m.

La platea di fondazione dell’avanconca avrà uno spessore unico di 2,50 m fino appena oltre i gargami dei panconi di monte, e di 1,00 m nella restante parte, fino ad arrivare ai cassoni pneumatici esistenti.

La muratura della vasca e dell’avanconca fino ad 1,00 m a monte dall’asse dei gargami, avrà uno spessore costante di 2,00 m e sarà da considerare come una struttura rigidamente connessa alla platea di fondazione.

La muratura della restante parte dell’avanconca sarà costituita: in sinistra da un setto di calcestruzzo armato di 1,00 m di spessore, in destra dalla paratia di calcestruzzo rivestita da uno strato di calcestruzzo armato di 25 cm di spessore, ancorato alla platea di fondazione e alla trave superiore del diaframma.

La struttura in elevazione della conca, sarà tenuta staccata sia dai cassoni pneumatici sia dalla paratia in sinistra, di 1,50 m in modo da accogliere i condotti degli acquedotti di riempimento e vuotamento della vasca. A tergo delle murature il progetto prevede inoltre, la realizzazione di setti di calcestruzzo armato, orizzontali e verticali, con funzione di irrigidimento e distribuzione di eventuali sollecitazioni locali che si manifestassero nel tempo, in caso di eventuali cedimenti, sia sul diaframma, sia sui cassoni sia sulle strutture della conca stessa.

Le spinte trasmesse dalle porte vinciane saranno assorbite dalla struttura della vasca senza interessare i cassoni della spalla dello sbarramento.

Un insieme d’aperture, (quelle orizzontali saranno dotate di griglie), consentiranno l’ispezione dei vani determinati dai setti.

Gli otto vani che serviranno all’accesso alle saracinesche d’apertura e chiusura degli acquedotti, saranno resi impermeabili mediante l’applicazione sulle superfici di contatto fra nuove e vecchie strutture, di giunti di materiale idroespansivo e se necessario si provvederà all’applicazione, sulle superfici di calcestruzzo esterne a contatto con l’acqua, di materiali impermeabilizzati quali elastomeri, cementi osmotici ecc. ecc..

Nei vani inferiori, che si possono considerare camere di manovra delle saracinesche, sarà inoltre alloggiata una pompa a funzionamento automatico, asservita a galleggianti, che evacueranno in Ticino, a valle della conca eventuali acque filtranti nel vano di manovra della paratoia. Scale fisse a pioli, in acciaio zincato permetteranno di ispezionare tutti i vani

Al termine dei vani liberi del lato sinistro a quota 189.35 m s.l.m. è prevista la realizzazione di un condotto di scarico per smaltimento d’eventuali acque d’infiltrazione che si dovessero accumulare. Il condotto sarà dotato al suo sbocco nel Ticino (a Q. 189,00 m s.l.m.), di una valvola a clapet per impedire il ritorno dell’acqua del fiume in occasione di portate di piena eccezionale.

Nella muratura e nella platea saranno inoltre alloggiare le strutture metalliche di tenuta delle porte vinciane e dei panconi, gargami, soglie metalliche.

### *2.2.3 Acquedotti*

Il sistema d’alimentazione e di scarico della vasca sarà costituito da due acquedotti laterali di sezione rettangolare posti nella parte inferiore della conca e dell’avanconca a tergo dei muri laterali.

Ciascun acquedotto sarà dotato di un collettore completo di una bocca di presa e di scarico, collocate rispettivamente a monte e a valle delle porte vinciane, e da tre bocche di carico/scarico poste nella vasca della conca.

Le dimensioni dei componenti di ciascun acquedotto saranno le seguenti:

- bocca di presa di 1,20 x 1,50 m (h);
- condotto d'alimentazione di 0,80 x 1,25 m(h);
- bocche di carico/scarico di 1,20 x 0,70 m (h);
- bocca di scarico di 2,00 x 1,25 m (h);

La lunghezza complessiva di ciascun acquedotto è di circa 50 m.

Il condotto d'alimentazione a sezione rettangolare, sarà costituito da una tubazione d'acciaio trattato con un ciclo anticorrosivo sulle superfici esposte all'acqua e da uno strato di latte di calce sulle superfici a contatto dei getti di calcestruzzo.

Tutte le bocche saranno dotate di griglia metallica a maglia larga per trattenere i corpi galleggianti più grossolani. Le griglie poste sulle bocche di carico/scarico avranno elementi direttori di flusso orientati verso la platea della vasca in modo da minimizzare gli effetti dei flussi sulle imbarcazioni.

La soglia delle bocche situate nella vasca, saranno rialzate di 20 cm dal fondo e la parte superiore situata a quota 183.30 m s.l.m., disterà circa 2,60 m dal livello di minima navigazione.

Con riferimento alla tabella 2 – Tipo di imbarcazione –, tale configurazione consentirà di ottenere, anche rispetto ad un'imbarcazione tipo, dal pescaggio uguale a quello della maggiore delle Peniche, un franco di 1,30 m rispetto alla sommità delle bocche degli acquedotti. Tale distanza ci sembra adeguata alla necessità di ridurre al minimo gli effetti dei flussi immessi nella conca, sui natanti in fase di risalita.

Le griglie delle bocche di presa, collocate nell'avanconca, saranno dotate di gargami e all'occorrenza potranno essere sfilate senza mettere in asciutta la conca.

Ciascun acquedotto sarà dotato di due paratoie di tipo a saracinesca con lente piana, con funzione di regolazione delle portate in carico e in scarico. La manovra delle paratoie sarà gestita da un sistema di comando e controllo asservito ad un rilevatore di livello posto nella vasca.

La movimentazione delle paratoie sarà consentita ovviamente, anche sotto carico, da servomotori idraulici. Come si è visto in precedenza le paratoie saranno alloggiare in pozzo e saranno raggiungibili dal piazzale della conca con scalette fisse a pioli.

Gli acquedotti non saranno dotati di panconi d'emergenza, poiché il loro percorso è interamente compreso nell'area presidiata dai panconi d'emergenza della conca.

Il calcolo del dimensionamento e della verifica idraulica della conca, è riportato nella relazione idrometrica ed idraulica. I risultati ottenuti sono conformi a quanto indicato dalla normativa di riferimento.

In sintesi si riportano i dati più significativi dei processi idraulici della conca:

- per la fase di riempimento si hanno:
  - dislivello di riferimento monte – valle:  $\Delta h = 6,60$  m;
  - tempo di apertura delle paratoie:  $T_a = 5$  minuti
  - tempo di riempimento:  $T_r =$  compreso fra 7 e 8 minuti;
  - velocità massima di riempimento:  $(dh/dt) = 1,47$  m/minuto;
  - portata massima:  $(Q_m) =$  circa  $6,70$  m<sup>3</sup>/sec.
- per la fase di svuotamento si hanno:
  - dislivello di riferimento monte – valle:  $\Delta h = 6,60$  m;
  - tempo di apertura delle paratoie:  $T_a = 5$  minuti
  - tempo di svuotamento:  $T_r =$  compreso fra 6 e 7 minuti;
  - velocità massima di svuotamento:  $(dh/dt) = 1,60$  m/minuto;
  - portata massima:  $(Q_m) =$  circa  $7,30$  m<sup>3</sup>/sec.

#### *2.2.4 Arredi della conca*

Con questa definizione si comprendono le attrezzature e gli accessori necessari allo svolgimento delle operazioni di concata e/o ai lavori di manutenzione.

Quattro scalette a pioli di acciaio zincato (due per lato), installate in appositi vani in modo che non sporgano all'interno della vasca, garantiranno l'accessibilità sia ai natanti in fase di concata, sia alla platea della conca. Le scalette saranno fissate alla struttura della conca con bulloni di acciaio inox su sostegni inghisati direttamente nei getti di calcestruzzo o con tasselli a resina epossidica sulle strutture già completate.

Per l'ormeggio delle imbarcazioni nella vasca è inoltre prevista la posa sulla sommità della muratura di quattro bitte (due per lato).

Un sistema di ganci galleggianti (due per lato) consentirà, seguendo le variazioni del livello della vasca, un ormeggio continuo delle imbarcazioni anche durante le operazioni di concata.

#### *2.2.5 Recinzioni, parapetti, corrimani*

L'area della conca sarà delimitata da una recinzione costituita da un muretto di calcestruzzo e da sovrastanti pannelli metallici, zincati a caldo, di tipo commerciale, forniti in opera da verniciare successivamente nei colori da definire.

Parapetti metallici fissi delimiteranno, da entrambi i lati, sia la vasca sia l'avanconca. Saranno costituiti da profilati commerciali d'acciaio e saranno forniti in cantiere sabbiati al grado Sa 2½ e verniciati con la mano di fondo, pronti per la successiva verniciatura a finire. All'interno dell'area della conca è stato individuato un percorso pedonale che permetterà ai turisti, di raggiungere gli approdi a monte e a valle dello sbarramento, senza attraversare la strada statale 336 ma di sottopassarla. La delimitazione del passaggio pedonale sarà costituita da un parapetto metallico facilmente rimuovibile, in modo da avere in caso di necessità, l'intera area della conca disponibile mediante la sua rimozione.

### **2.3) Opere in acqua**

Sono comprese in queste opere i mandracchi di monte e di valle e tutte le installazioni necessarie per un funzionale avvicinamento e sosta dei natanti alla conca di navigazione (eventuali bricole boe galleggianti, pontili ecc.).

Nella progettazione dei mandracchi, si è cercato di trovare un giusto compromesso fra l'esigenza di creare un'area d'attesa e di approccio alla conca il più possibile vicina a schemi ottimali di sosta e di transito, con la necessità di contenere l'impegno economico per la loro realizzazione e soprattutto, di ridurre il più possibile il loro impatto sull'ambiente circostante.

Uno schema ottimale di costruzione dei mandracchi dovrebbe prevedere la realizzazione di opere di guida e aree di attesa fuori della conca, in posizioni contrapposte che non interferiscano con la linea di navigazione della conca stessa.

Si prevede pertanto di porre:

- le aree di attesa sia di monte sia di valle, sulla sponda del fiume, ponendo le opere per l'ormeggio ad una distanza dalla conca, tale da evitare che le imbarcazioni in sosta siano da ostacolo alle manovre dei natanti in uscita;
- le opere di guida, costituite da bricole posate ogni 10 m circa, in alveo al fiume, allineate in modo da interessare solo marginalmente la luce nove dello sbarramento.

