



Agenzia Interregionale per il fiume Po

# NUOVO ARGINE IN DESTRA PO A VALLE SVINCOLO AUTOSTRADALE IN COMUNE DI MONCALIERI (TO)

## PROGETTO ESECUTIVO 1° LOTTO FUNZIONALE

### RELAZIONE GENERALE

PROGETTISTA:  
DOTT. ING.  
FULVIO BERNABEI

GRUPPO DI LAVORO:  
DOTT. ING. PAOLO ONIDA  
DOTT. ING. GIANLUIGI SEVINI



**DIZETA INGEGNERIA** STUDIO ASSOCIATO  
Via Bassini, 19 - 20133 MILANO Tel. 02-70600125 Fax 02-70600014

DATA LUGLIO 2014

COMMESSA N°  
017/2010

REDATTO

**INGEOART**

s.r.l.

Piazza Stazione, 3 - 28844 VILLADOSSOLA (VB)  
Tel. 0324/579511 - Fax 0324/579530

CODICE COMMESSA  
ESMONCALIERI

CONTROLLATO

NOME FILE

APPROVATO

• STUDIO TECNICO BONACCI

| DR. 512a | REV. | DATA | DESCRIZIONE MODIFICA | REDATTO | CONTR. | APPR. |
|----------|------|------|----------------------|---------|--------|-------|
|          |      |      |                      |         |        |       |
|          |      |      |                      |         |        |       |
|          |      |      |                      |         |        |       |
|          |      |      |                      |         |        |       |

## **I N D I C E**

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1</b>  | <b>Premesse</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2</b>  | <b>Descrizione dello stato di fatto</b>                                   | <b>3</b>  |
| <b>3</b>  | <b>Studi e progetti sviluppati nell'area in esame</b>                     | <b>5</b>  |
| <b>4</b>  | <b>Obiettivi e criteri seguiti per l'individuazione degli interventi</b>  | <b>7</b>  |
| <b>5</b>  | <b>Dati di progetto assunti per il dimensionamento dell'opera</b>         | <b>10</b> |
| <b>6</b>  | <b>Descrizione delle opere in progetto</b>                                | <b>12</b> |
| <b>7</b>  | <b>Verifiche idrauliche</b>   | <b>18</b> |
| <b>8</b>  | <b>Verifiche geotecniche</b>  | <b>23</b> |
| <b>9</b>  | <b>Valutazione dei potenziali effetti sull'ambiente e misure adottate</b> | <b>27</b> |
| <b>10</b> | <b>Quadro economico di spesa</b>  | <b>30</b> |
| <b>11</b> | <b>Elenco elaborati</b>   | <b>34</b> |

# 1 Premesse

Il presente progetto si riferisce al progetto esecutivo per la realizzazione della nuova difesa arginale in destra Po, nel tratto posto a valle dello svincolo tra l'autostrada A6 Torino – Savona e l'autostrada A21 Torino – Piacenza – Brescia, in comune di Moncalieri, il cui tracciato seguirà sostanzialmente quello del limite di progetto della fascia B individuato dal Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del fiume Po.

Il progetto definitivo prevedeva la costruzione di un'arginatura in terra di sviluppo pari a circa 2365 metri e la realizzazione di due manufatti in c.a. (chiaviche) destinati ad ospitare organi mobili di sbarramento atti ad impedire il rigurgito delle acque del Po all'interno di due rii provenienti dal versante in destra idraulica.

Come già anticipato in sede di progettazione definitiva, stante la necessità di subordinare la realizzazione dei suddetti manufatti di intercettazione dei rii alla realizzazione delle opere di regimazione previste a monte dal Comune di Moncalieri ed in considerazione dell'attuale finanziamento disponibile, la progettazione esecutiva è stata sviluppata prevedendo la realizzazione di due lotti funzionali distinti; il primo lotto funzionale riguarda la realizzazione dalla difesa arginale e delle opere ad essa connesse a partire dall'estremità di monte fino in corrispondenza dell'attraversamento del primo dei due rii, per una lunghezza di circa 2000 metri, e nel tratto compreso tra i due rii per una lunghezza pari a circa 131 m; il secondo lotto funzionale, riguarda la realizzazione dei due manufatti in c.a. di intercettazione dei rii ed il completamento della difesa arginale verso valle, per uno sviluppo pari a 235 metri.

Il presente documento si riferisce al **primo lotto funzionale**.

Poiché le opere in progetto coinvolgono il Sistema delle Aree Protette della fascia fluviale del Po-Tratto torinese, diverse attività economiche ed importanti infrastrutture, l'iter approvativo del progetto ha necessariamente coinvolto molteplici Enti territoriali ed ambientali.

Alla consegna del progetto preliminare dell'opera, avvenuta in data 11 settembre 2008, infatti, fecero seguito numerosi incontri con gli Enti coinvolti nell'iter approvativo, nel corso dei quali emerse una serie di indicazioni progettuali, di cui tenere conto nella redazione delle successive fasi di progettazione.

Il progetto definitivo venne presentato nel febbraio 2009.

A seguito delle osservazioni e delle richieste emerse in sede di Valutazione della procedura di VIA e nell'ambito della Conferenza di servizi del 15/01/2013, nel luglio 2013 è stata predisposta una revisione completa del progetto definitivo che, recependo le osservazioni suddette, ha sensibilmente modificato il precedente documento del febbraio 2009.

In data 23/09/2013 si è tenuta la seduta conclusiva della Conferenza di servizi che ha espresso parere favorevole, con alcune prescrizioni di carattere esecutivo, relativamente al progetto presentato. Il presente progetto esecutivo ottempera alle prescrizioni in oggetto.

Nelle pagine che seguono sono illustrati i criteri in base ai quali si è pervenuti ad individuare la soluzione di progetto, nonché le elaborazioni svolte per la definizione tecnica ed economica delle opere previste.

## **2 Descrizione dello stato di fatto**

L'area interessata dall'intervento è posizionata in sponda destra del Po ed è delimitata a sud dall'autostrada A21 Torino – Piacenza – Brescia e a est dalla tangenziale sud di Torino, prolungamento dell'autostrada A6 Torino – Savona (vedi Tav. 1 – Corografia in scala 1:5.000).

Sono presenti due linee arginali di ritenuta lungo l'alveo del fiume Po: l'argine in sinistra si sviluppa lungo tutto il tratto, fino alla confluenza del Torrente Chisola, mentre l'argine destro termina in corrispondenza della confluenza del Rio Molino del Pascolo (denominato anche Canale della Ficca), consentendo così il deflusso delle portate di piena di maggiore entità all'interno della golena destra retrostante, nella quale è attiva una cava per l'estrazione di materiale inerte. Durante la piena del 2000, l'invaso a tergo dell'argine è stato caratterizzato da valori dei tiranti idrici in alcuni punti pressoché pari alle quote del rilevato della tangenziale, che delimita a est la golena.

