

**ADEGUAMENTO DELLE CONDIZIONI DI NAVIGABILITA' DELL'ALVEO DI
MAGRA DEL FIUME PO PER NAVI DI CLASSE V[^] - REVERE – FERRARA.**

PROGETTO PRELIMINARE
€ 15.000.000,00

**A) RELAZIONE GENERALE E QUADRO
ECONOMICO**

PROGETTISTI

Ing Ettore Alberani

Ing. Bruno Droghetti

COLLABORATORI

Geom. Antonio Antiga

Geom. Luigi Marco Bigoni

Geom. Vittorino Malagò

Perizia n.

Visto: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
IL DIRIGENTE
(Ing. Ivano Galvani)

Prot. n.

Data

Sommario

1.	INTRODUZIONE.....	3
2.	NOTE STORICHE.....	3
3.	FINALITA' DEL PROGETTO.....	5
4.	INDAGINI CONOSCITIVE.....	8
4.1	INDAGINI GEOGNOSTICHE	8
5.	CRITERI E PARAMETRI DI PROGETTAZIONE	10
6.	CARATTERISTICHE DELLE OPERE.....	12
7.	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	13
7.1	CASTELMASSA – BOSCO CAPOSOTTO	13
7.2	CALTO	16
7.3	GAIBA-.....	17
7.4	CANTARANA-RAVALLE	18
7.5	STIENTA	20
8.	TEMPI DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE	22
9.	UTILIZZO E MANUTENZIONE DELLE OPERE	23
10.	ACQUISIZIONE DI AREE O IMMOBILI	23
11.	PROCEDURE AUTORIZZATIVE AMBIENTALI	24
12.	QUADRO ECONOMICO	24

1. INTRODUZIONE

L'Agenzia Interregionale per il fiume Po nasce come emanazione del Magistrato per il Po, già organo decentrato interregionale del Ministero dei Lavori Pubblici, poi organo interregionale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e del Ministero dell'Ambiente e del Territorio. Dal gennaio 2003 infatti, sulla base del D.p.c.m. 14/12/2000 di riordino del Magistrato per il Po, in attuazione del D.Lgs. 112/98 ("legge Bassanini"), è istituita l'Agenzia, ente strumentale delle quattro Regioni, Piemonte, Lombardia, Veneto ed Emilia Romagna.

L'Aipo svolge le funzioni di programmazione operativa, progettazione ed attuazione degli interventi sulle opere idrauliche di prima, seconda e terza categoria, di cui al Testo Unico n. 523/1904, finalizzati alla sicurezza idraulica del territorio.

Dal 2007 la Regione Lombardia, in base alla Legge Regionale 30/2006 e a una convenzione triennale con A.I.Po, ha affidato all'Agenzia le competenze in materia di navigazione interna del sistema idroviario padano-veneto e demanio fluviale in precedenza gestite dalla soppressa Azienda Porti di Cremona e Mantova. Tra i compiti principali dell'Ufficio Gestione Navigazione Lombarda ci sono la gestione del sistema idroviario del fiume Po e delle idrovie collegate (canali Pizzighettone-Cremona e Mantova-Adriatico) e la progettazione e costruzione delle relative opere idrauliche.

Per quanto concerne le competenze in materia di navigazione interna anche la Regione Emilia Romagna con L.R. 24/2009 ha soppresso l'Azienda Regionale per la Navigazione Interna (ARNI) trasferendone le competenze, tramite apposita convenzione, ad A.I.Po.

La presente perizia progettuale si colloca nell'ambito degli interventi finanziati per garantire le migliori condizioni di navigabilità dell'alveo di magra del fiume Po, per navi di Va classe, nel tratto compreso tra Revere (MN) e Ferrara, per quanto gli stessi interventi svolgano a tutti gli effetti anche funzioni di salvaguardia delle arginature e, quindi, di difesa idraulica.

2. NOTE STORICHE

Il massimo fiume italiano si sviluppa per una lunghezza di circa 650 km dal Monviso al mare. Per i primi 250 km scorre in un alveo naturale senza arginature e nei successivi 400 km si sviluppa entro un imponente complesso arginale.