Tale disposizione si può ritenere compatibile con l'esercizio dello sbarramento e funzionale per l'uso della conca

Ha inoltre il vantaggio di mantenere i natanti in attesa e/o in navigazione, sufficientemente lontani dallo sbarramento e quindi fuori degli effetti prodotti dal suo esercizio. Il prolungamento delle opere per la formazione delle aree d'attesa, avrà inoltre sicuramente un benefico effetto sull'integrità della sponda del fiume, soprattutto nel tratto appena a valle della conca.

### *2.3.1) Mandracchio di monte*

Il mandracchio di monte si spinge verso nord per circa 65 m dall'attuale spalla destra dello sbarramento.

Avrà il lato sinistro aperto verso il fiume e il destro costituito da un'opera di contenimento della sponda del fiume con sommità alla 194,00 m s.l.m.

#### *2.3.1.1 Opere provvisionali e di sottofondazioni*

Per la costruzione del mandracchio di monte sarà eseguita una paratia di calcestruzzo armato, composta di pannelli dalle dimensioni di 300 cm di larghezza e di 60 cm di spessore.

La paratia sarà eseguita fino alla profondità di 170,00 m s.l.m., e sarà ancorata in sommità con tiranti da 18 t (n. 2 per ogni pannello). La sommità del diaframma, completo della trave di collegamento di testa, arriverà a 194,00 m s.l.m..

Per la realizzazione del diaframma bisognerà procedere al livellamento del terreno in fregio al fiume, estendendo l'attuale sponda verso l'alveo con l'apporto di materiale inerte (sarà recuperato il materiale utilizzato per le opere provvisionali del mandracchio di valle ed eventualmente, proveniente anche dallo scavo di regolarizzazione dell'alveo), in modo da creare una superficie piana lungo tutto lo sviluppo del diaframma e garantire così, un'idonea operatività alle macchine addette alla costruzione del diaframma. Il rilevato dovrà essere esteso verso il fiume in modo da poter consentire l'esecuzione di un palancolato metallico, ad una distanza tale dalla paratia di calcestruzzo che permetta, con la successiva rimozione del rilevato fra le due paratie, di ricavare un'area di lavoro sufficientemente ampia da utilizzare per la posa dei tiranti e per l'esecuzione del rivestimento sul diaframma di calcestruzzo.

#### *2.3.1.2 Struttura e opere del mandracchio*

La superficie del diaframma a contatto con l'acqua sarà rivestita con calcestruzzo armato dello spessore di 25 cm, gettato a vista in casseri di legno piallato; opportuni scuretti a sezione trapezia delimiteranno le riprese di getto sia orizzontali sia verticali. Il rivestimento sarà reso solidale al diaframma mediante armatura d'ancoraggio. Il fondale in prossimità del mandracchio dovrà essere regolarizzato con operazioni di scavo, fino ad una profondità minima che permetterà, l'esecuzione di un rivestimento costituito di pietrame di cava non gelivo, di pezzatura compresa fra 0,010 e 0,100 t, posato a secco per uno spessore di circa 50 cm, e in modo da non superare la quota di 189,15 m s.l.m..

Per l'attracco dei natanti, il mandracchio sarà dotato di un pontile, composto di elementi modulari galleggianti ancorati a pali o profilati solidali alla struttura della sponda. Una passerella incernierata alla sponda, assicurerà lo sbarco dal natante in attesa della concata. La passerella permetterà di entrare direttamente nell'area recintata della conca.

### *2.3.2) Mandracchio di valle*

Il mandracchio di valle si sviluppa oltre l'attuale parco panconi per circa 70 m. Il lato sinistro è completamente aperto verso il fiume; il destro, è costituito da un insieme di opere destinate all'ancoraggio dei natanti e al sostegno della sponda. A quota 190,00 m s.l.m., un camminamento di circa 2,0 m, collega le aree di attesa del mandracchio, con la conca di navigazione.

#### *2.3.2.1 Opere provvisionali e di sottofondazioni*

Per la costruzione del mandracchio di valle sarà eseguita una paratia tirantata, di calcestruzzo armato, composta di pannelli di 3,00 m di larghezza e di 1,00 m di spessore.

Sarà eseguita fino a profondità 168,00 m s.l.m. e sarà ancorata da una coppia di tiranti da 30 t/cad., per ciascun pannello. La sommità del diaframma completo della trave di collegamento di testa arriverà a 190,00 m s.l.m.. A tergo del diaframma a quota 189,00 m s.l.m., dovrà essere costruito un drenaggio orizzontale composto da una tubazione di p.v.c. finestrata, Ø 30 cm,

alloggiata in un filtro di ghiaia a pezzatura variabile e di spessore medio di 30 cm, avvolta in un telo di tessuto non tessuto dal peso non inferiore di 300 g/m<sup>2</sup>.

Anche per la realizzazione di questo diaframma sarà necessaria la formazione, lungo la sponda del fiume, di un terrapieno, per consentire alle macchine operatrici di operare su piani orizzontali impostati a quote compatibili con le sommità del diaframma. Tale terrapieno sarà esteso verso il fiume (come il mandracchio di monte), per consentire l'esecuzione di una paratia metallica che servirà in seguito, a proteggere dal fiume, l'area di lavoro da destinare alla posa dei tiranti e del rivestimento del diaframma.

### *2.3.2.2 Struttura e opere del mandracchio*

A completamento del diaframma, la superficie verso il fiume sarà rivestita con calcestruzzo armato dello spessore di 25 cm, gettato a vista in casseri di legno piallato; opportuni scuretti a sezione trapezia delimiteranno le riprese di getto sia orizzontali sia verticali. Il rivestimento sarà reso solidale al diaframma mediante armatura di ancoraggio.

Il fondo del fiume in prossimità del mandracchio, dovrà essere regolarizzato con operazioni di scavo, in modo da ricavare un piano orizzontale alla quota 183.90 m s.l.m., completo di un rivestimento di protezione contro le erosioni, costituito da uno strato di circa 50 cm di pietrame di cava non gelivo di pezzatura compresa fra 0,020 e 0,100 t, e posato a secco sul fondo dell'alveo regolarizzato, per tutta la lunghezza del mandracchio e per una larghezza di circa 12,00 m. Il fondo del mandracchio così costruito, è a circa 2,00 m di profondità dalla quota di minima navigazione (185.91 m s.l.m.).

Il tratto più vicino alla conca, per una lunghezza di circa 10 m, sarà raccordato alla soglia di valle, alla quota 182.40 m. s.l.m..

La regolarizzazione dell'alveo del fiume sarà estesa, in senso longitudinale, appena oltre le opere costituenti il mandracchio, e in larghezza si estenderà orizzontalmente fino ad incontrarsi con la quota dell'alveo esistente. Il tratto di sponda interessato alla regolarizzazione dell'alveo a valle del mandracchio, sarà rimodellato e protetto da una mantellata di pietrame calcareo della pezzatura minima di 0,80 t.

Per l'attracco dei natanti, il mandracchio sarà dotato di un pontile composto di elementi modulari galleggianti, ancorati a pali o profilati di acciaio solidali alla struttura della sponda. Una passerella incernierata alla sponda assicurerà lo sbarco dal natante in attesa della concata. La passerella accederà direttamente nell'area recintata della conca.

Un camminamento di 2,00 m di larghezza, delimitato a sinistra dalla trave superiore del diaframma e a destra da un cordolo di calcestruzzo armato, collega l'area di attesa di valle con quella di monte, passando nell'area interna della conca di navigazione.

Sarà pavimentato con masselli prefabbricati di calcestruzzo vibro-compresso, forniti nel colore naturale.

Lungo il percorso saranno installati parapetti metallici forniti in cantiere sabbiati, e con la mano di fondo già applicata, da verniciare in opera in colori da definire.

La scala costruita di calcestruzzo sarà lasciata a vista.

La scarpa della sponda che subirà modificazioni per la costruzione del mandracchio, sarà rimodellata e protetta con interventi d'ingegneria naturalistica, che prevedono la posa d'elementi antiersivi, inerbimento e posa di talee di arbusti di essenze autoctone.

Questi interventi saranno accompagnati dalla realizzazione di un sistema di drenaggio e di raccolta delle acque superficiali.

Per la realizzazione delle opere di ingegneria ambientale, ci si atterrà comunque, alle indicazioni contenute nel volume "Manuale tecnico di ingegneria naturalistica" divulgato dalla regione Piemonte.

### *2.3.3) Opere di guida*

Le opere di guida sia di monte sia di valle, saranno costituite da bricole di legno, infisse nell'alveo del fiume ogni 10 m, seguendo la direzione della spalla destra dello sbarramento.

Per evitare l'accumulo di materiale galleggiante davanti alla conca e allo sbarramento, le bricole non saranno collegate fra loro da traversi orizzontali.

L'opera di monte sarà collegata con il sistema di boe galleggianti attualmente in opera sull'invaso, per la segnalazione dello sbarramento; avrà ovviamente anche la funzione di presidio contro l'involontario avvicinamento allo sbarramento, dei mezzi nautici in navigazione, a seguito di avaria o di un'errata manovra.

Nel caso fosse consentita la navigazione a imbarcazioni più piccole di quella tipo, il passo delle bricole dovrà essere ridotto in proporzione alle dimensioni del natante più piccolo.

Le opere guida previste in progetto, servono a delimitare il tratto di canale di navigazione più prossimo alla conca e sono da intendersi strettamente funzionali alle manovre di approccio alla conca.

Altre opere guida dovranno essere installate per l'individuazione dei canali navigabili di monte e di valle.

#### *2.3.4) Punti di ormeggio e di accosto*

Le installazioni che consentono le operazioni di ormeggio e di accosto sono state descritte nei paragrafi riguardanti i mandracchi.

Ricordiamo che il progetto prevede che l'ormeggio nei mandracchi, come previsto peraltro nella normativa di riferimento, sia utilizzato solo in preparazione della concata e non come nodo di interscambio con il territorio.

### **2.4) Opere meccaniche**

#### *2.4.1) Porte vinciane*

Nella conca saranno installate due porte vinciane costituite da una struttura di profilati commerciali di acciaio Fe 430. Avranno il bordo superiore al netto della sovrastruttura della passerella, a quota 194.15 m s.l.m. circa, più alto di 15 cm delle murature laterali della conca.

Le porte chiuse formeranno un angolo di 22° rispetto alla direzione trasversale alla conca, mentre aperte saranno parallele alla conca e completamente contenute in appositi vani.

Le porte avranno le seguenti dimensioni:

- Porta di monte 2 elementi di circa 4900 x 4680 mm;
- Porta di valle 2 elementi di circa 4900 x 11655 mm.

I cardini di base delle porte saranno realizzati con perni di acciaio inox e boccole in materiale autolubrificante. Il sostegno superiore sarà dotato di molle a tazza, in modo da compensare le oscillazioni delle porte durante il movimento.