A valle dell'immissione del Rio Molino del Pascolo, il rilevato della tangenziale sud risulta molto vicino all'alveo del Po e, di fatto, costituisce oggi la linea di ritenuta delle piene del fiume. Nella fascia compresa fra il rilevato autostradale e l'alveo sono comunque ubicate delle infrastrutture abitative e a carattere ricreativo.

Allo stato attuale la golena destra è caratterizzata dalla presenza di alcuni laghi di cava (alcuni oggetto di recupero ambientale), di fabbricati e di impianti estrattivi e da numerosi cumuli di materiale; sono poi da segnalare l'area di servizio Bauducchi Ovest della tangenziale sud e la superficie che ospita il centro direzionale di ATIVA SpA, società che gestisce, fra le altre, le tangenziali di Torino.

Nel tratto vallivo dell'area in studio sono presenti tre manufatti di attraversamento idraulico del rilevato autostradale (il maggiore dei quali è quello del Rio Molino del Pascolo) e tre manufatti di attraversamento stradale: allo stato attuale, in condizioni di piena del Po i sottopassi risultano rigurgitati e le aree poste a est della tangenziale sono soggette ad allagamento, sia per effetto del rigurgito delle portate del fiume, sia per l'assenza di un recapito per le portate meteoriche raccolte dai rii provenienti dalla collina.

### **3 Studi e progetti sviluppati nell'area in esame**

Nell'area in esame sono stati sviluppati due progetti, uno relativo all'adeguamento dell'argine in sponda sinistra di Po, ubicato di fronte a quello oggetto del presente intervento, l'altro finalizzato a consentire lo scarico in Po, anche in presenza di significativi livelli di piena, delle acque meteoriche provenienti dalla collina in destra orografica e dall'area compresa tra via Genova – Corso Savona e la tangenziale. Entrambi i lavori sono stati commissionati dal Comune di Moncalieri.

Il primo progetto, redatto a cura di Hydrodata S.p.A., prevede l'adeguamento in quota e in sagoma dell'argine ubicato in sponda sinistra del Po, nel tratto compreso fra l'autostrada A21 Torino – Piacenza – Brescia e l'immissione del Torrente Chisola, nonché la protezione, realizzata con materassi metallici, del rilevato della tangenziale sud di Torino, nel tratto compreso fra il sottopasso stradale posto poco a valle dell'attraversamento del Rio Molino del Pascolo e l'inizio del viadotto con cui la tangenziale attraversa il Po.

Il secondo progetto, redatto a cura di Polithema Studio Associato, prevede la realizzazione di un canale scolmatore in grado di raccogliere le acque provenienti dal territorio ubicato a est della tangenziale e di convogliarle a un nuovo impianto idrovoro ubicato in corrispondenza del viadotto sul Po della tangenziale sud; la sistemazione idraulica oggetto dello studio in esame prevede che, in corrispondenza degli attraversamenti dei rii al di sotto della tangenziale, vengano realizzate opportune opere di sbarramento in grado di intercettare le acque del Po in occasione delle maggiori piene e impedirne il rigurgito all'interno dei rii esistenti. Come meglio specificato nel seguito, nello sviluppo della presente progettazione si è tenuto conto

dei contenuti di entrambi gli studi descritti, al fine di garantire che le nuove opere risultassero coerenti con gli interventi già in corso di elaborazione progettuale. In particolare le simulazioni idrauliche hanno tenuto conto dell'adeguamento dell'argine in sponda sinistra e, nel tratto in cui la linea arginale in progetto interseca due dei rii provenienti dalla sponda destra, il presente progetto ha previsto (da realizzarsi con il secondo lotto funzionale) la realizzazione di due manufatti (chiaviche) in totale accordo con lo schema idraulico del progetto Polithema.



## **4 Obiettivi e criteri seguiti per l'individuazione degli interventi**

Come si è già anticipato nella descrizione dello stato di fatto dei luoghi, in concomitanza con i più significativi eventi di piena la golena destra, delimitata dall'argine esistente in prossimità dell'alveo e dal rilevato della tangenziale di Torino, viene invasata dalla corrente che risale attraverso l'apertura presente in corrispondenza dello sbocco del Rio Molino del Pascolo per l'assenza di continuità nella linea difensiva (l'argine esistente non viene tracimato). I tiranti idrici che si generano nell'invaso sono tali da superare, in alcuni punti, la quota della sommità della tangenziale.

La nuova linea arginale, pertanto, è stata progettata con l'obiettivo di mettere in sicurezza l'infrastruttura stradale e le sue pertinenze (area di servizio e centro direzionale).

Il progetto è coerente con la pianificazione PAI, che ha individuato il limite di progetto fra la fascia B e la fascia C lungo il piede del rilevato della tangenziale, fino circa al sottopasso stradale di Via Tiro a segno, da dove il limite si modifica in linea B naturale (vedi sempre tav. 1).

Il primo criterio seguito è stato naturalmente quello di rispettare le indicazioni del PAI, che, sostanzialmente, prevede la costruzione di un'opera di ritenuta laddove i tiranti idrici non garantiscono la sicurezza della tangenziale e di associare alla infrastruttura stradale il compito della difesa idraulica laddove la pavimentazione è ubicata a quote tali da assicurare la presenza del franco minimo di sicurezza.

In effetti, nel corso delle indagini conoscitive svolte in sede di progettazione, si è potuto appurare che, fino ad oggi, il rilevato della tangenziale non ha mai subito danni in conseguenza delle piene di Po, né all'interno dell'area golenale delimitata dall'argine esistente, dove la velocità della corrente assume valori contenuti, né tanto meno nella porzione sita a valle dell'immissione del Rio Molino del Pascolo, dove l'autostrada risulta direttamente investita dalla corrente di piena.

Il modello idraulico di dettaglio implementato all'interno della progettazione definitiva ha consentito di evidenziare con precisione le tratte in cui alla piena di riferimento sono associati livelli tali da non garantire il franco di sicurezza minimo rispetto al ciglio della tangenziale e, di conseguenza, di definire correttamente il tracciato del nuovo argine.

Un altro criterio seguito è stato quello di minimizzare, per quanto possibile, l'impatto della nuova opera, in termini di occupazione di terreno: si è dunque studiata una sezione tipo tale da minimizzare l'occupazione di territorio compatibilmente con il rispetto del confine dell'area di pertinenza dell'autostrada, coerentemente con le richieste dalla Società ATIVA SpA.