Il suo corso è stato variabilissimo nei tempi, avendo vagato anche di parecchi chilometri nella direzione Nord-Sud nei limiti della pianura padana. Ciò indusse le popolazioni locali ad erigere arginature, inizialmente

modeste e prive di continuità, che con l'andare del tempo finirono col saldarsi fra loro e ad aumentare di dimensione trasversale sino a raggiungere l'attuale configurazione.

Il fiume, all'interno del tracciato imposto dagli argini maestri, ha comunque continuato le proprie divagazioni creandosi numerosi letti, serpeggianti nella forma e dalla posizione mutevole nel tempo.

A titolo puramente indicativo si può precisare che gli argini maestri (tutti di seconda categoria) limitano l'alveo di massima piena, o letto maggiore del fiume, e possono contenere portate dell'ordine di 12.000 mc/sec nel tratto medio inferiore.

Sino all'inizio del '900 il Po ha avuto una grossa importanza anche come via di comunicazione; il trasporto di grandi carichi di merce era sicuramente più agevole per mezzo di imbarcazioni rispetto al trasporto per mezzo di carri trainati. Ciò indusse i governi del primo dopoguerra ad iniziare un'opera di sistemazione dell'alveo di magra con lo scopo di renderlo navigabile per navi da 600 tonn. che avessero un pescaggio massimo di m. 1,70.

Venne approntato all'uopo un progetto generale (progetto Gorio, anno 1919), cui ci si è attenuti in larga massima sino ai giorni nostri, seguendo i criteri dettati dalle esperienze francesi; ciò consisteva nel dare all'alveo di magra profilo unicursale, per concentrare le energie della massa liquida, con andamento sinuoso al fine di affidare alla forza centrifuga il compito di mantenere l'officiosità del fiume nella maniera voluta.

Le prime esperienze diedero buoni risultati sia dal punto di vista trasportistico che dal punto di vista idraulico, in quanto si concentrava l'erosione del fiume in magra in punti ben definiti e difendibili e, soprattutto, la si manteneva lontano dagli argini maestri.

Lo sviluppo dei lavori fu bloccato, tuttavia, dagli eventi bellici e riprese nel dopoguerra estendendo il tratto di fiume regolato da Cremona sino a foce Mincio; nel frattempo, però, la politica dei trasporti in Italia favorì soprattutto il traffico su gomma e, contestualmente all'affermarsi di un modello di trasformazione territoriale che vede i complessi urbanistici e produttivi sorgere lontano dal Po, si intiepidì l'opera di completamento delle opere di regolazione fluviale a fini navigatori favorendo il declino della navigazione commerciale.

Ad oggi lo stato di pressoché totale saturazione delle ordinarie vie di comunicazione impone di riprendere i lavori per ridare al Po il suo naturale ruolo di asse trasportistico a lungo e medio raggio.

A ciò si aggiunga che il continuo divagare del letto del fiume all'interno dell'alveo attivo non permette di fissare in maniera permanente gli attracchi fluviali per le navi passeggeri; ciò impedisce di effettuare una seria programmazione di attività legate al potenziale turistico del Po e del suo bacino con ripercussioni economiche pesanti per la collettività.

Pure l'attività di difesa del territorio risulta condizionata dalla mancanza di un disegno unitario e permanente dell'alveo di magra: il continuo variare dei punti di battuta della corrente porta da un lato a ricoprire le

sponde, per la loro intera lunghezza, con materiale litoide mentre le zone non difese vengono erose con sottrazione all'agricoltura di terreno potenzialmente coltivabile.

3. FINALITA' DEL PROGETTO

Allo stato attuale la navigazione commerciale all'interno del fiume Po viene praticata esclusivamente nel tratto compreso fra Volta Grimana, ove si trova la conca che permette di collegarsi ai canali veneti o al Po di Levante (e di lì al mare), ed il porto di Cremona; a monte di Cremona si trova lo sbarramento fluviale costituito dalla centrale idroelettrica di isola Serafini con relativa conca di navigazione, ormai fuori uso a causa dell'abbassamento del letto del Po generato dallo sbarramento stesso, che blocca la prosecuzione della navigazione.