Gli elementi di tenuta idraulica saranno costituiti da guarnizioni in neoprene antinvecchiante fissate con piatti e bulloneria di acciaio inox.

Gli elementi di tenuta idraulica, fissi, orizzontali e verticali, saranno costituiti da profilati di acciaio inox e saranno inghisati nelle opere murarie della conca, con getti di calcestruzzo di seconda fase.

Le porte saranno dotate in sommità, di una passerella metallica la cui struttura portante sarà costruita con profilati metallici. Il piano di calpestio sarà realizzato con un grigliato di acciaio zincato, composto di pannelli facilmente asportabili. Alla struttura della passerella sarà applicato lo stesso trattamento anticorrosivo delle porte.

La luce libera di passaggio sarà di 70 cm. Le passerelle serviranno da collegamento fra i due lati della conca.

La manovra delle porte sarà possibile solo a carico bilanciato e sarà comandata da servomotori oleodinamici inseriti in apposite sedi nella muratura della conca. Le centraline, gli apparati di

comando e controllo saranno installati in appositi locali posti nell'area della conca in prossimità della scala d'accesso alla passerella dello sbarramento.

Per più complete informazioni si rimanda all'elaborato di progetto: "Relazione Tecnica – Sistema di azionamento, comando e controllo".

#### *2.4.2) Panconi*

Per l'esecuzione di lavori di manutenzione o per l'ispezione delle parti di struttura normalmente in acqua, la conca sarà dotata di due serie di panconi in grado di mettere in asciutto sia l'avanconca sia la vasca interna. I panconi saranno messi in opera con l'impiego di un'autogrù e di una da trave pescatrice.

La serie dei panconi di monte sarà costituita da 4 elementi d'altezza variabile da 85 a 130 cm.

La serie dei panconi di valle sarà costituita da 6 elementi di altezza variabile da 120 a 250 cm.

Essi saranno costituiti da profilati commerciali di acciaio Fe 360.

Avranno tenute idrauliche in gomma neoprenica su tre lati. La bulloneria e i piatti di fissaggio della gomma alle parti fisse del pancone saranno di acciaio inox.

Il deposito dei panconi avverrà su una parte dell'area destinata alla conca in prossimità del mandracchio di monte.

#### *2.4.3) Paratoie degli acquedotti*

Saranno costituite da valvole del tipo a saracinesca dal corpo piatto. Saranno fornite in opera complete di cassa, da inghiottire nei getti di prima fase.

Per le dimensioni e le caratteristiche delle paratoie vedi il punto 2.2.5 di questa relazione e la relazione tecnica "Sistema di azionamento, comando e controllo", allegata al progetto.

### **2.5) Impianti oleodinamici ed elettromeccanici**

La conca sarà dotata di un sistema integrato di comando e controllo che provvederà a gestire e coordinare i movimenti e le manovre delle parti interessate alle operazioni di concata e al suo funzionamento in senso più generale del termine.

Questo sistema sarà essenzialmente costituito:

- dall'impianto oleodinamico,
- dall'automatismo di gestione,
- dall'impianto elettrico,
- dai dispositivi di segnalazione,
- sistemi di comunicazione e videocontrollo.

L'intero sistema di comando, controllo e gestione della conca, sarà fornito e realizzato secondo un sistema di qualità rispondenti alla norme UNI EN ISO 9001, da intendersi come una serie di azioni sistematiche e pianificate che permettano di garantire, con un adeguato grado di affidabilità, che le opere siano realizzate secondo le prescrizioni.

La descrizione dettagliata della composizione e del funzionamento delle varie parti del sistema è riportata nella relazione tecnica "Sistema di azionamento, comando e controllo", allegata al progetto.

Di seguito sono illustrate le caratteristiche principali degli impianti componenti il sistema di comando e controllo della conca.

#### *2.5.1) Azionamento porte e paratoie degli acquedotti.*

Per la manovra degli elementi delle porte vinciane e delle valvole d'intercettazione degli acquedotti è previsto l'impiego di servomotori oleodinamici che faranno capo ad un'unica centralina, installata in un apposito locale, costruito in prossimità della scala d'accesso, alla passerella di servizio dello sbarramento.

La scelta di installare un'unica centralina, rispetto a quella di avere più centraline in prossimità degli apparecchi utilizzatori, pur essendo più onerosa in termini di investimento iniziale (costruzione del vano per installazione apparecchiature; maggior percorso, anche se contenuto, delle tubazioni), consentirà nel futuro, una più semplice e meno onerosa gestione dell'impianto, in termini di tempi di controllo e di manutenzione, poiché meno frazionato e costituito da minori componenti.

Il funzionamento dei servomotori verrà garantito anche in mancanza di alimentazione elettrica, per mezzo di una pompa manuale, portatile, che verrà collegata con innesti rapidi direttamente ai servomotori.

La potenza impiegata è da stimarsi intorno ai 10÷15 KW.

La corsa dei pistoni oleodinamici sarà pari a:

- porte vinciane 1350 mm circa
- paratoie o valvole acquadotti 1250 mm circa .

I servomotori saranno comunque realizzati con la necessaria extracorsa per garantire la manovra completa.

Il dimensionamento delle parti sarà tale da far fronte alle massime sollecitazioni in progetto maggiorate del 50%, per tener conto degli effetti dinamici.

I collegamenti oleodinamici tra i vari componenti, dovranno essere realizzati con tubi e raccordi d'acciaio inox, senza saldatura.

Le staffe di fissaggio delle tubazioni saranno di polipropilene con bulloneria d'acciaio inox.

Il tipo d'olio impiegato dovrà avere biodegradabilità superiore al 90 %.

Le apparecchiature saranno gestite da un sistema completamente automatico attivabile:

- dal manovratore della conca, da una postazione denominata "postazione di comando" esterna al locale comandi;
- da un operatore remoto operante da un posto di teleconduzione.

Opportuni dispositivi saranno previsti per disattivare il sistema automatico per operare con comandi manuali in caso d'emergenze e di lavori di manutenzione.

### *2.5.2) Dispositivi di sicurezza*

I dispositivi di sicurezza indispensabili per il corretto funzionamento della conca devono prevedere:

- fine corsa elettromeccanici per comandare l'arresto dei movimenti delle porte e delle paratoie d'alimentazione;
- valvole di sicurezza sugli impianti oleodinamici a protezione dei meccanismi di manovra;
- sistemi elettronici o elettromeccanici di rilevazione d'eventuali anomalie nel funzionamento degli organi meccanici;
- un sistema di fotocellule per controllare l'apertura e la chiusura delle porte verificando la presenza di ostacoli nell'area di manovra delle porte stesse.
- il controllo dei livelli, interno ed esterno alla vasca, realizzato con trasduttori del tipo ad ultrasuoni installati al di sopra del livello max da misurare, in zona riparata da possibili elementi di perturbazione.

### *2.5.3) Impianti elettrici*

Dovranno essere eseguiti a norme CEI.

Si dovranno realizzare due impianti elettrici separati.

Un impianto dovrà servire ad alimentare: il sistema di comando e di controllo e segnalazioni della conca; l'impianto di illuminazione dell'area della conca stessa.

L'altro dovrà servire l'illuminazione dei depositi panconi, e i sistemi di movimentazione dei panconi stessi.

Tutti gli impianti dovranno essere completi dell'impianto di terra.

Per l'esecuzione dell'impianto elettrico e dell'impianto di terra, si dovrà tener conto degli impianti esistenti nell'area dello sbarramento.

I cavi saranno posati in cavidotti interrati e/o ricavati nella struttura muraria della conca o posati in canaline installate sulle strutture dello sbarramento. Anche il percorso dei cavi dovrà avere una separazione tra l'impianto della conca e l'impianto dei depositi panconi.

La distribuzione dell'energia avverrà attraverso un appositi quadri provvisti di: interruttore generale di sicurezza, interruttori manuali, differenziali e magnetotermici per i singoli componenti.

Si prevede che i quadri siano alimentati a 380 V con sezioni in uscita a 380-220 V per l'impianto di potenza e di illuminazione e di 24 V per l'impianto di comando e controllo.

Il quadro relativo alla conca, sarà installato nel fabbricato comandi, costruito in prossimità della scala d'accesso alla passerella di servizio dello sbarramento.

Il quadro relativo ai depositi panconi sarà installato nel deposito nord in prossimità della scala di accesso alla passerella di servizio dello sbarramento.

#### *2.5.4) Impianto di illuminazione*

Dovranno essere eseguiti a norme CEI.

Si dovrà procedere all'esecuzione d'impianti d'illuminazione separati per la conca e le aree di competenza e l'illuminazione delle aree destinate a deposito dei panconi.

L'impianto di illuminazione della conca farà capo al quadro generale del punto precedente e comprenderà una o più linee di corpi illuminanti su palo per l'illuminazione generale delle aree.

I corpi illuminanti saranno in alluminio pressofuso, completi di lampade a vapori di sodio da 150 W montate su pali d'acciaio zincato. Per gli imbocchi di monte e valle della conca, l'illuminazione generale sarà integrata con due proiettori in alluminio pressofuso equipaggiati ciascuno da una lampada da 400 W, montate anch'esse su palo d'acciaio zincato.

L'impianto di illuminazione dei parchi panconi farà capo ad un quadro alimentato dall'impianto elettrico dello sbarramento e comprenderà due linee di corpi illuminanti dello stesso tipo di quelli da installare nella conca.

Per la progettazione sia dell'impianto elettrico sia dell'impianto di illuminazione dovranno essere verificati gli impianti elettrici e di terra esistenti nell'area dello sbarramento e, se esistente, di illuminazione della strada statale.

#### *2.5.5) Fabbricato comandi*

Per l'installazione delle apparecchiature di comando e di controllo della conca sarà costruito, sul lato destro della conca, in prossimità della scala di servizio dello sbarramento, un fabbricato a copertura piana dalle dimensioni in pianta di 5,10 x 5,60 m.

Sarà diviso in due vani con larghezza di 2,40 m ciascuno. In quello più vicino alla scala, saranno installati le apparecchiature annesse all'impianto oleodinamico: centralina, serbatoi per olio e aria e relativi quadri elettrici di potenza ed ausiliari; nell'altro saranno installate le apparecchiature di comando e di controllo della conca: quadri elettrici, computer, quadri sinottici, registratori di livelli ecc.