Nella definizione planimetrica del tracciato e della configurazione della sezione tipo del rilevato si è infine operato con l'obiettivo di mantenere la continuità delle piste sterrate e/o bitumate esistenti nell'area, prima fra tutte la strada di accesso alla cava presente nella porzione meridionale della golenale: a seguito delle osservazioni pervenute in fase di approvazione del progetto la soluzione ottimale si è rivelata quella di realizzare un nuovo tracciato stradale al piede del rilevato arginale, lato golenale destinata a consentire il transito dei mezzi diretti agli impianti estrattivi e, più in generale, di tutti i veicoli che oggi percorrono la pista esistente al piede del

rilevato della tangenziale. La sommità arginale, pertanto, munita anch'essa di pista di servizio, verrà utilizzata soltanto dai mezzi che devono espletare il servizio di piena e le eventuali operazioni di manutenzione del manufatto.

Come meglio dettagliato nelle pagine che seguono, per mantenere la continuità della viabilità esistente si sono poi previste delle rampe in corrispondenza di ogni incrocio con le varie piste che percorrono la golenale.

## 5 Dati di progetto assunti per il dimensionamento dell'opera

Lo studio idrologico sviluppato per la presente progettazione ha preso spunto dalle ricerche ed analisi svolte all'interno dello *“Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del Fiume Po nel tratto dalla confluenza del Fiume Stura di Lanzo alla confluenza del Fiume Dora Baltea”*. Tale studio aveva come obiettivo quello di stimare le portate e le onde di piena nelle sezioni del tronco di Po compreso tra Moncalieri (a monte di Torino) e la confluenza del Fiume Tanaro.

Le analisi idrologiche hanno riguardato in particolare la stima degli idrogrammi di piena sintetici di assegnato tempo di ritorno (5, 10, 20, 50, 100, 200 e 500 anni).

Le informazioni idrologiche necessarie allo sviluppo degli studi sono state raccolte presso gli uffici dell'Arpa Emilia Romagna, dell'Arpa Piemonte e presso l'unità di idrologia dell'ENEL. Si tratta di idrogrammi di piena, portate di colmo e scale di portata registrati nelle stazioni idrometrografiche attive nel corso del Po. I dati raccolti sono stati validati mediante il confronto con i risultati di modellazioni idrauliche.

Sono stati inoltre consultati i seguenti studi dell'Autorità di Bacino del fiume Po:

*“Caratterizzazione idrologica dell'asta principale del fiume Po nel tratto che va dalla confluenza della Dora Baltea all'incile di Po di Goro”* Politecnico di Milano, Ottobre 2001;

*“Verifica e eventuale aggiornamento degli studi e della progettazione di fattibilità della sistemazione idraulica con particolare riguardo alla criticità rappresentata dal nodo di Casale Monferrato”* Risorse Idriche s.p.a. Giugno 2001.

Nella Relazione idrologico-idraulica, allegata al presente progetto, viene riportata una sintesi delle informazioni idrologiche utilizzate e vengono descritte nel dettaglio le metodologie utilizzate per la stima delle grandezze idrologiche sopra indicate.

L'evento di progetto assunto è un idrogramma di tempo di ritorno pari a 200 anni, come indicato nella *“Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica”* contenuta nel Piano di Assetto Idrogeologico redatto a cura dell'Autorità di bacino del fiume Po.

L'idrogramma di piena, assunto al termine dell'indagine idrologica condotta e a seguito del confronto con gli studi e i progetti in corso di redazione nell'area interessata dal presente lavoro, presenta un colmo pari a 2400 m<sup>3</sup>/s, che, sommando il contributo del torrente Chisola, arriva a raggiungere i 2600 m<sup>3</sup>/s alla sezione di Moncalieri.

## 6 Descrizione delle opere in progetto

Il nuovo rilevato arginale avrà inizio in corrispondenza della sezione R1, al limite meridionale della superficie che ospita il centro direzionale della Società ATIVA SpA: considerato il ridotto spazio a disposizione fra la recinzione del centro direzionale ed il ciglio della vecchia cava (oggi ricolmata fino a circa quota 118 m s.l.m., livello superiore al piano di falda), si eviterà la formazione della scarpata destra dell'argine mediante la costruzione di un muro di sostegno in c.a., di altezza variabile fra 1.85 e 2.30 m, con altezza massima fuori terra pari a 1.45 m; la testa del rilevato avrà una larghezza complessiva pari a 2.10 metri e la scarpata lato golena avrà una pendenza pari a 2 orizzontale su 1 verticale (vedi tav. 3 – Planimetria di progetto, tav. 5.1 – Planimetria di dettaglio e sezioni di progetto da sez. R1 a sez. R6, tav. 6 – Sezioni tipo e particolari costruttivi e tav. 7 – Muro di sostegno rilevato arginale: stralcio planimetrico, profilo e sezioni).

La sezione tipo è stata dimensionata in modo da risultare costruita interamente sulla sponda naturale della cava, senza andare ad interessare la porzione ricolmata secondo le modalità previste dal piano di recupero dell'area.

La sommità arginale sarà comunque rifinita con misto granulare stabilizzato, così da consentire il transito dei mezzi per il servizio di piena e lo sfalcio della vegetazione dalla scarpata.

Il muro di sostegno dell'argine verrà mascherato mediante la messa a dimora di specie rampicanti (tipo *hedera helix*), a passo 1 metro, che si svilupperanno su di una grata in legno opportunamente ancorata alla parete del muro. Tale configurazione

permetterà di lasciare libero un corridoio di passaggio di circa 70 cm tra la recinzione e le opere a verde per consentire lo svolgimento delle operazioni di manutenzione e pulizia.

Questa tipologia di sezione (sezione tipo 1) proseguirà lungo tutta la recinzione del centro direzionale, fino a circa 20 metri a valle della sezione R5, per uno sviluppo complessivo di circa 181 metri.

A partire da questo punto, il rilevato arginale presenterà una forma trapezia e si affiancherà alla recinzione di pertinenza della tangenziale mantenendo da questa una distanza minima di circa 3 metri, come espressamente richiesto da ATIVA SpA (senza quindi interessare la recinzione esistente), secondo la configurazione rappresentata dalla sezione tipo 2, che si estenderà fino alla sezione R9 per uno sviluppo di circa 238 metri (vedi sempre tav. 3 – Planimetria di progetto e tav. 6 – Sezioni tipo e particolari costruttivi).

L'argine avrà una larghezza in sommità pari a 6.00 metri e le scarpate lato golena avranno una pendenza pari a 2 orizzontale su 1 verticale, mentre la scarpata lato tangenziale avrà una pendenza pari a 3 orizzontale su 2 verticale. Sulla testa dell'argine, posta alla quota di progetto di 223.92 m s.l.m., è prevista la realizzazione di una strada di servizio in misto granulare stabilizzato dello spessore di 20 cm e di larghezza pari 5.00 m.

Il petto a golena della arginatura verrà protetto mediante l'impiego di una geostuoia antierosione tridimensionale, fissata con picchetti metallici; tutte le superfici arginali saranno ricoperte da uno strato di terreno vegetale, inerbito con la tecnica dell'idrosemina.