Il tratto di fiume sopra descritto si può suddividere in tre segmenti fluviali con caratteristiche nettamente diverse:

- il primo, fra Cremona e foce Mincio, regolato da opere di navigazione (in prevalenza opere radenti) che garantiscono la disponibilità di fondali sufficientemente profondi all'esercizio della navigazione per larga parte dell'anno e, nel caso di opere non sufficientemente ben eseguite, con presenza di bassi fondali di agevole localizzazione ed asportazione tramite interventi di dragaggio sufficientemente programmabili. E' già stato redatto, tuttavia, un progetto di regolazione a corrente libera che dovrebbe, nel breve-medio periodo, correggere anche queste manchevolezze;
- il secondo, fra Foce Mincio e Crespino, non regolato da opere di navigazione (se si escludono gli interventi di Pieve di Coriano, di Ostiglia e di Bergantino), nel quale il corso del fiume divaga liberamente all'interno dell'alveo, divenendo spesso multicursale. In tale segmento fluviale si manifestano contemporaneamente, ad ogni magra, bassi fondali in numero tale da rendere estremamente difficoltosa o vana l'opera di dragaggio;
- Il terzo, a valle di Crespino, che pur non essendo regolato da opere di navigazione, garantisce ugualmente buoni fondali poiché l'influenza della marea può correggere le quote di pelo libero sino a renderle idonee al passaggio delle navi anche in periodi di magra.

Non vengono riportate statistiche relative alla formazione di bassi fondali in quanto l'ultimo quinquennio è stato caratterizzato da un'attività particolarmente ridotta di interventi di dragaggio, a causa del concomitante incremento di costo dei carburanti e del calo di fondi all'uso dedicati, per cui non si potrebbero fornire dati omogenei.

All'interno del secondo segmento fluviale sono stati individuati diversi sub-segmenti entro i quali si manifestano, nei periodi di magra, i bassi fondali più penalizzanti per la navigazione.

1) CASTELMASSA - FICAROLO

Questo tronco, lungo circa 12 km, presenta, dal punto di vista idroviario, le maggiori criticità; il suo tracciato è pressoché diritto e la larghezza dell'alveo maggiore è, dovunque, particolarmente ridotta. In queste condizioni il canale non ha potuto costruirsi un tracciato in equilibrio e continua a cambiare corso rimbalzando da una parte all'altra.

Con un lavoro assiduo e mirato delle draghe l'A.R.N.I. è riuscita, nel ventennio scorso, ad imporre al canale di magra il percorso migliore che sia consentito dalla geometria dei luoghi ricavando, tra le curve di estremità di Castelmassa e di Ficarolo che sono bene sviluppate, tre curve intermedie a Caposotto, a Calto ed alla Streggia.

Si tratta di curve molto piatte, e quindi poco efficaci e non molto stabili, per cui il fiume tende a demolire il lavoro realizzato con le draghe creando drizzagni, altrettanto instabili, nonché allargamenti di sezione e bassi fondali.

2) PALANTONE - OCCHIOBELLO

Il tronco, lungo circa 9 km è caratterizzato da curve molto pronunciate alle estremità mentre fra le due curve si ha tracciato pressoché diritto e larghezza dell'alveo maggiore assai contenuta.

Anche in questo tronco l'instabilità del tracciato, con la formazione di bassi fondali e con la loro migrazione, rappresenta il problema principale.

Il Magistrato per il Po ha da tempo terminato i lavori di costruzione del pennello di Stienta; le osservazioni batimetriche successive ai lavori summenzionati confermano che proprio il letto di magra, non regolato nel tratto immediatamente a monte, interseca il pennello con angolazione difforme da quella voluta.

Oltre ai precitati sub-segmenti fluviali vi sono anche punti singolari dove l'alveo di magra tende a migrare oltre le opere presenti o a determinare curvature eccessivamente pronunciate con conseguenze non prevedibili.