I vani avranno un'altezza interna dal pavimento di 3,00 m. Il pavimento, sostenuto da un vespaio aerato, sarà costituito da piastrelle di gres porcellanato levigato. Cunicoli e tubazioni interrate consentiranno il collegamento delle apparecchiature installate con gli apparecchi utilizzatori esterni. La distribuzione interna degli impianti sarà eseguita "a vista" mediante la posa di tubi metallici a tenuta stagna e/o canaline. Anche la distribuzione dell'impianto elettrico sarà eseguita esternamente.

Entrambi i vani saranno dotati di aperture per la ventilazione naturale.

Il fabbricato sarà fondato su fondazioni continue di calcestruzzo armato.

La struttura in elevazione, perimetrale e di divisione interna, sarà costituita da blocchi di laterizio portante di 25 cm di spessore.

Il solaio di copertura sarà costituito da un solaio misto in laterizio e cemento con travetti prefabbricati.

Le gronde saranno di calcestruzzo gettato in opera.

L'esterno del fabbricato sarà intonacato con malta bastarda con finitura di malta di calce idrata. Per l'esecuzione dell'intonaco di finitura si potranno utilizzare delle malte già colorate o procedere in seguito alla tinteggiatura con idropitture di colore da definire.

Il solaio di copertura sarà impermeabilizzato con una membrana prefabbricata di p.v.c., di spessore non inferiore a 1,5 mm, armata con velo di vetro e posata su massetto di calcestruzzo gettato per la formazione delle pendenze.

La membrana impermeabile dovrà essere protetta da due strati separatori, costituiti da un feltro di poliestere da 200 g/m<sup>2</sup>, da posare: il primo sul massetto di calcestruzzo, il secondo sulla membrana stessa, prima della posa del ghiaietto. La membrana dovrà essere risvoltata e fissata con piattine di acciaio zincato, ancorate alla sommità del muretto perimetrale del solaio di copertura, con tasselli.

Il telo impermeabile sarà coperto da uno strato di 20 cm di ghiaietto.

Un bocchettone di p.v.c. del diametro di 10 cm scaricherà l'acqua piovana in un pluviale in rame dello stesso diametro. Il pluviale sarà dotato al piede di un pozzetto di ispezione, e sarà collegato alla rete di raccolta delle acque del piazzale.

I muretti perimetrali delle gronde, costruiti di calcestruzzo gettato in opera per il contenimento del sistema di impermeabilizzazione e di copertura, saranno protetti da cappellotti in rame fissati alla struttura con viti e tasselli.

I serramenti delle porte, delle griglie e della finestra saranno costruiti in profilati di acciaio preverniciati nel colore da definire. Saranno forniti completi di vetrocamera termoacustiche, con il vetro esterno retinato.

L'interno dei vani sarà intonacato a civile e imbiancato con idropitture lavabili.

Il pavimento finito sarà posto alla quota 194.10 m s.l.m..

Nella collocazione del fabbricato comandi si è tenuto conto che le manovre della conca saranno eseguite, dall'operatore locale, dal posto denominato "postazione di comando" esterno al fabbricato, vedi relazione tecnica "Sistema azionamento di comando e controllo", da cui si avrà una visuale ottimale sulle manovre di concata.

Il locale con le apparecchiature di comando e controllo avrà inoltre installato un impianto di climatizzazione le cui caratteristiche sono riportate nella relazione tecnica "Sistema azionamento di comando e controllo", allegata a questo progetto.

## ***2.6) Opere accessorie***

Sono comprese in queste opere quella parte di impianti e d'attrezzature in dotazione alla conca e necessarie al suo funzionamento, la cui gestione è integrata nel sistema automatico di comando e di controllo descritto nei punti precedenti.

Di seguito riassumiamo gli aspetti principali di queste opere, per il dettaglio si rimanda alla relazione: "Sistema azionamento di comando e controllo".

### ***2.6.1) Semafori***

Per la corretta gestione del traffico saranno installati in corrispondenza di ciascuna porta, semafori a due luci (rossa e verde) così come previsto dal - Regolamento della segnaletica e delle vie di navigazione interna fluviali - del 7/6/2002 n. 6/R pubblicato sul B.U. 13/6/2002, 2° suppl. al n. 24.

### ***2.6.2) Telecamere***

In previsione di una gestione remota o automatizzata della conca il progetto prevede di installare due telecamere fisse ad alta definizione, poste in modo da riprendere la conca in modo completo; ciò consentirà all'operatore di avere un quadro della situazione, che gli permetterà di intervenire in caso di necessità.

### *2.6.3) Ciofoni e altoparlanti*

Costituiranno gli strumenti principali del sistema di comunicazione tra un operatore remoto e l'utilizzatore della conca, da utilizzare sia in regime normale, sia in caso di anomalie di funzionamento, sia per una richiesta d'intervento.

### *2.6.4) Segnaletica fissa*

La segnaletica da porre in opera dovrà essere conforme al - Regolamento della segnaletica e delle vie di navigazione interna fluviali – del 7/6/2002 n. 6/R pubblicato sul B.U. 13/6/2002, 2° suppl. al n. 24.

Essa dovrà comunque comprendere per ciascun verso di percorrenza:

- segnalazioni luminose;
- un cartello indicante il limite di arresto per i natanti in avvicinamento;
- un cartello indicante il limite di arresto per i natanti in vasca, durante le manovre di riempimento o svuotamento;
- un cartello indicante le dimensioni massime della conca;
- segnaletiche varie di sicurezza.

Per le manovre automatizzate appositi cartelli saranno messi nei punti di accostamento dei natanti. A questa segnaletica va aggiunta quella specifica della conca che indichi: orari di esercizio, numero di telefono e frequenza radio dell'operatore, numeri di soccorso e numeri utili.

## **2.7) Opere stradali e varie**

### *2.7.1) Strade di accesso*

L'area in cui sarà costruita la conca e già servita da due strade, una a monte e una a valle dello sbarramento, attraverso le quali si può accedere all'attuale parco panconi anche con autocarri.

Quella di monte ha un fondo in terra battuta; ha origine dalla strada statale e raggiunge dopo alcune decine di metri, un'area pianeggiante esterna la recinzione del parco panconi attuale.

Nel progetto non si prevede alcuna modifica all'attuale tracciato, solo la parte terminale della strada sarà modificata per favorire l'ingresso alla conca e al parco panconi nord. Il terreno compreso fra la parte terminale della strada e la recinzione del parco panconi sarà risagomato e ripiantumato.

La strada a valle dello sbarramento ha origine da una strada comunale e raggiunge dopo una decina di metri il cancello del parco panconi ; ha pavimentazione in conglomerato bituminoso.

Anche questa strada non sarà modificata ma solo mantenuta al termine dei lavori.

Sulla strada si affacceranno il cancello d'ingresso del nuovo parco panconi, il vecchio ingresso del parco panconi la cui collocazione rimane la stessa e il passaggio pedonale, che collega l'area della conca, con il mandracchio di valle.

### *2.7.2) Area di sosta*

Il progetto prevede di creare una piccola area di sosta in prossimità dell'ingresso nord della conca. Sarà costituita di quattro posti auto collocati su lato sinistro della strada d'accesso.

L'individuazione di quest'area sarà favorita da cartelli.

Fra i posti auto e la recinzione dell'area della conca di navigazione, sarà lasciato un'area da destinare ad un eventuale percorso pedonale, che entrando nell'area recinta della conca, permetterà di raggiungere le aree di valle sottopassando la strada statale.

A valle non sono previste aree di sosta esterne alla conca di navigazione.

### *2.7.3) Aree di manovra, piazzali e depositi*

Le aree all'interno della recinzione della conca sono da considerare aree da destinare all'esercizio della conca e pertanto da utilizzare come aree di manovra, deposito, transito ecc. In particolare in progetto, è stata individuata, nella parte più a monte dell'area interna alla conca, una zona da destinare al deposito dei panconi di soccorso. Si è preferito concentrare in un'unica area il deposito

dei panconi sia di monte sia di valle, consapevoli che per l'eventuale posa in opera dei panconi di valle, sarà necessario caricarli su un autocarro e trasportarli a valle, ma riteniamo più utile lasciare libere e disponibili per il normale esercizio della conca, le aree a valle dello sbarramento. Si rammenta inoltre che l'area a monte più vicina alla passerella di servizio dello sbarramento, potrà essere utilizzata come area di sosta dell'autogrù addetta alla movimentazione dei panconi di monte dello sbarramento.

La pavimentazione dell'area sarà eseguita con misto granulare anidro naturale, stabilizzato con cemento in ragione di  $70 \text{ kg/m}^3$  di materiale inerte, posato nello spessore finito di circa 25 cm, steso e rullato a macchina, su sottofondo di ghiaia o misto naturale stabilizzato.

Le aree interne alla conca saranno dotate di fognatura per la raccolta delle acque superficiali, che saranno convogliate a monte dello sbarramento.

L'impianto sarà composto di pozzetti prefabbricati di calcestruzzo dalle dimensioni interne  $50 \times 50 \times 50$ , posati in modo da creare punti di raccolta disposti sulle superfici pavimentate ogni 20 m circa. I pozzetti saranno collegati da tubazioni di p.v.c. del diametro interno di 20 cm, e saranno dotati di chiusini in ghisa per la raccolta dell'acqua. Una canaletta prefabbricata di calcestruzzo sarà posata davanti a ciascun cancello d'ingresso alla conca di navigazione, e sarà collegata all'impianto di raccolta e smaltimento delle acque piovane.

#### *2.7.4) Aree per il deposito dei panconi dello sbarramento*

Come abbiamo visto, per la costruzione della conca sarà necessario ricostruire il parco panconi dello sbarramento.

Il progetto prevede di adibire a questo scopo, due aree limitrofe a monte e a valle dello sbarramento, dotandole delle stesse attrezzature di movimentazione presenti nell'attuale parco panconi.

Si è scelto di adottare questa soluzione poiché di più semplice realizzazione di altre (per esempio creare un unico parco panconi su più piani), ed è quella che consente una più immediata movimentazione dei panconi dello sbarramento e non ultimo perché fra quelle considerate è la soluzione più gradita dall'ENEL. Non dobbiamo dimenticare che l'ENEL, in qualsiasi caso, avrà costi maggiori per la movimentazione dei panconi di monte in quanto, l'attuale disposizione non richiede interventi di attrezzature e di macchinari, che non siano quelli installati sullo sbarramento e nel parco panconi. Nella soluzione in progetto e in quelle analizzate e suggerite nella conferenza dei servizi, per la movimentazione dei panconi è necessario utilizzare un'autogrù, che li prenderà dal deposito e li collocherà in aree raggiungibili dal carro, posto sulla passerella di servizio dello sbarramento. Inoltre vi è anche da considerare, che con la costruzione della conca l'ENEL perderà la disponibilità dell'attuale area in sponda destra, che è anche destinata, durante lo svolgimento di lavori di manutenzione sullo sbarramento, a luogo di installazioni di carattere logistico e anche ad area di lavoro. Considerando l'importanza dello sbarramento, tali lavori possono anche assumere una certa rilevanza temporale ed economica, che come sappiamo non è mai disgiunta da un consistente impiego di mezzi, attrezzature e manodopera. Avere a disposizione due aree (comunque non sovradimensionate per la destinazione di progetto) da destinare durante l'esecuzione di lavori di manutenzione ad aree logistiche, compenserebbe seppur solo in parte, l'abbandono dell'attuale parco panconi e il maggior onere derivante dal diverso sistema di movimentazione dei panconi.