Al piede lato golena del rilevato arginale è prevista la realizzazione di una strada di servizio asfaltata di larghezza variabile compresa tra i 4.00 ed i 6.50 metri costituita da un pacchetto composto da misto granulare stabilizzato dello spessore di 40 cm, e da due strati di conglomerato bituminoso (binder) di spessori rispettivamente pari a 5 e 4 cm; l'ultimo strato di conglomerato bituminoso verrà realizzato solo a lavori ultimati in modo da assorbire gli eventuali assestamenti che dovessero prodursi immediatamente dopo la realizzazione della pista e garantire una superficie correttamente livellata.

La strada di servizio presenterà una larghezza di 4.00 metri nel tratto compreso tra le sezioni R5 e R11, larghezza di 6.50 metri nel tratto compreso tra le sezioni R11 e R20 (accesso da rotatoria stradale) ed infine larghezza di 4.50 metri nel tratto compreso tra le sezioni R20 e R21 (continuità accesso area pesca sportiva e zona militare).

La formazione del cassonetto della strada di servizio verrà realizzata congiuntamente agli interventi di asportazione del cotico superficiale durante le fasi di preparazione della sede del rilevato arginale.

La linea arginale proseguirà con la sezione tipo 3 (tra sezione R9 e R13 di sviluppo di circa 386 m) costeggiando l'area di servizio Bauducchi Ovest, rispettando la possibilità dell'eventuale ampliamento a sud della superficie esistente (vedi tav. 5.2 – Planimetria di dettaglio e sezioni di progetto da sez. R7 a sez. R10 e tav. 5.3 – Planimetria di dettaglio e sezioni di progetto da sez. R11 a sez. R14). Si sottolinea come la posizione planimetrica dell'argine nel tratto tra le sezioni R11 e R13 sia la sola in grado di soddisfare contemporaneamente l'esigenza di lasciare la possibilità di ampliamento dell'area di servizio ATIVA, di rispettare la posizione del



traliccio dell'elettrodotto esistente e nel contempo di massimizzare la distanza del piede dell'argine in progetto dal ciglio del laghetto dell'area di cava già riqualificata dal punto di vista ambientale. La tipologia costruttiva rimane analoga a quella descritta per la sezione tipo 2, e la distanza minima rispetto alla recinzione autostradale sarà di circa 5.00 metri (fino ad un massimo di circa 35 m vicino alla sezione R12), mentre la distanza minima del rilevato rispetto al ciglio del laghetto di cava sarà di circa 20 metri.

Nel tratto compreso tra la sezioni R13 e fino circa alla sezione R15, da dove seguirà il tracciato dello svincolo per la pista anulare SS 393 fino alla sezione R21 (vedi anche vedi tav. 5.4 – Planimetria di dettaglio e sezioni di progetto da sez. R15 a sez. R18 e tav. 5.5 – Planimetria di dettaglio e sezioni di progetto da sez. R19 a sez. R22), per uno sviluppo di circa 908 metri, il rilevato arginale presenterà nuovamente la sezione tipo 2.

A partire dalla sezione R21 circa, il rilevato verrà ammorsato a quello dell'esistente autostrada ed assumerà la configurazione della sezione tipo 4, fino ad arrivare poco a monte dell'attraversamento del rio Molino del Pascolo laddove il manufatto verrà interrotto; a seguito della realizzazione della chiavica in c.a. che verrà realizzata nel 2° lotto funzionale, il manufatto in oggetto verrà infatti ammorsato alla struttura in c.a.

Nel tratto sopra descritto, le acque di scarico provenienti dagli embrici localizzati sulla scarpata del rilevato autostradale verranno intercettate all'interno di canalette prefabbricate in c.a. munite di griglie carrabili disposte sulla testa dell'argine ad interasse di circa 20 metri (corrispondente all'interasse degli embrici esistenti). Le acque dalle canalette verranno smaltite mediante nuovi embrici collocati sul

paramento del nuovo rilevato arginale che le convoglieranno all'interno del fosso di guardia realizzato al piede della difesa, con recapito finale previsto nel rio Molino del Pascolo e/o in altri fossi esistenti limitrofi.

L'ammorsamento dell'arginatura in progetto al rilevato autostradale esistente verrà realizzato per strati successivi di altezza di circa 1 metro; la base del nuovo argine verrà ulteriormente rinforzata con uno strato di materiale stabilizzato adeguatamente compattato e rullato di spessore pari a 30 cm (vedi sezione tipo 4 della tav. 6).

Il presente lotto prevede infine la realizzazione di un ultimo tratto di arginatura, dello sviluppo di circa 131 metri, che assumerà la configurazione della sezione tipo 5.

Tra il rilevato arginale ed il rilevato autostradale (vedi sezione tipo 5 della tav. 6) verrà realizzato un impluvio per l'accumulo (con anche possibile infiltrazione) delle acque di scarico con recapito nel rio Molino del Pascolo.

Le opere di mitigazione a verde prevedono la realizzazione di una siepe di arbusti misti (vedi dettaglio tav. 6) da realizzare nel tratto compreso tra la sezione R5 ed R19 di lunghezza pari a circa 1250 metri, in adiacenza alla strada di servizio nella fascia di rispetto prevista di larghezza pari a 1 metro.

Al piede del rilevato lato golena, lungo le sezioni tipo 4 e 5, verrà realizzato un filare di alberature costituito da essenze arboree miste (vedi dettaglio tav. 6), ottenuto mediante messa a dimora, a passo 4 metri, di specie miste quali quercus robur e tilia cordata (essenze tipo A) e carpinus betulis, acer campestre e salix alba (essenze tipo B).

Per quanto riguarda le opere di delimitazione, verranno ripristinate le recinzioni metalliche di confinamento dell'area di cava nel tratto compreso tra la sezione R5 e

la sezione R15 per uno sviluppo di circa 830 metri, e della zona lato autostradale nel tratto a valle della sezione R21.

Le recinzioni saranno di tipo metallico e con rete in filo d'acciaio zincato e plasticato a maglie romboidali 50 x 50 mm, sostenuta da pali e saette zincati e plasticati in profilati a T 35 x 35 x 4,5 mm disposti ad interasse di 2.00 metri; l'altezza della recinzione lato cava sarà di 2.00 metri mentre quella lato autostrada sarà di 1.60 metri.

I sottoservizi presenti che risultano interferenti con la sede del nuovo rilevato arginale (rete acquedotto, linea telefonica, linee elettriche e rete irrigazione) verranno opportunamente ricollocati adeguandone il tracciato planimetrico, in modo tale da garantirne la piena funzionalità ed ispezionabilità (vedi tracciati tav. 5.2).