Il presente progetto rappresenta la fase successiva di attuazione di una parte dello studio di fattibilità del Sistema Idroviario Padano Veneto cioè, con più precisione, della parte che riguarda il Po nel tratto che va da Cremona sino al mare Adriatico.

Lo studio sopraccitato venne consegnato in data 25/01/1999 e, nelle more della formulazione di osservazioni nonché della sua accettazione, vennero ripartiti i finanziamenti residui della legge 380/90 nonché quelli della legge 413/98 fra le Regioni interessate dal sistema idroviario Padano-Veneto quantificando in circa 30 miliardi gli interventi da realizzare entro il fiume Po ed interessanti il territorio di più regioni.

La versione definitiva dello studio è stata consegnata a fine Giugno 1999 e la versione finale della tabella riepilogativa dei costi, comprensiva delle osservazioni del Comitato Tecnico-Economico comprendente i

rappresentanti delle Regioni interessate dal Sistema Idroviario Padano - Veneto ed il Ministero dei Trasporti e della Navigazione, è datata 06/10/1999.

Tale tabella aggiorna a 70 i miliardi delle vecchie lire occorrenti per realizzare gli interventi nel fiume Po, ma non risulta che tale cifra trovi completa copertura finanziaria nel quadro legislativo vigente.

L'obiettivo primario degli interventi proposti è quello di favorire la navigazione commerciale in Po. Tale obiettivo è certamente perseguito in modo continuativo attraverso i periodici interventi di tipo manutentivo (i.e., dragaggi) svolti direttamente da personale A.I.Po (ex A.R.N.I.) o attraverso lavori pubblici affidati dall'Agenzia stessa nell'ottica di una parsimoniosa ed oculata gestione delle risorse disponibili nonché con lo scopo di massimizzare l'efficacia ed efficienza degli interventi si prospettano tuttavia opportunità di perseguire differenti modalità d'intervento volte ad una sistemazione stabile e duratura dell'alveo di magra. Tale obiettivo è perseguibile affiancando ai tradizionali interventi di movimentazione di materiale depositato in alveo (dragaggi) il ripristino di opere idrauliche danneggiate o la realizzazione di nuove.

Gli interventi oggetto della presente perizia sono stati analizzati e progettati coerentemente con i programmi di attuazione delle opere di difesa dalle alluvioni sulla base dei programmi approvati dalle Regioni competenti e dall'Autorità Idraulica.

In particolare è opportuno sottolineare come l'intero set di interventi proposti, nonché le modalità tecniche realizzative degli stessi, siano stati opportunamente approntati in conformità con il Piano di Gestione dei Sedimenti redatto dall'Autorità di Bacino del fiume Po.

Il dettaglio relativo alle differenti soluzioni progettuali prospettate è riportato nel seguito, qui preme osservare come l'intero set di interventi si configuri in parte come una straordinaria manutenzione di opere esistenti, in parte come prosecuzione di interventi strutturali già avviati ed infine preveda la realizzazione di nuove opere in alveo. Gli interventi previsti riguardano:

- ✓ la prosecuzione o realizzazione ex novo di difese spondali lungo arginature in frodo;
- ✓ la prosecuzione o realizzazione ex novo di pennelli funzionali a garantire un assetto planimetrico del filone principale di corrente coerente con le necessità della navigazione e conforme ai criteri di sicurezza idraulica nonché a garantire i fondali minimi utili per il pescaggio delle navi di Va classe europea;
- ✓ attività di dragaggio e movimentazione forzata dei depositi in alveo per garantire il corretto funzionamento delle curve di navigazione. Si osservi come non sia prevista l'asportazione di materiale litoide ma la sola movimentazione nell'ambito delle pertinenze fluviali.

La totalità degli interventi si colloca all'interno delle pertinenze fluviali nonché aree di proprietà demaniale, non sono previsti espropri. Tra le somme a disposizione dell'Amministrazione sono state altresì previste

somme per eventuali occupazioni temporanee di terreni che si rendessero necessarie per attività di accantieramento o predisposizione degli accessi per la fornitura a piè d'opera dei materiali.