La superficie libera (al netto dei muri di recinzione) del nuovo parco panconi sarà di circa  $1550 \text{ m}^2$ . La superficie dell'intera area con il deposito dei panconi attuali è di circa  $2085 \text{ m}^2$ .

Le aree dovranno essere regolarizzate con operazioni di scavo fino ad ottenere superfici orizzontali finite a quota 194,00 m s.l.m..

Le aree saranno pavimentate con misto granulare anidro naturale, stabilizzato con cemento in ragione di  $70 \text{ kg/m}^3$  di materiale inerte, posato nello spessore finito di circa 25 cm, steso e rullato a macchina su sottofondo di ghiaia o misto naturale stabilizzato.

Prima della posa in opera della pavimentazione si dovranno eseguire:

- le opere in c.a. per il sostegno e la movimentazione dei panconi eseguite come le esistenti (vedi disegni di consistenza),

- le recinzioni complete di cancelli carrabili, costituite da un muretto di calcestruzzo armato, completo di sovrastanti pannelli metallici, zincati a caldo, di tipo commerciale, forniti in opera da verniciare successivamente nei colori da definire,
- la posa in opera di pozzetti perdenti per la raccolta e lo smaltimento delle acque piovane, costituiti da anelli calcestruzzo prefabbricati senza fondo, di 50 x 50 cm di sezione interna, completi di caditoia in ghisa pesante; ogni area di deposito dovrà avere almeno quattro punti di raccolta.
- la fornitura in opera di condotti per impianto elettrico sia di illuminazione, sia di potenza per il funzionamento delle apparecchiature destinate alla movimentazione dei panconi;
- la fornitura in opera di condotti e pozzetti per l'impianto telefonico interno;
- la costruzione per ogni area di deposito, di due fondazioni di calcestruzzo che accoglieranno i lampioni dell'impianto di illuminazione.

Per la posa in opera dei panconi sia di valle sia di monte sarà necessario utilizzare un'autogrù.

I panconi di valle saranno movimentati dalla strada.

I panconi di monte saranno movimentati nell'area destinata alla conca, facendo stazionare l'autogrù nei pressi dell'ingresso di monte. I panconi saranno rimossi dall'area di deposito e posti sulla muratura della conca, in modo da essere agganciati dal carro mobile in dotazione allo sbarramento.

Nei depositi, l'avvicinamento dei panconi al raggio d'azione dell'autogrù, sarà eseguito con un dispositivo del tutto simile a quello ora installato. Sarà pertanto necessario, dotare lo sbarramento di un'ulteriore attrezzatura, da destinare alla movimentazione dei panconi, ritenendo l'attuale dispositivo reimpiegabile in uno dei due depositi.

Anche in queste aree si dovrà prevedere l'impianto elettrico per l'illuminazione ed alcune prese di forza motrice.

Si dovrà inoltre estendere ai depositi, l'impianto telefonico interno dell'impianto idroelettrico.

## 2.8 *Quadro economico del progetto definitivo*

La valutazione dell'intervento è stata effettuata applicando al computo metrico i prezzi unitari del Prezziario delle opere pubbliche – Edizione 2003 – della regione Piemonte.

In base a ciò il quadro economico complessivo dell'intervento risulta il seguente:

|  |    |              |
|--|----|--------------|
| <b>LAVORI</b>  | €. | 5.856.674,00 |
| di cui non soggetti a ribasso (oneri sicurezza)  | €. | 200.000,00   |
| <b>SOMME A DISPOSIZIONE</b>  |    |              |
| - Rilievi, accertamenti, indagini  | €. | 50.000,00    |
| - Accertamenti di laboratorio, verifiche e prove su materiali  | €. | 30.000,00    |
| - Compensazioni e sistemazioni ambientali, rinaturazione aree, opere di abbellimento   | €. | 120.000,00   |
| - Fondo per accordi bonari, acquisizione immobili  | €. | 40.000,00    |
| - Predisposizione per allacciamenti pp.ss.   | €. | 20.000,00    |
| - Accantonamento 1,5% per oneri di cui all'art. 26 L. 109/94   | €. | 87.850,11    |
| - Spese tecniche per D.L. Sicurezza e Collaudo, attività di consulenza e supporto pari al 10% importo lavori (punto 7, art. 17 DPR 554/99) | €. | 585.667,40   |

|  |    |                     |
|--|----|---------------------|
| - Incentivi di cui art. 18 L. 109/94 1,5% importo lavori | €. | 87.850,11           |
| - Spese per pubblicità, bandi di gara, ecc.              | €. | 50.000,00           |
| - IVA 20% su importo lavori                              | €. | 1.171.334,80        |
| - Imprevisti e arrotondamenti (5% circa)                 | €. | 300.623,58          |
| <b>TOTALE</b>  | €. | <u>8.400.000,00</u> |

### **3) PARERI E APPROVAZIONI DEL PROGETTO DEFINITIVO**

#### **3.1) Chiarimenti durante la conferenza dei servizi**

Il progetto definitivo è stato inviato alla Regione Piemonte Direzione Trasporti Settore Navigazione interna e Merci in data 11 ottobre 2004.

La Regione Piemonte, ricollegandosi alle osservazioni emerse in fase di conferenza dei servizi per l'approvazione del progetto preliminare della conca, ha richiesto al Consorzio del Ticino chiarimenti in merito ai seguenti argomenti:

1. verifiche di stabilità e di compatibilità idraulica della spalla della diga interessata ai lavori di realizzazione della conca, e della sponda destra a monte e a valle;
2. compatibilità degli approdi con le fasce di rispetto fluviali;
3. analisi dell'impatto visivo della conca per valutare gli accorgimenti progettuali necessari alla mitigazione dell'impatto delle nuove opere sul territorio;
4. indicazioni progettuali di materiali impiegati e relative tipologie edilizie;
5. realizzazione di un parco panconi interrato su due piani anziché in due aree distinte;
6. indicazioni relative alle compensazioni ambientali e alle trasformazioni di bosco;
7. indicazione delle cave di prestito dei materiali.

Il Consorzio del Ticino, con nota in data 17.1.2005, ha fornito i seguenti elementi esplicativi.

In merito al punto 1, nella relazione di predimensionamento delle opere a corredo del progetto definitivo la pila destra della luce n. 9 dello sbarramento esistente era individuata come l'attuale spalla destra dello sbarramento. Come tale, la verifica di stabilità era riportata nel cap. 4 – pag. 25 e segg. della suddetta relazione.

In merito agli approdi previsti in progetto, essendo posti internamente alla conca e destinati esclusivamente all'attracco per le manovre della concata; qualora gli approdi cui si fa riferimento fossero quelli destinati all'attività turistica, si precisava che il progetto, avendo come obiettivo la realizzazione della conca, non li prevedeva: essi dovevano essere studiati e inseriti nel progetto più generale della via di navigazione.

Riguardo all'impatto visivo, il cap. 5 della relazione generale del progetto illustrava gli accorgimenti adottati per un corretto inserimento del nuovo manufatto nell'ambiente circostante.

Essendo l'opera in gran parte sotto il livello dell'acqua e avendo adottato tipologie edilizie con le stesse caratteristiche di quelle della diga, si ritenne che la documentazione fotografica allegata al progetto fosse esaustiva delle possibili visuali delle opere in elevazione.

Circa i materiali di cui è previsto l'impiego, l'esame del progetto consentiva di individuare tutte le prescrizioni dettate circa la caratteristiche dei materiali e le tipologie impiegate.

La scelta delle tonalità di coloritura veniva rinviata alla fase esecutiva in funzione delle prescrizioni eventualmente formulate dagli enti preposti.

In merito al parco panconi, la soluzione del piazzale deposito panconi su due livelli interrati è stata scartata perché ritenuta inaccettabile dal punto di vista del peggioramento delle condizioni operative di esercizio della diga; la soluzione scelta, illustrata nei disegni di progetto, è compatibile, pur comportando un aggravio di tempi e costi, con la gestione dello sbarramento.

Gli aspetti di compensazione ambientale sono stati affrontati nel il progetto prevedendo una compensazione ambientale per circa 1500 mq occupati dalle nuove opere, ipotizzando la messa a dimora di 335 alberi di specie autoctone. Le modalità con cui eseguire la compensazione dovevano essere definite dalla Regione in base al D.L. 18.05.2001 n. 227.

Infine, nel progetto esecutivo, ove ritenuto necessario, sarebbe stata indicata la cava di prestito ove reperire i materiali da utilizzare.

### ***3.2) Parere di approvazione***

Ritenute esaustive le precisazioni del Consorzio, la Regione ha indetto una conferenza di servizi per la valutazione della procedura di VIA e contestuale valutazione d'incidenza ex D.P.R. 357/97 del progetto inerente l'intera via navigabile del Ticino da Castelletto sopra Ticino/Sesto Calende fino all'imbocco del canale industriale, ritenendo di includere nella conferenza di servizi anche l'approvazione del progetto definitivo della conca di Porto della Torre.

Attraverso due riunioni della conferenza dei servizi e la raccolta di integrazioni e chiarimenti progettuali, si è giunti al termine della procedura con l'emissione del giudizio positivo riguardo sia alla compatibilità ambientale sia alla valutazione d'incidenza dell'intera via navigabile, giudizio espresso dalla Giunta Regionale del Piemonte con deliberazione n° 21 – 5374 del 26 febbraio 2007. Come detto, con tale giudizio positivo la regione Piemonte ha ritenuto approvato il progetto definitivo della conca di Porto della Torre.

La delibera di approvazione conteneva alcune prescrizioni relative ad aspetti paesaggistici, archeologici, forestali, ambientali, idraulici, urbanistico-territoriali e naturalistici, che per quanto concerne la conca di navigazione si possono riassumere come di seguito.