Il piezometro esistente localizzato nei pressi della sezione R2 di progetto verrà dismesso e sostituito da un nuovo piezometro con le medesime caratteristiche da collocare in una nuova posizione da definire direttamente con i gestori della cava Moncalieri.

Infine, come si evince dalle già richiamate tavole 5, in corrispondenza del punto di accesso dalla rotatoria autostradale (sezione R20) ed in prossimità del centro di manutenzione ATIVA SpA (sezione R5) verranno realizzate opportune rampe di collegamento con la strada di servizio in modo tale da scavalcare la testa del argine in progetto posta a quota 223.92 m slm e mantenere così la continuità dei collegamenti stradali esistenti.

## 7 Verifiche idrauliche

Per la verifica dell'ipotesi progettuale e per il corretto dimensionamento della nuova opera sono state condotte le opportune verifiche idrauliche, utilizzando sia un modello idraulico mono-dimensionale, che un modello bi-dimensionale, come meglio dettagliato nella Relazione idrologico-idraulica, cui si rimanda per ogni approfondimento in merito.

Considerate la tipologia e la morfologia del tratto di fiume in studio, si è innanzi tutto implementato un modello idraulico utilizzando un codice di calcolo che, a partire dalla conoscenza della geometria del corso d'acqua, dei valori di scabrezza e dell'idrogramma di input, restituisce il profilo di corrente in moto vario mono-dimensionale. Il modello copre il tratto di Po compreso tra la sezione immediatamente a valle del ponte di Moncalieri e il tratto a monte del ponte dell'autostrada A21 Torino – Piacenza – Brescia; l'estensione dell'asta fluviale considerata è di circa 4.7 km.

Lo schema modellistico adottato per l'analisi idraulica è di tipo quasi-bidimensionale. Il modello risulta costituito da un *alveo principale* (canale\_Po), da un "*alveo secondario*" indipendente (reaches), che rappresenta l'area golenale destra, e da un "*storages area*", che schematizza la golena in sinistra allagabile per sormonto arginale.

L'alveo principale ed il secondario sono connessi idraulicamente all'alveo principale attraverso una "*join*", che schematizza la confluenza, mentre l'alveo principale è collegato alla golena sinistra attraverso una serie di sfioratori laterali posti alla quota arginale.

Sono state condotte simulazioni in diverse configurazioni.

La prima serie di simulazioni ha riguardato la propagazione dell'onda di piena caratterizzata da un tempo di ritorno pari a 200 anni, in uno scenario che rappresenta il funzionamento idrodinamico attuale: i risultati delle elaborazioni hanno messo in luce che gli argini esistenti, sia il sinistro che il destro, non vengono mai tracimati per la piena di riferimento: i livelli di piena ottenuti per ogni sezione sono infatti inferiori alle quote arginali.

Questo risultato è conforme alle dinamiche di allagamento della piena del novembre 1994 e dell'evento del 2000, nei quali appunto gli argini non sono mai stati tracimati, anche se i massimi livelli idrici sono arrivati a lambire la sommità arginale.

La golena destra risulta invasata per retroallagamento in corrispondenza del termine di valle del rilevato esistente.

Si è inoltre potuto osservare che l'onda di piena simulata non viene laminata in termini di valore di portata di picco, in quanto la golena destra viene invasata già per portate di Po più basse.

La quota massima che si genera all'interno della golena destra è pari a 222.81 m slm.

La seconda serie di simulazioni ha riguardato la propagazione dell'onda di piena caratterizzata da un tempo di ritorno pari a 200 anni, nell'ipotesi che l'argine secondario destro venga demolito.

Questa ipotesi ha una duplice finalità: da una parte di simulare la situazione in cui l'argine esistente venga demolito dalla piena e quindi di verificare la funzionalità dell'argine in progetto, dall'altra di simulare la possibilità di eliminare l'argine destro esistente e quindi di prevedere la presenza del solo argine in progetto.

Anche in questa configurazione l'argine sinistro non viene tracimato per la piena di riferimento.

In termini di livelli idrici di piena, la simulazione mostra, nel tratto di monte dell'alveo principale, un sensibile abbassamento di livello rispetto al precedente scenario, pari a circa 30 cm. Tale variazione di livello si riduce progressivamente verso valle, fino ad annullarsi in corrispondenza del termine di valle dell'argine destro esistente.

Alla diminuzione di livello nell'alveo principale corrisponde un incremento di livello all'interno della golena destra pari a circa 30-40 cm: la quota massima che si genera all'interno della golena destra è pari a 223.23 m slm.

La terza serie di simulazioni ha riguardato la propagazione dell'onda di piena caratterizzata da un tempo di ritorno pari a 200 anni, nell'ipotesi che l'argine secondario destro venga chiuso in corrispondenza dell'apertura ora esistente in corrispondenza dello sbocco del Rio Molino del Pascolo.

Questa ipotesi ha la finalità di simulare la situazione in cui la golena destra si configuri come bacino di invaso, non più alimentato per retroallagamento, ma per tracimazione attraverso un manufatto sfioratore posto lungo la linea di chiusura ipotizzata. La quota di sfioro è stata posta a 222.20 m slm.

Anche in questa configurazione l'argine sinistro non viene tracimato per la piena di riferimento, mentre i livelli idrici che si generano nella golena destra sono del tutto uguali a quelli ottenuti nello scenario che rappresenta la configurazione attuale: la quota massima che si genera all'interno della golena è infatti pari a 222.81 m slm.

Come anticipato in precedenza, si sono condotte anche delle simulazioni utilizzando un modello idraulico bi-dimensionale: tale scelta è stata operata in quanto per il dimensionamento degli interventi inseriti nella progettazione sviluppata a cura di Hydrodata è stato fatto riferimento a questo tipo di modellazione.

Il modello copre il medesimo tratto di Po preso in considerazione per quello mono-dimensionale, in cui l'estensione dell'asta fluviale considerata è di circa 4.7 km. Il dominio di calcolo ha una superficie di circa 3.2 km<sup>2</sup> ed è stato suddiviso in 5.384 elementi definiti da 16.123 nodi.

Sono state condotte le simulazioni nelle stesse configurazioni descritte in precedenza: nello stato di fatto, nell'ipotesi di demolire l'argine destro esistente e nell'ipotesi di chiudere l'apertura di valle, inserendo uno sfioratore con ciglio posto a quota 222.20 m slm.

I risultati delle simulazioni non differiscono molto da quelli ottenuti con la modellazione mono-dimensionale; le quote massime che si generano all'interno della golena destra sono (fra parentesi i valori ottenuti con il modello mono-dimensionale):

- stato di fatto: 222.92 m slm (222.81 m slm)
- demolizione argine esistente: 223.28 m slm (223.23 m slm)
- chiusura argine esistente: 222.92 m slm (222.81 m slm)

L'insieme delle elaborazioni svolte ha portato a concludere che nessuno degli scenari ipotizzati comporta una riduzione dei colmi di piena in ingresso all'abitato di Moncalieri rispetto alla configurazione attuale e che, di conseguenza, non è possibile assegnare alla golena destra una funzione di laminazione.