4. INDAGINI CONOSCITIVE

Per la redazione della presente perizia progettuale sono state raccolte tutte le informazioni riguardo le opere idrauliche presenti sul fiume nonché le informazioni necessarie per una corretta caratterizzazione idrologica del fiume, sulla base di:

- tutti i dati reperibili da precedenti studi ed osservazioni;
- una serie di sopralluoghi volti ad identificare le opere, la loro consistenza e il loro stato di conservazione;
- un'analisi dei dati relativi agli interventi idraulici effettuati nel tratto in esame nel recente passato, con particolare riferimento agli interventi che possono aver influenzato l'evoluzione morfodinamica del corso d'acqua e conseguentemente la navigazione;
- tutti i dati topografici disponibili;
- tutti i dati idrologici disponibili;
- l'esame dei progetti di sistemazione del fiume Po esistenti (a corrente libera e non).

4.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Data la particolare struttura degli interventi previsti, risulta necessaria l'esecuzione di una specifica campagna di indagini geognostica e geotecnica da eseguire in alveo nelle diverse aree interessate dagli interventi indicati al Paragrafo 7, per un totale di 5 zone d'intervento; forti dell'esperienza maturata nel miglioramento delle condizioni di navigabilità nel tratto di monte "Cremona – Foce Mincio" si procederà alla caratterizzazione geomeccanica dei terreni di imposta delle opere secondo la metodologia usata nel suddetto tratto e cioè mediante l'utilizzo di idoneo "pontone" per la realizzazione di prove "in situ" di tipo diretto e di idonea imbarcazione per le analisi geoelettriche.

L'obiettivo principale della campagna di indagini geognostiche è quello di pervenire alla conoscenza dettagliata delle condizioni stratigrafiche dei terreni di fondazione delle opere, con particolare riferimento ai seguenti aspetti:

- Ricostruzione di dettaglio della successione litostratigrafica locale;
- Variazioni laterali di facies;
- Caratterizzazione geotecnica dei vari orizzonti stratigrafici.

L'elaborazione dei dati ottenuti consentirà successivamente di ricavare elementi utili al corretto dimensionamento delle opere in progetto secondo le vigenti NTC 2008.

Il programma delle indagini, il cui finanziamento è inserito nel Quadro economico di progetto alla voce “Rilievi accertamenti e indagini, studi, spese tecniche, ecc.”, prevede prospezioni in alveo dirette ed indirette, prove geotecniche e l’esecuzione di prove di laboratorio, secondo il seguente schema:

TIPO DI INDAGINE			FINALITA'
In alveo		In laboratorio	
Dirette	Indirette		
Sondaggi meccanici a rotazione e carotaggio continuo	Tomografia elettrica		Profilo stratigrafico e parametri litotecnici
	Prove penetr. CPTU		Profilo stratigrafico e parametri litotecnici
			Densità relativa (D_R); Angolo d’attrito (φ)
		Analisi granulometrica Limiti di Atterberg	Proprietà Indici – Classificazione CNR-UNI
		Prova edometrica	Coefficiente di compressibilità (m_v); Modulo edometrico (E_{ed}); Coefficiente di consolidazione (C_v)
		Prova di taglio Prova triassiale	Angolo d’attrito (φ); Coesione (c)

In particolare le indagini geognostiche dovranno prevedere l’esecuzione di:

1. sondaggi a carotaggio continuo
2. prove SPT
3. prelievi di campioni indisturbati ed esecuzione delle relative prove di laboratorio
4. prove CPTU
5. rilievi elettrici con tecnica tomografica elettrica.

Mentre le prove dirette permetteranno di determinare la successione litostratimetrica dei terreni in corrispondenza delle opere in progetto, con le indagini geofisiche di tipo geoelettrico si determinerà l’andamento litostratigrafico continuo dei terreni in oggetto mediante la determinazione sperimentale della distribuzione di resistività caratterizzante la struttura elettrica del sottosuolo; questo permetterà di

determinare ogni disomogeneità corrispondente ad una diversa capacità di conduzione elettrica presente nel sottosuolo dato che, ad ogni litologia è associata una determinata resistività.