Aspetti ambientali: l'attenzione era posta essenzialmente su eventuali inconvenienti conseguenti all'attività di cantiere durante la fase di scavo e di realizzazione del consolidamento del sedime di fondazione, con particolare riguardo allo stoccaggio dei materiali di scavo e dei fluidi utilizzati, nonché delle acque di aggotamento da riversare nel Ticino.

Aspetti idraulici: venivano poste in evidenza la necessità di rispettare il regime idraulico del corso d'acqua e la stabilità delle sponde, con l'eventuale utilizzo del materiale di scavo per colmare lacune o depressioni delle sponde o dell'alveo.

Aspetti paesaggistici: veniva posto l'accento sulla necessità di minimizzare l'impatto visivo delle nuove opere, soprattutto il parco panconi, e sull'esigenza di utilizzare rivestimenti per i muri dei mandracchi con materiali coerenti con quelli già in opera nella diga.

La delibera costituiva anche rilascio delle seguenti autorizzazioni:

- autorizzazione paesaggistica ex art. 159 D.lgs. 42/2004;
- autorizzazione idraulica ex R.D. 523/1904, compresa autorizzazione all'occupazione delle aree demaniali;
- parere favorevole dell'Autorità di bacino;
- parere favorevole della Soprintendenza per i Beni Architettonici e il Paesaggio del Piemonte;
- parere favorevole della Soprintendenza per i Beni Archeologici del Piemonte.

## **4) IL PROGETTO ESECUTIVO**

### **4.1) Prescrizioni di carattere ambientale**

Lo sviluppo del progetto esecutivo è stato effettuato tenendo conto delle prescrizioni dettate dalla Regione Piemonte in sede di emissione del giudizio di competenza.

Gran parte delle osservazioni formulate sulla necessità di ridurre l'impatto del cantiere con l'ambiente fluviale sono superate con la scelta di mettere in opera le palancole di chiusura delle zone a monte e a valle della conca.

Le palancole realizzeranno un vero e proprio sbarramento tra il cantiere e il fiume, ottenendo il duplice scopo di contenere i terrapieni provvisori realizzati con le terre di scavo e necessari alle lavorazioni nei mandracchi, e di trattenere il più possibile i prodotti degli scavi che potessero accidentalmente defluire verso il fiume.

Gli scarti di lavorazione del jet grouting e i fanghi bentonitici utilizzati nello scavo dei diaframmi saranno raccolti e trattati nel procedimento della singola lavorazione, mentre le acque di aggotamento saranno raccolte e restituite al fiume utilizzando pompe la cui portata sarà dimensionata in funzione delle necessità, ma che sarà sicuramente trascurabile rispetto a quella del fiume e tale da essere diluita entro poche decine di metri dallo scarico in alveo.

Le piste di cantiere realizzate lungo la sponda saranno limitate allo sviluppo strettamente necessario alle lavorazioni da eseguire nei mandracchi, e interesseranno la sponda del fiume unicamente laddove sono previsti interventi di sistemazione.

La mascheratura delle aree panconi verrà effettuata attraverso la posa di idonea vegetazione lungo il perimetro esterno di entrambe le aree panconi nord e sud, in maniera da occultare la visuale dalla strada statale. Compatibilmente con le esigenze di movimentazione dei panconi della diga, saranno poste in opera mascherature vegetali anche lungo la recinzione divisoria tra ogni parco panconi e le aree di pertinenza della conca.

Durante un colloquio con la Soprintendenza ai Beni Architettonici del Piemonte si è concordato di realizzare il rivestimento dei muri del mandracchio di valle, l'unico che in condizioni normali di deflusso risulta visibile, con pannelli prefabbricati di calcestruzzo che abbiano la superficie costituita da pietre naturali annegate nel getto, in maniera da riprendere lo zoccolo delle pile della diga che è realizzato in blocchi in pietra, a partire dalla stessa quota delle pile.

Ciò evita di utilizzare un rivestimento in pietra dei mandracchi di difficile e costosa esecuzione, e al contempo realizzare un paramento che sia coerente visivamente con le strutture esistenti.

La richiesta di demolire le strutture in c.a. affioranti a valle della diga, formulata dal Parco lombardo del Ticino durante una riunione dello scorso luglio, è stata presa in considerazione prevedendo di eseguire l'intervento mediante taglio con filo diamantato, come previsto per il taglio delle strutture dei cassoni pneumatici, in modo da ridurre al minimo la produzione di polvere e residui del taglio, intervento che verrà eseguito da pontone galleggiante, con l'ausilio di sommozzatore per il controllo dell'attività sott'acqua. Il materiale demolito sarà lasciato nell'alveo per costituire anfratti favorevoli alla creazione di tane per i pesci.

### **4.2) Affinamenti progettuali**

L'esperienza effettuata dal Consorzio del Ticino durante la realizzazione della conca della Miorina è risultata un prezioso patrimonio tecnico costruttivo, che è stato molto utile per suggerire migliorie e modifiche al progetto definitivo della conca di Porto della Torre.

Infatti l'approfondimento del progetto sulla scorta di tale esperienza ha portato a prevedere alcune modifiche di dettaglio, che non ne hanno mutato l'impostazione di base né le principali dimensioni. Si riporta qui di seguito una descrizione delle principali migliorie e modifiche apportate.

#### **4.2.1 Paratoie di carico e scarico acquedotto**

Il progetto definitivo prevedeva che le paratoie di gestione del carico e dello scarico della conca fossero posizionate nel tratto di acquedotto a quota + 182,90, interno alle pareti della conca.

La nuova soluzione prevede invece di spostare le paratoie rispettivamente all'imbocco della presa di carico a quota +190,47 e allo sbocco dell'uscita dello scarico a quota 182,90, realizzando due paratoie piane a scorrimento verticale dello stesso tipo di quelle realizzate alla conca della Miorina. Ciò evita che per qualunque intervento di manutenzione in caso di non completa chiusura delle paratoie si debba mettere in asciutta la conca, consentendo interventi più agevoli dall'esterno, e permette di installare manufatti più semplici ed economici in luogo di quelli previsti, che dovevano garantire un'assoluta tenuta stagna essendo all'interno delle strutture.

La modifica ha comportato la realizzazione a pelo libero del tratto di acquedotto a quota + 190,47, per consentire il movimento d'aria all'interno della condotta conseguente alle operazioni di riempimento e svuotamento della conca.

#### *4.2.2 Profilo di fondo della conca.*

L'originale sezione di fondo della conca aveva un andamento orizzontale: l'esperienza della realizzazione della conca della Miorina ha permesso di evidenziare che la stessa ha un andamento a "v" del fondo, evidentemente realizzato per riunire al centro i depositi di materiale eventualmente trasportati nella conca. Pertanto si è scelto di modificare il profilo trasversale creando una sezione a "v" rialzando il fondo di 20 cm ai lati e abbassando di 20 cm. il centro.

La nuova sezione è stata imposta anche per un altro motivo molto importante in fase costruttiva: essa permette di raccogliere al centro della conca e di smaltire con pompe idrovore l'acqua di filtrazione che, nonostante la realizzazione del tampone di fondo e dei diaframmi a tenuta, dovesse comunque essere presente sul fondo, mantenendo all'asciutto le zone laterali ove debbono essere eseguite le lavorazioni sulle pareti della conca e consentendo così di operare in condizioni di maggior sicurezza.

Altra modifica apportata e dettata dall'esperienza della Miorina è stata quella di innalzare da 20 a 40 cm. la soglia su cui ruotano le porte vinciane: ciò consente di evitare che la formazione di depositi ostacoli il movimento delle porte.

Ciò ha comportato l'innalzamento della soglia di monte della conca da +189,55 a +189,75, e di quella di valle da +182,60 a +182,80 mantenendo comunque un franco minimo di +1,10 m per la navigazione, che si ritiene ampiamente sufficiente visto il tipo di imbarcazione di cui è previsto l'uso sulla via navigabile.

Le modifiche del profilo di fondo della conca non hanno comportato alcuna variante sostanziale al progetto.

#### *4.2.3 Impianto oleodinamico di movimentazione porte vinciane*

Contrariamente a quanto indicato al punto 2.5.1, la movimentazione delle porte vinciane avverrà tramite quattro separate centraline oleodinamiche situate in prossimità di ciascuna porta.

La diversa scelta rispetto alle previsioni iniziali di un'unica centralina è dovuta alla maggior flessibilità di intervento in caso di guasto, e all'assenza di tubazioni in pressione per la distribuzione dell'olio ai pistoni dall'unica centralina prevista nel locale comandi agli attuatori idraulici.

Anche questa soluzione è mutuata dall'esperienza della conca della Miorina.

Questa scelta libera spazio nel locale comandi della conca, che verrà realizzato con due locali separati con accessi diversi: il locale a servizio della conca ospiterà i quadri elettrici e di controllo della conca e avrà accesso direttamente dalla conca, mentre l'altro locale, a disposizione dell'Enel, avrà accesso dal parco panconi nord e ospiterà il quadro elettrico e i comandi dell'impianto di movimentazione panconi.

#### *4.2.4 Affinamento del calcolo strutturale*

Affrontando la progettazione esecutiva delle strutture si sono verificate le ipotesi di carico impostate per il predimensionamento alla luce degli esiti delle indagini geognostiche.

Rimandando per i particolari alla relazione specifica, si è constatata la conferma di quanto ipotizzato nel progetto definitivo, mentre il dimensionamento dei diaframmi, effettuato con una procedura di calcolo più approfondita, ha evidenziato la necessità di modificare lo spessore del tratto di diaframma della conca, che è risultato essere di 100 cm. in luogo di 60. Ciò in conseguenza della situazione in cui il manufatto lavora in presenza di acqua sia a monte che a fiume.

Inltre si è prescritta la realizzazione dei pannelli del diaframma con giunti a tenuta, per evitare il più possibile le venute d'acqua dalle giunzioni tra pannello e pannello.

E' stato necessario incrementare anche il numero dei tiranti, che nella nuova conformazione risultano nella conca distribuiti su quattro file, alle quote di +191,00, +188,00, +185,00 e +182,00.

E' stata confermata la necessità di sostenere i cassoni durante la fase di scavo finale e di realizzazione della struttura della conca mediante una serie di puntoni provvisionali di collegamento tra i cassoni e il diaframma, dopo la fase di scavo dalla quota + 185,50.

#### *4.2.5 Variazioni del computo metrico*

Il calcolo delle quantità delle singole voci ha comportato alcune variazioni nelle quantità rispetto a quelle valutate nella stime di costi del definitivo: si pensi alla quantità del ferro di armatura ovvero al dimensionamento dei diaframmi, e del tampone di fondo del jet – grouting.