In particolare, l'ipotesi di demolire l'argine destro esistente comporterebbe la necessità di prevedere dimensioni maggiori per il nuovo rilevato, la cui sommità andrebbe posizionata ad una quota di circa 40 cm superiore a quella prevista con la configurazione attuale; l'argine in progetto, inoltre, risulterebbe direttamente investito dalla corrente in piena, con velocità ben superiori a quelle che si generano durante il retroallagamento in presenza del rilevato esistente. Entrambi gli aspetti porterebbero ad un incremento dello sviluppo planimetrico del nuovo manufatto, in quanto risulterebbe necessario prevedere la protezione di tutto il rilevato della tangenziale ubicato in golena.

Le considerazioni fin qui esposte, in conclusione, hanno portato a ritenere che la soluzione ottimale fosse quella di mantenere in sito l'argine esistente e di realizzare il nuovo rilevato con quota di sommità posta a 223.92, un metro al di sopra del livello idrico ottenuto in golena con il modello bi-dimensionale, leggermente più alto di quello fornito dalla modellazione mono-dimensionale. Si ritiene opportuno segnalare che, qualora l'argine esistente dovesse essere demolito durante la piena, l'arginatura in progetto manterrebbe comunque un franco idraulico superiore a 60 cm.



## 8 Verifiche geotecniche

Nella Relazione geotecnica sono descritte nel dettaglio le elaborazioni svolte per condurre le seguenti verifiche geotecniche, che hanno tutte dato esito ampiamente positivo:

- verifiche di stabilità del muro a sostegno dell'argine maestro (sezione tipo 1, a lato proprietà privata ATIVA SpA);
- verifiche di stabilità del corpo arginale e del rilevato autostradale, nella situazione più gravosa del tratto ammorsato al rilevato autostradale;
- analisi dei cedimenti del terreno di fondazione al di sotto delle arginature;
- verifiche dei fenomeni connessi ai moti di filtrazione.

Per la realizzazione dell'argine si è previsto l'utilizzo di materiali provenienti da "cave di prestito".

Tali materiali potranno essere costituiti, alternativamente, da argille sabbiose (classe A6), limi sabbiosi (classe A4) e ghiaie miste a sabbia ed argilla (classi A2-4 e A2-6), con riferimento alla classificazione contenuta nelle norme CNR UNI 10006.

Le terre appartenenti alle classi A4 e A6 dovranno possedere un contenuto minimo di sabbia pari al 15%, mentre quelle delle classi A2-4 e A2-6 dovranno avere un contenuto di argilla compreso fra il 20% ed il 30%.

La normativa a cui si è fatto riferimento per lo sviluppo delle elaborazioni è costituita dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) emanate con Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 14 gennaio 2008: considerata la tipologia di opera

in progetto, con particolare riferimento alla sua vita nominale e alla sua classe d'uso, le verifiche sono state condotte con il metodo degli stati limite

Per quanto riguarda il muro di sostegno della sezione tipo 3, le verifiche geotecniche agli SLU relative allo scorrimento sul piano di posa e al collasso per carico limite dell'insieme fondazione – terreno sono state condotte secondo l'approccio 2 (A1+M1+R3), nel quale i coefficienti parziali  $\gamma_M$  per i parametri di resistenza del terreno (M1) sono unitari, i coefficienti  $\gamma_R$  sulla resistenza globale (R3) sono desunti dalla tabella 6.5.I delle NTC e le azioni variabili sono amplificate secondo i coefficienti del gruppo A1 della tabella 6.2.I delle NTC.

Lo stato limite di ribaltamento è stato trattato come uno stato limite di equilibrio di un corpo rigido: i parametri di resistenza del terreno sono ridotti tramite i coefficienti parziali del gruppo M2 della tabella 6.2.II delle NTC, i coefficienti  $\gamma_R$  sulla resistenza globale (R1) sono unitari e le azioni variabili sono amplificate secondo i coefficienti del gruppo EQU della tabella 6.2.I.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno, infine, è stata condotta secondo la combinazione 2 dell'approccio 1 (A2+M2+R2), nella quale i parametri di resistenza del terreno sono ridotti tramite i coefficienti parziali del gruppo M2, i coefficienti  $\gamma_R$  sulla resistenza globale (R2) sono unitari e le azioni variabili sono amplificate secondo i coefficienti del gruppo A2.

Il coefficiente  $\gamma_R$  sulla resistenza globale è pari a 1.1.

Per quanto riguarda invece la combinazione sismica, i coefficienti parziali  $\gamma_G$  per le azioni permanenti sono sempre unitari, i parametri di resistenza del terreno sono sempre stati ridotti tramite i coefficienti parziali del gruppo M2 per le verifiche al ribaltamento e alla stabilità globale, la resistenza allo scorrimento e al carico limite

della fondazione è sempre stata ridotta con i coefficienti parziali  $\gamma_R$ , mentre le azioni variabili sono state assunte con il loro valore quasi permanente, adottando un coefficiente di combinazione  $\psi_2$  pari a 0.60.

Le verifiche di stabilità relative all'argine sono state eseguite secondo il metodo di Bishop, utilizzando il software GEOSTUDIO 2012 attraverso il pacchetto GEOSLOPE.

Le verifiche sono state svolte per la sezione tipica del rilevato arginale - lato golena, assumendo la situazione peggiore, cioè la massima altezza della testa del rilevato rispetto al piano campagna, nelle seguenti diverse condizioni:

- rilevato arginale in condizioni secche
- rilevato arginale in condizioni sature e bacino vuoto
- rilevato arginale soggetto a rapido svaso
- rilevato arginale con bacino pieno

L'analisi dei cedimenti del terreno al di sotto delle arginature è stata eseguita con l'ausilio del software di calcolo *FLAC version 4.0* della *ITASCA Consulting Group*. Il suddetto codice è un programma di calcolo alle differenze finite che consente, tra l'altro, di valutare i cedimenti nel terreno indotti da un generico sistema di forze e di simulare il moto di filtrazione nel terreno. Il programma utilizza un metodo alle differenze finite elaborato da Wilkins che consente di risolvere le equazioni differenziali in una maglia costituita da elementi quadrilateri di forma qualsiasi. *FLAC* suddivide successivamente ciascun quadrilatero (tracciando le sue diagonali) in due set di coppie d'elementi triangolari per il calcolo delle grandezze desiderate.

Il cedimento massimo alla quota di fondazione, misurato rispetto al valore di riferimento della quota del ciglio arginale, è risultato pari a cm 4.