Alcune voci non erano state considerate, e alcune altre si sono inserite in conseguenza delle richieste emerse durante la fase di valutazione di VIA.

#### **4.3) Aggiornamento prezzi**

Si è provveduto applicando al computo i prezzi del prezzario OO.PP. redatto dalla Regione Piemonte nel 2006, a fronte di quelli originari che erano desunti dal prezzario 2003.

Il progetto è stato adeguato tenendo conto delle variazioni intercorse dal momento della redazione del definitivo a oggi.

Si è in generale riscontrato un aumento generale di circa il 10%, mentre alcune categorie, come il ferro per armature e per carpenterie, hanno fatto riscontrare un aumento più consistente, dell'ordine del 35- 40%.

#### **4.4) Fasi di lavorazione**

*Fase 1: impianto di cantiere, opere provvisionali e di sicurezza, esecuzione aree panconi e spostamento panconi*

L'impianto di cantiere potrà essere installato nell'area destinata a ricevere il parco panconi nord.

Operazioni prioritarie sono la posa in opera delle palancole di protezione della tura di monte, necessaria per eseguire i diaframmi e i tiranti del mandracchio di monte, e successivamente la posa del palancolato a protezione della tura di valle, per conseguire il duplice risultato di proteggere le ture dall'azione erosiva delle acque e al contempo evitare il più possibile l'intorbidimento delle acque conseguente alle lavorazioni.

Per poter procedere si potrà installare provvisoriamente la baracca e le attrezzature di cantiere nell'area di parcheggio prospiciente l'ingresso di monte alla conca, e quindi realizzare gli scavi necessari a raggiungere la quota +194, indi verranno realizzati i muri di sostegno e la pavimentazione in ghiaia.

La nuova aera così ottenuta a monte potrà essere utilizzata per sistemare le attrezzature di cantiere quali baracche, uffici, magazzino, parcheggio.

Il materiale proveniente dagli scavi dovrà essere utilizzato per la formazione della tura di monte.

Contemporaneamente si potrà procedere a realizzare l'area panconi sud, con le stesse modalità costruttive, alla predisposizione del rilevato lungo il tratto di sponda a valle della conca,

propedeutico alla costruzione dei diaframmi del mandracchio di valle, e alle lavorazioni di modellazione della scarpata incipiente sul mandracchio.

Anche in questo caso i materiali di scavo dovranno essere impiegati per realizzare la tura di valle.

L'area sud potrà essere utilizzata anch'essa come area di cantiere, utile per ospitare l'impianto del jet grouting e le vasche della bentonite. I panconi sud verranno posizionati provvisoriamente in un'area Enel in sponda sinistra dello sbarramento, mentre i panconi nord potranno anche essere sistemati a due a due sulle luci della diga, per poi essere spostati a fine lavori nell'area nord.

Al termine di questa fase l'area di sedime della conca sarà libera per poter iniziare l'attività di cantiere vera e propria.

Durata prevista: 3 mesi

*Fase 2) demolizione strutture del parco panconi, esecuzione di tutti i diaframmi e del jet-grouting per la costruzione della conca e dell'avanconca.*

Appena spostati i panconi, e completata la demolizione delle strutture dell'attuale parco panconi, si potrà procedere all'esecuzione del diaframma di calcestruzzo della conca e dei mandracchi, che come abbiamo visto, sarà composto di pannelli di larghezza m. 2,50 e m. 24,00 di profondità e sarà dotato di tiranti permanenti. Lo spessore sarà di 60 cm. per il mandracchio di monte e l'avanconca e di 100 cm. nella conca e nel mandracchio di valle, che sarà però profondo 20 m.

La prima fase vedrà la formazione del diaframma nella zona a nord, nel tratto compreso fra la spalla di sostegno della passerella dello sbarramento e il cassone 1. Al termine dell'esecuzione di questo diaframma, si procederà all'esecuzione del tratto a valle fino alla chiusura contro il cassone 6. Durante questa seconda fase si potrà iniziare lo scavo a monte dell'avanconca, che permetterà di rendere disponibile il materiale per completare il terrapieno all'interno delle palancole.

La stessa operazione potrà essere realizzata con lo scavo della conca nella zona a valle.

A questo punto si potrà procedere con la realizzazione delle diaframature dei mandracchi.

Gli scavi dovranno raggiungere una quota che consenta la realizzazione della prima fila dei tiranti di valle a quota +187,50 e la fila di tiranti prevista a monte a + 193,00.

Subito dopo il completamento del diaframma della conca e dell'avanconca si procederà al consolidamento del terreno di fondazione con l'esecuzione dello jet-grouting.

Si prevede di iniziare il trattamento dal tampone più profondo (vasca) per poi proseguire con il seguente ordine:

- tampone di fondo dell'avanconca;
- setto verticale tra l'avanconca e la vasca;
- setto verticale a completamento del diaframma, nel tratto sotto le strutture del ponte e dello sbarramento;
- colonne di impermeabilizzazione attorno al cassone 1.

Per l'esecuzione dello jetting sotto l'impalcato stradale si potrà abbassare il piano di campagna di circa 1,50 m (se il livello della falda lo consentirà) e si dovranno utilizzare aste di perforazione e di iniezione di lunghezza limitata.

Durata complessiva della fase: 4 mesi (con una sovrapposizione di attività fra diaframmi dei mandracchi e jetting nella conca valutabile in 3 mesi)

*Fase 3: Opere civili della conca*

Dopo aver terminato le opere provvisorie di sottofondazione si potrà procedere con l'esecuzione dello scavo della conca.

Come abbiamo visto, la conca sarà compresa fra il diaframma e i cassoni costituenti la spalla destra dello sbarramento.

Durante lo scavo il diaframma dovrà sostenere la spinta del terrapieno sul lato destro delle nuove opere, mentre i cassoni si alleggeriranno dalla spinta del terrapieno e saranno sottoposti alla spinta idrostatica delle acque del Ticino, che in caso di piena potrebbero arrivare fino a circa di 189,00 m s.l.m..

Dalla verifica statica dei cassoni, nell'ipotesi che il livello idrico in fiume raggiunga la 189,00 m s.l.m., risulta che la loro stabilità, è assicurata fino al raggiungimento di un piano di scavo posto circa alla quota di 185,50 m s.l.m..

Per proseguire con lo scavo oltre questa quota bisognerà installare, alla quota 189,00 m s.l.m., la struttura provvisoria (puntoni), che trasmetterà al diaframma di destra le sollecitazioni originate dalle forze ribaltanti agenti sui cassoni.

È ovvio che per eseguire lo scavo sia inoltre indispensabile, posare i tiranti sul diaframma in destra, e porli in esercizio mediante pretensionamento.

La posa dei tiranti sarà eseguita pertanto contemporaneamente allo scavo, sfruttando il piano di scavo come piano di lavorazione.

La prosecuzione dello scavo nella vasca, fino alla quota di fondazione della struttura, seguirà modalità e tempi di esecuzione che terranno conto della presenza sia dei puntoni sia dei tiranti.

Al termine dello scavo si potrà procedere alla demolizione del cassone 6 che come abbiamo precedentemente visto potrà essere eseguita solo con attrezzature da taglio (filo e/o lame diamantate).

Il terrapieno di valle protetto dalle palancole sarà l'unico presidio contro il pericolo di allagamento del cantiere da parte del fiume.

In funzione dell'efficacia del tampone di fondo, sarà più o meno necessaria, l'installazione di un sistema di drenaggio e di smaltimento dell'acqua d'infiltrazione.

Con il completamento della demolizione del cassone 6, si potrà procedere con le lavorazioni di costruzione della struttura della conca: magrone di sottofondazione, posa armatura metallica, casseri, getti, parti metalliche da inghiassare nel calcestruzzo quali: tubazioni per gli acquedotti, tenute delle porte vinciane, gargami per i panconi ecc. ecc..

Con il completamento della struttura in c.a. della vasca e dell'avanconca, si potranno installare i panconi sia a monte sia a valle. Si potrà quindi procedere al completamento dello scavo nell'avanconca nel tratto compreso fra i cassoni 1 e 2 e i panconi di monte, e alla demolizione delle parti di cassone interessate dalle strutture della conca di navigazione.

Durata prevista: 12 mesi

#### *Fase 4 – Opere in acqua: mandracchio di valle e opere di guida (con l'esclusione dei diaframmi).*

Con il completamento dello scavo in conca, si potrà procedere alle operazioni di scavo nel mandracchio di valle.

Lo scavo consisterà nella rimozione del materiale costituente la tura, compreso fra il diaframma di calcestruzzo e il palancolato. Così facendo si verrà a creare un corridoio lungo il diaframma che dovrà avere una larghezza tale, da consentire le operazioni di perforazione e posa dei tiranti e di costruzione del rivestimento a protezione del diaframma.

A getti ultimati si provvederà alla rimozione della restante parte del rilevato e delle palancole metalliche.

Tali operazioni saranno eseguite dal fiume operando con mezzi di scavo posti su pontoni galleggianti.

Al termine della rimozione del rilevato e delle palancole si procederà al risizionamento del tratto d'alveo interessato dalla via navigabile, strettamente pertinente al mandracchio e, alla stabilizzazione del fondo con la posa di pietrame calcareo di idonea pezzatura (vedi i precedenti capitoli).

Anche le opere di guida costituite da bricole di legno e i pontili galleggianti saranno posati con l'ausilio di pontone galleggianti.

Durata: 5 mesi interamente sovrapponibile alla fase 3.

#### *Fase 5 – Opere in acqua: mandracchio di monte e opere di guida.*

Con il completamento delle operazioni di rimozione delle palancole e del rilevato del mandracchio di valle si potrà procedere con i lavori del mandracchio di monte.

Per l'esecuzione di questi lavori si procederà come per il mandracchio di valle tralasciando ovviamente di eseguire le opere non previste.

Durata: 3 mesi da eseguire in coda alla fase 4 e interamente sovrapponibile alla fase 3.

#### *Fase 6 – Posa porte vinciane e arredi della conca, realizzazione impianti.*

La fase 6 comprende la posa delle porte e la posa degli arredi della conca (bitte, scalette ancoraggi scorrevoli, ecc.), la realizzazione di tutti gli impianti: oleodinamico, elettrico di potenza e di illuminazione, di videocontrollo, di segnalazione e di comando.

Gli impianti potranno essere realizzati quando le strutture civili della conca compresa la cabina comandi e i mandracchi saranno quasi ultimate. Durante l'esecuzione delle strutture al "rustico", saranno predisposti cavidotti, cunicoli, pozzetti, tubazioni che serviranno alla realizzazione degli impianti.