Le verifiche di stabilità del terreno soggetto ai fenomeni di filtrazione sono state condotte tramite il software di calcolo *FLAC version 4.0* sopra richiamato. Il presente studio è stato impostato considerando la configurazione geometrica della sezione tipo, nonché i diversi parametri fisici da adottare nelle analisi (permeabilità, condizioni al contorno, condizioni di vincolo di valle e di monte, etc.).

I risultati delle simulazioni hanno consentito di verificare che la sezione trasversale dell'argine assicura la copertura della linea di filtrazione che si stabilisce all'interno del corpo arginale e che non sussistono pericoli di sifonamento per l'unghia del piede del rilevato autostradale lato campagna.

## **9 Valutazione dei potenziali effetti sull'ambiente e misure adottate**

La nuova linea arginale, seppure costruita in adiacenza al rilevato della tangenziale, si configura come un nuovo elemento che si inserisce nell'ambiente e nel paesaggio, considerando anche che, localmente, raggiunge una altezza massima rispetto al piano campagna di circa 4 metri.

Nello Studio di inserimento urbanistico e nella Relazione storica, architettonica, archeologica ed ambientale, cui si rimanda per ogni approfondimento, sono riportate le analisi condotte sul territorio e sull'ambiente relative alle aree interessate dagli interventi: dai risultati di tali analisi emerge che la tipologia di opera in progetto andrà ad interferire con quelli che oggi sono l'uso del suolo, la viabilità, la vegetazione ed il paesaggio nel suo complesso.

Per quanto riguarda l'uso del suolo, destinato oggi prevalentemente all'utilizzo agricolo e alle attività estrattive, le modificazioni indotte dall'intervento si riferiscono sostanzialmente alla occupazione definitiva dei terreni su cui insisteranno le opere, ripercuotendosi quindi anche sulle attività antropiche.

Per quanto riguarda la vegetazione presente, la costruzione della nuova opera comporterà la rimozione dei filari alberati presenti a tratti lungo la pista di accesso alla cava, in modo particolare fra l'area di servizio e gli svincoli di accesso alla rotatoria.

Gli effetti indotti sul paesaggio nel suo complesso sono naturalmente legati all'introduzione di nuovi elementi artificiali nel territorio esistente.

L'opera in progetto, invece, non va a influire né sul sottosuolo, né sulle acque

sotterranee, né infine sulle acque superficiali: per questa ultima componente va anzi evidenziata la riduzione del rischio idraulico conseguente alla realizzazione dei nuovi manufatti idraulici, in grado di scongiurare il pericolo di allagamento delle aree retrostanti la tangenziale.

L'ipotesi progettuale è stata sviluppata con l'intento di raggiungere l'obiettivo della sicurezza idraulica della tangenziale di Torino e delle sue pertinenze.

Come si è visto in precedenza, la progettazione del nuovo argine è stata impostata in modo da minimizzare le modificazioni alle componenti ambientali ed alle attività antropiche.

Per contenere l'impatto della nuova opera, i rilevati arginali e le rampe di accesso saranno realizzati in terra e saranno ricoperti da uno strato di terreno vegetale opportunamente idrosemato; la tecnica utilizzata per proteggere dal dilavamento le scarpate delle arginature (georeti tridimensionali), farà sì che, nel giro di breve tempo, l'inerbimento di tutte le superfici conferisca loro un aspetto naturale.

Le opere di mitigazione ambientale previste consistono nella messa a dimora di essenze autoctone, a creare una siepe arbustiva e un filare alberato al piede del nuovo rilevato. Per quanto riguarda infine la fase di cantiere, gli effetti indotti temporaneamente dalle lavorazioni durante la realizzazione delle opere, sia sull'ambiente che sulle attività umane, sono quelle tipiche di ogni cantiere di una certa importanza e si configurano come traffico di mezzi pesanti sulla viabilità esistente e produzione di polveri e rumore. Va peraltro segnalato che sono pochi gli insediamenti adiacenti all'area in esame e che la maggior parte del materiale necessario per la costruzione dei rilevati potrebbe essere recuperata in sito, riducendo così fortemente il movimento dei mezzi in ingresso e in uscita dalle zone di lavoro.

Si rimanda alle indicazioni contenute negli elaborati grafici e alle prescrizioni riportate nel Piano di sicurezza e Coordinamento al fine di garantire la minimizzazione dei disagi e degli impatti durante la cantierizzazione e a fine lavori.

## 10 Quadro economico di spesa

Si riporta nel seguito il quadro economico di spesa, così come risulta dall'elaborato *Quadro di spesa*, allegato al Computo Metrico Estimativo del presente progetto.

Per la quantificazione economica delle lavorazioni contenute nel suddetto *Computo metrico estimativo* (a cui si rimanda per ogni dettaglio) si sono utilizzati sostanzialmente i prezzi unitari elencati nel Prezzario di riferimento per opere e lavori pubblici della Regione Piemonte aggiornato a dicembre 2013 (edizione 2014).

Per le poche voci in esso non individuate (o comunque non ritenute attinenti), si è fatto riferimento al Prezzario Ufficiale di Riferimento per le opere di competenza dell'Agenzia Interregionale per il Po nel territorio del bacino idrografico, aggiornato al 2007, al Prezzario della Regione Lombardia aggiornato al 2011 ed infine al Listino prezzi per l'esecuzione delle opere pubbliche del Comune di Milano, edizione 2014.

Nel Computo metrico estimativo, per ogni voce di computo, viene riportato l'articolo di riferimento descritto nella parte 2 del Capo 1 del Capitolato Speciale di Appalto, in cui vengono individuati gli oneri compresi in ogni singola lavorazione.

Tra le somme a disposizione della stazione appaltante, la voce Y6 riporta la stima dei costi che dovranno essere sostenuti per l'occupazione definitiva delle aree interessate dai lavori.

Sempre tra le somme a disposizione della stazione appaltante, la voce Y11 riporta la stima dei costi che dovranno essere sostenuti per attuare gli interventi di compensazione ambientale.

Come meglio precisato nell'elaborato *Relazione sulle integrazioni allo studio di impatto ambientale e opere di recupero, mitigazione e compensazione ambientale*, la



realizzazione di tali interventi è demandata a una fase successiva sulla base degli accordi da intraprendere con il Comune di Moncalieri e con l'Ente di Gestione dell'Area Protetta, valutando altresì l'ipotesi di trasferire l'intera somma prevista nel quadro economico direttamente a tali Enti affinché ne possano disporre autonomamente per la messa in atto degli interventi di compensazione, come tra l'altro prospettato dall'ente di Gestione dell'Area Protetta stesso nelle osservazioni di cui al punto 5 Capo 2 nella lettera del 30/01/2013 in merito alle prescrizioni presentate in sede di conferenza di Servizi del 23/09/2013.

## Quadro economico di spesa

### X) LAVORI

|  |              |
|--|--------------|
| X1) Importo lavori soggetti a ribasso                            | 1 650 500.00 |
| X2) Oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso (D.Lgs. 81/08) | 81 500.00    |

|               |                     |
|---------------|---------------------|
| <b>TOTALE</b> | <b>1 732 000.00</b> |
|---------------|---------------------|

### Y) SOMME A DISPOSIZIONE

|   |           |
|---|-----------|
| A1) Spese tecniche per Progettazione Preliminare e Definitiva                         | 65 520.00 |
| B1.1) CNPAIA 2% su A1) quota parte di euro 52 416.00                                  | 1 048.32  |
| C1.1) IVA 20% su A1 (quota parte 52 416.00) +B1.1                                     | 10 692.86 |
| B1.2) CNPAIA 4% su A1) quota parte di euro 13 104.00                                  | 524.16    |
| C1.2) IVA 21% su A1 (quota parte 13 104.00) +B1.2                                     | 2 861.91  |
| D1) Incentivo art. 92 D.Lgs. 163/06 (fino alla progettazione definitiva)              | 3 470.00  |
| A2) Spese Tecniche per Progettazione Esecutiva  | 18 000.00 |
| B2) CNPAIA 4% su A2   | 720.00    |
| C2) IVA 22% su A2+B2)   | 4 118.40  |
| A3.1) Spese Tecniche per Direzione Lavori   | 30 500.00 |
| B3.1) CNPAIA 4% su A3.1   | 1 220.00  |
| C3.1) IVA 22% su A3.1+B3.1)   | 6 978.40  |
| A3.2) Spese Tecniche per Collaudo   | 8 600.00  |
| B3.2) CNPAIA 4% su A3.2   | 344.00    |
| C3.2) IVA 22% su A3.2+B3.2)   | 1 967.68  |
| D2) Incentivo art. 92 D.Lgs. 163/06 (dalla progettazione esecutiva a fine intervento) | 5 196.00  |
| A4) Studi integrativi dell'analisi idraulica (ESPEC 784)                              | 11 800.00 |
| B4) CNPAIA 2% su A4)  | 236.00    |
| C4) IVA 20% su A4) e B4)  | 2 407.20  |

|  |                   |
|--|-------------------|
| A5) Spese Tecniche per predisposizione relazioni impatto acustico, piano gestione materiali e piano gestione rifiuti | 6 500.00          |
| B5) CNPAIA 2% su A4)   | 130.00            |
| C5) IVA 22% su A4) e B4)   | 1 458.60          |
| A6) Supporto procedure espropriative IVA compresa  | 36 326.40         |
| <b>TOTALE VOCI A+B+C+D</b>   | <b>220 619.94</b> |

|   |                     |
|---|---------------------|
| Y1) IVA 22% sui lavori  | 381 040.00          |
| Y2) Spese Tecniche Adempimenti sicurezza (D.Lgs. 81/2008)   | 27 500.00           |
| Y2.1) CNPAIA 4% su Y2   | 1 100.00            |
| Y2.2) IVA 22% su Y2+Y2.1)   | 6 292.00            |
| Y3) Spese per accertamenti, indagini e prove di laboratorio   | 5 000.00            |
| Y4) Oneri di cui all'art. 2 della Deliberazione 26.01.2006 a favore dell'Autorità per la Vigilanza sui LL.PP. | 600.00              |
| Y5) Spese pubblicazione   | 11 065.45           |
| Y6) Acquisizione aree o immobili ed indennizzi  | 505 000.00          |
| Y7) Assicurazione verificatori progetto   | 1 405.35            |
| Y8) Spese copie progetto  | 1 189.42            |
| Y9) Spese copie progetto per procedura VIA  | 35.26               |
| Y10) Oneri per spostamento sottoservizi ed imprevisti   | 62 152.58           |
| Y11) Interventi di compensazione ambientale (incluse IVA e spese varie)                                       | 45 000.00           |
| <b>TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE</b>  | <b>1 268 000.00</b> |
| <b>TOTALE</b>   | <b>3 000 000.00</b> |

## 11 Elenco elaborati

Oltre alla presente Relazione generale, fanno parte del progetto esecutivo – 1° lotto funzionale gli elaborati riportati nel seguito.

### *Elaborati di testo:*

Relazione sulle integrazioni a seguito conferenza servizi  
Relazione idrologico-idraulica  
Relazione geotecnica  
Relazione di calcolo strutturale  
Relazione storica, architettonica, archeologica ed ambientale  
Studio di inserimento urbanistico  
Relazione di valutazione previsionale di impatto acustico  
Piano di gestione dei rifiuti  
Piano di gestione delle materie (rocce e terre da scavo)  
Relazione sulle integrazioni allo studio di impatto ambientale e opere di recupero, mitigazione e compensazione ambientale  
Computo metrico estimativo e quadro economico di spesa  
Elenco dei prezzi unitari  
Analisi dei prezzi  
Capitolato Speciale d'Appalto  
Piano particellare grafico di esproprio ed elenco ditte  
Relazione sulle interferenze  
Piano di sicurezza e coordinamento  
Fascicolo con le caratteristiche dell'opera  
Piano di manutenzione  
Cronoprogramma dei lavori  
Lista delle categorie

### *Elaborati grafici:*

Tav. 1            Corografia – scala 1:5.000

|          |  |
|----------|--|
| Tav. 2   | Rilievi planoaltimetrici – scala 1:2.000                                     |
| Tav. 3   | Planimetria di progetto – scala 1:2.000                                      |
| Tav. 4   | Profilo longitudinale di progetto - scala 1:1.000/1:100                      |
| Tav. 5.1 | Planimetria di dettaglio e sezioni di progetto da sez. R1 a sez. R6          |
| Tav. 5.2 | Planimetria di dettaglio e sezioni di progetto da sez. R7 a sez. R10         |
| Tav. 5.3 | Planimetria di dettaglio e sezioni di progetto da sez. R11 a sez. R14        |
| Tav. 5.4 | Planimetria di dettaglio e sezioni di progetto da sez. R15 a sez. R18        |
| Tav. 5.5 | Planimetria di dettaglio e sezioni di progetto da sez. R19 a sez. R22        |
| Tav. 5.6 | Planimetria di dettaglio e sezioni di progetto da sez. R23 a sez. R27        |
| Tav. 6   | Sezioni tipo e particolari costruttivi                                       |
| Tav. 7   | Muro di sostegno rilevato arginale: stralcio planimetrico, profilo e sezioni |
| Tav. 8   | Muro di sostegno rilevato arginale: sezione tipo e carpenterie ed armature   |

Milano, luglio 2014

Il Progettista

Dott. Ing. Fulvio Bernabei