Durata: 3 mesi più un mese per i collaudi e la messa a punto. Due dei tre mesi di attività sono sovrapponibili alla fase 3.

#### *Fase 7 – Opere complementari e lavori di finitura.*

Fra le opere complementari si possono comprendere: il fabbricato della cabina comandi, le recinzioni, i parapetti, le fognature, le pavimentazioni e ripristini ambientali, i pontili galleggianti e le relative passerelle, le opere da giardiniere ecc.

La realizzazione di queste opere sarà eseguita progressivamente contemporaneamente alle opere principali, poiché di alcune di loro, saranno necessarie per consentire il completamento di altre. Sarà cura degli appaltatori e del Direttore dei Lavori coordinare queste attività per garantire un'ideale svolgimento dei lavori.

Durata : 5 mesi di cui 2 mesi sovrapponibili alle attività della fase 3.

### **4.5) I prezzi**

Qualora sia stato necessario valutare una lavorazione non compresa nell'elenco prezzi regionale, si è fatto ricorso ad altri prezziari reperiti sul mercato, la cui consultazione è avvenuta tramite Internet. Parte integrante del progetto è un elaborato denominato "Determinazione e analisi prezzi", in cui per ogni prezzo è riportato il riferimento al bollettino della Regione Piemonte, o il riferimento a una specifica analisi.

Le analisi riportano la costruzione del prezzo unitario, effettuata partendo da prezzi di bollettino del Piemonte, ovvero da valori riscontrati da altre fonti, che sono espressamente citate.

### **4.6) Le categorie di lavoro**

Le categorie di lavoro previste per la realizzazione della conca sono le seguenti:

- demolizioni
- scavi e rinterrati
- diaframmi
- jet grouting
- opere in c.a.
- murature, intonaci, solai, pavimenti, lattonerie
- carpenterie porte e panconi, acquedotto
- opere in ferro (cancellate, serramenti)
- verniciatura opere in ferro
- opere stradali, pavimentazioni
- tubazioni e pozzetti
- opere in pietra

opere prefabbricate  
 opere a verde  
 pontili, passerelle, attracchi, briccole  
 Impianto elettrico e telefonico  
 Impianto automatismi di comando e controllo  
 Impianto oleodinamico

#### 4.7) Il quadro economico

|  |    |                      |
|--|----|----------------------|
| <b>LAVORI</b>  | €. | 7.711.293,36         |
| di cui non soggetti a ribasso (oneri sicurezza)  | €. | 224.003,17           |
| <b>SOMME A DISPOSIZIONE</b>  |    |                      |
| - Rilievi, accertamenti, indagini  | €. | 50.000,00            |
| - Accertamenti di laboratorio, verifiche e prove su materiali  | €. | 30.000,00            |
| - Compensazioni e sistemazioni ambientali, rinaturazione aree, opere di abbellimento   | €. | 200.000,00           |
| - Lavori in economia   | €. | 250.000,00           |
| - Fondo per accordi bonari, acquisizione immobili  | €. | 40.000,00            |
| - Predisposizione per allacciamenti pp.ss.   | €. | 20.000,00            |
| - Accantonamento 1,5% per oneri di cui all'art. 26 L. 109/94   | €. | 115.669,40           |
| - Spese tecniche per D.L. Sicurezza e Collaudo, attività di consulenza e supporto pari al 10% importo lavori (punto 7, art. 17 DPR 554/99) | €. | 771.129,34           |
| - Incentivi di cui art. 18 L. 109/94 2% importo lavori   | €. | 154.225,87           |
| - Spese per pubblicità, bandi di gara, ecc.  | €. | 50.000,00            |
| - IVA 20% su importo lavori  | €. | 1.542.258,67         |
| - Imprevisti e arrotondamenti (5% circa)   | €. | 385.564,67           |
| <b>TOTALE</b>  | €. | <b>11.320.141,31</b> |

#### 4.8) Gli aspetti contrattuali

##### 4.8.1) Tempistiche – Programma lavori

Il tempo utile per dare ultimati i lavori previsto dal progetto esecutivo, fissato in 24 mesi, può essere confermato.

A esso deve essere aggiunto un tempo congruo che tenga conto dell'andamento stagionale sfavorevole, che nella fattispecie deve considerare le condizioni meteo e i livelli del fiume che possono influenzare l'attività del cantiere.

Tale tempo può essere ragionevolmente stimato in sessanta giorni ogni anno, per cui il tempo utile può indicarsi in ventotto mesi dalla data della consegna dei lavori.

Allegato al progetto è il programma dei lavori che costituisce elemento da allegare al progetto per regolare i rapporti con l'impresa.

#### *4.8.2) Il piano di sicurezza e coordinamento*

Elemento fondamentale per la realizzazione dell'opera è il piano di sicurezza e di coordinamento, che deve tener conto delle lavorazioni da effettuare e delle interferenze tra esse, per individuare i periodi critici di sovrapposizione delle attività pericolose e indicare le opportune precauzioni da prendere per ridurre il rischio per la salute dei lavoratori.

I principali fattori di rischio sono i seguenti:

- pericolo di annegamento: non si deve dimenticare che la costruzione della conca avviene in riva al Ticino;
- pericolo di caduta dall'alto: il cantiere è articolato su più livelli, date le caratteristiche della conca;
- pericolo di elettrocuzione: la presenza di acqua rende particolarmente delicato l'utilizzo di utensili elettrici.

Nei piano di sicurezza sono stati inoltre individuati tutti i pericoli derivanti dall'uso di atterzzature specifiche, e sono stati indicati gli accorgimenti da attuare per ridurre il rischio, oltre all'utilizzo degli usuali dispositivi di protezione individuale.

Il piano comprende una stima degli oneri inerenti la sicurezza: in essa sono state inserite le palancole per i mandracchi di monte e valle e le opere provvisorie inerenti i puntoni di sostegno dei cassoni durante gli scavi.

L'onere della sicurezza, il cui importo non sarà soggetto a ribasso d'asta, è stato individuato in €. 224,003,14.

#### *4.8.3) Il piano di manutenzione e il fascicolo dell'opera*

Il piano di manutenzione individua nel tempo quali sono gli oneri da sostenere a breve, medio e lungo termine per mantenere efficiente la funzionalità della conca e delle opere accessorie.

E' uno strumento utile non solo al futuro gestore ma anche alla Stazione Appaltante, per sapere in anticipo quale sarà l'onere economico che comporta la costruzione della conca nel tempo, oltre ovviamente al costo di costruzione conseguente alla volontà di realizzare la conca.

Il fascicolo dell'opera contiene tutte le informazioni atte a caratterizzare compiutamente il manufatto, e sarà integrato con i disegni di consistenza civili, strutturali e impiantistici, nonché tutti i manuali per l'utilizzo degli impianti.

### **4.9) Gli elaborati progettuali**

#### *Elaborati di testo*

- Relazione generale
- Relazione idrometrica e idraulica
- Relazione geologica
- Indagini geotecniche
- Relazione calcolo strutturale verifiche preliminari, diaframmi, muri di sost. fabbr. comandi
- Relazione calcolo strutturale avanconca e conca di navigazione 1
- Relazione calcolo strutturale avanconca e conca di navigazione 2
- Relazione calcolo strutturale avanconca e conca di navigazione 3
- Relazione opere elettromeccaniche
- Relazione impianti

- Elenco prezzi
- Analisi prezzi
- Stima lavori
- Tabelle incidenza mano d'opera
- Capitolato speciale d'appalto
- Schema contratto
- Piano di sicurezza
- Piano di manutenzione
- Fascicolo dell'opera

### *Elaborati grafici*

#### Architettonico

- A01 planimetria generale di inquadramento
- A02 planimetria mappali
- A03 planimetria generale: stato di fatto - progetto
- A04 stato di consistenza: sezioni 1-2-3-4-5-6
- A05 stato di consistenza: sezioni 7-8-9-10-11-12
- A06 stato di consistenza: sezioni 13-14-15-16-17-18
- A07 stato di consistenza: sezioni 19-20-21-22-23-24-25-26
- A08 mandracchio di monte: planimetria
- A09 conca di navigazione: planimetria
- A10 mandracchio di valle: planimetria
- A11 conca di navigazione: sezioni orizzontali quota +190,475 - quota 182,900
- A12 conca di navigazione: sezioni verticali longitudinali a-a - a'-a'
- A13 parco panconi mandracchio di valle sezioni b-c-n
- A14 avanconca sezioni trasversali d-e
- A15 conca di navigazione: sezioni trasversali f-g
- A16 conca di navigazione: sezioni trasversali p-q
- A17 mandracchio di monte: sezioni trasversali h-i-l-m
- A18 jet-grouting
- A19 locale tecnico: planimetria, prospetto, sezione, particolari
- A20 particolari architettonici
- A21 vista sponda destra
- A22 fognatura + recinzioni
- A23 particolare pontile

#### Strutture

- S01 Diaframmi mandracchio di monte
- S02 Diaframmi avanconca
- S03 Diaframmi conca
- S04 Diaframmi mandracchio di valle
- S05 Parco panconi nord
- S06 Parco panconi sud
- S07 Fabbricato comandi
- S08 Avanconca e conca sez. 1-1
- S09 Avanconca sez. 2-2
- S10 Avanconca sez. 3-3
- S11 Conca sez. 4-4

|     |                     |
|-----|---------------------|
| S12 | Conca sez. 5-5      |
| S13 | Conca sez. 6-6      |
| S14 | Conca sez. 7-7      |
| S15 | Sezione orizzontale |

#### Impianti

|        |  |
|--------|--|
| EM D01 | Diaframma porte vinciane di monte      |
| EM D02 | Diaframma porte vinciane di valle      |
| EM D03 | Gargame porte vinciane di monte        |
| EM D04 | Gargame porte vinciane di valle        |
| EM D05 | Gruppi di rotazione porte vinciane     |
| EM D06 | Passerelle porte vinciane              |
| EM D07 | Panconi                                |
| EM D08 | Gargame panconi di monte               |
| EM D09 | Gargame panconi di valle               |
| EM D10 | Trave pescatrice panconi               |
| EM D11 | Griglie acquedotti                     |
| EM D12 | Paratoia di immissione                 |
| EM D13 | Gargame paratoia di immissione         |
| EM D14 | Paratoia di scarico                    |
| EM D15 | Gargame paratoia di scarico            |
| EM D16 | Acquedotti in acciaio                  |
| EM D17 | Box centralina + ghiotta               |
| EM D18 | Ferri di prima fase porte vinciane     |
| EM D19 | Boe galleggianti ( bitte galleggianti) |
| EM D20 | Schema oleodinamico                    |
| EM D21 | Schemi elettrici                       |