Il tutto verrà eseguito in ottemperanza della seguente normativa di riferimento:

- Decreto ministeriale 14-01-2008 – Testo unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14-01-2008, Circolare 2 febbraio 2009
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n° 36 del 27/07/2007
- Eurocodice 8 (1998) – Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
- Eurocodice 7.1 (1997) – Progettazione geotecnica –Parte I: Regole Generali – UNI
- Eurocodice 7.2 (2002) – Progettazione geotecnica –Parte I: Progettazione assistita da prove di laboratorio - UNI
- Eurocodice 7.3 (2002) – Progettazione geotecnica –Parte II: Progettazione assistita da prove in sito – UNI
- Consiglio Nazionale delle Ricerche – Bollettino ufficiale - Parte IV Norme tecniche, n°36, Febbraio 1973

5. CRITERI E PARAMETRI DI PROGETTAZIONE

L'area su cui realizzare le opere incluse nel programma, è il medio-basso corso del fiume Po, entro l'alveo di magra (cioè nella parte perennemente bagnata) nel tronco che scorre fra Castelmasa e Pontelagoscuro, per una estesa in lunghezza di circa 21 km; la larghezza della striscia d'acqua interessata, rispetto all'asse del fiume, non supera i 300 m.

Le regioni interessate sono:

- Veneto (prevalentemente), provincia di Rovigo, comuni di Castelmasa, Calto, Gaiba e Stienta;
- Emilia-Romagna, provincia di Ferrara, comune di Ferrara.

I tratti oggetto di sistemazione sono cinque, ognuno si configura come manutenzione di opere esistenti, pennelli e difese spondali, o realizzazione di nuove opere quali pennelli e/o difesa di sponda accompagnati da locali movimentazioni dei sedimenti depositati in alveo.

Il progetto si propone di migliorare da un lato le condizioni di navigabilità, dall'altro le caratteristiche del complesso sistema ecofluviale con azioni che favoriscono la riattivazione di condizioni pluricursali nei tratti oggetto di intervento.

Il criterio iniziale per la sistemazione a corrente libera del tratto è la definizione della portata e relativa altezza di magra ordinaria al fine d'individuare le quote di sommità delle opere di regolazione da realizzare per ridurre la probabilità delle condizioni di non navigabilità.

Sulla base dello studio svolto nel 2006 dal Servizio Idro-Meteo della regione Emilia-Romagna la magra ordinaria alla sezione di Pontelagoscuro è stimabile con una portata pari a circa 550 mc/s. Tale valore di portata viene qui considerato come valore progettuale di riferimento per la verifica di navigabilità del corso d'acqua in condizioni di magra.

Lo studio svolto dal Servizio Idro-Meteo della regione Emilia-Romagna relativo all'evento di piena che ha interessato il bacino del Po nell'anno 2009 fornisce inoltre una stima dei valori di portata al colmo in diverse sezioni di monitoraggio lungo l'asta principale con riferimento a differenti tempi di ritorno. Alla sezione di Pontelagoscuro, sezione caratteristica dal punto di vista idrologico per l'intero tratto alla studio, la portata al colmo di piena ordinaria è stimabile in circa 5000 mc/s.

Per quanto concerne il dimensionamento delle nuove opere vengono considerati i seguenti parametri progettuali:

- opere di difesa di sponda, quota di sommità pari alla quota di piena ordinaria nella sezione di riferimento di Pontelagoscuro;
- pennelli esistenti oggetto di prolungamento con quota di testa pari a quella attualmente già presente ed oggetto di precedenti studi ed analisi;
- quota di testa dei nuovi pennelli tale da garantire la completa sommersione per portate superiori a 850 mc/s., quota già proposta con il "Documento di lavoro n° 4" dello studio "Adeguamento del Sistema idroviario Padano Veneto: Approfondimenti di studio sull'Assetto geomorfologico ed idraulico del Po e sulle interazioni con le opere di navigazione esistenti ed in progetto" (pag. 44) realizzato dall'Autorità di Bacino del Fiume Po nell'anno 2000. Tale valore di riferimento sarà oggetto di approfondimenti modellistici atti a verificare la correttezza delle ipotesi. Obiettivo prioritario è infatti garantire il funzionamento attivo dell'opera in regime idrometrico dove le velocità della corrente al fondo siano tali da permettere una significativa movimentazione dei sedimenti depositati necessaria per preservare l'incisione del filone principale della corrente necessario per preservare le funzioni di navigabilità anche in condizioni di magra. Tale valore risulta strettamente dipendente sia dalla morfologia peculiare di ciascun sito di intervento sia dalle caratteristiche granulometriche dei sedimenti.

Le verifiche modellistiche previste in sede di progettazione definitiva dovranno altresì riguardare l'assetto idrometrico in condizioni progettuali relativamente all'intero tratto di intervento con riferimento ai seguenti aspetti:

- garanzia di navigabilità dell'intero tratto con riferimento alla portata di magra assunta in progetto;
- verifica dell'assetto plano-altimetrico in regime di piena per verifica della trasparenza delle opere previste con riferimento ai livelli di massima piena previsti lungo l'asta principale;
- verifiche di trasporto solido dei sedimenti con analisi dell'effettiva capacità di movimentazione e trasporto in relazione alle classi granulometriche osservate nelle varie sezioni. Previsione delle aree di erosione/deposito e bilancio di sedimenti nel lungo periodo.

6. CARATTERISTICHE DELLE OPERE

Gli interventi previsti si possono riassumere come segue:

1. manutenzione e ripristino delle opere trasversali (pennelli) o longitudinali (difese radenti);
2. realizzazione di nuove opere trasversali (pennelli) o longitudinali (difese radenti);
3. movimentazione in ambito fluviale di sedimenti depositati al fine di riattivare un corretto funzionamento delle curve di navigazione e ripristinare un carattere pluricursale del fiume.

I nuovi pennelli avranno larghezza in sommità pari a 3,00 m e pendenza delle scarpate pari a 2/3.

Le tipologie realizzative risulteranno specifiche per ciascun sito oggetto di intervento in relazione all'assetto morfologico del corso d'acqua nell'area di intervento ed alla funzionalità specifica di ciascuna opera.

In linea generale possono essere definite le seguenti tipologie costruttive riproposte successivamente, a seconda delle necessità, nella descrizione dei vari interventi:

PENNELLI LONGITUDINALI E/O TRASVERSALI

- strato di base di fondazione delle opere costituito da tappeti zavorrati, posati nel senso della lunghezza in direzione della corrente. La presenza dei tappeti, che fuoriusciranno di circa 3,00 m rispetto all'impronta dell'opera, garantirà il piede dell'opera stessa rispetto ad eventuali erosioni del fondo;
- nucleo di sacconi in sabbia di volume pari a 2 mc o 25mc, anche in tale caso il ricoprimento avverrà con un primo strato di ciottoli o pietrame di piccola pezzatura per garantire un'adeguata protezione del geotessuto di contenimento dei sacconi;
- posa in opera di pietrame di cava non gelivo di differenti pezzature, a ricoprimento del nucleo e di completamento della sagoma progettuale con larghezza in sommità minima di 3m e pendenza delle scarpate pari a 3/2.

DIFESE DI SPONDA RADENTI

- posa in opera di pietrame di grossa pezzatura (50/100 kg.) a formazione del corpo della berma sommersa;

- ricoprimento del nucleo della berma con ciottoli o pietrame di piccola pezzatura a protezione del geotessuto di formazione dei sacconi;
- rimaneggio di scogliere esistenti, risagomatura della scarpata arginale e formazione di rilevato con terreno demaniale per la formazione ed il ripristino della scarpata arginale a fiume;
- ricoprimento della scarpata oggetto di intervento con geotessuto;
- formazione di rivestimento spondale in pietrame di cava non gelivo, pezzatura 50/100 kg.

L'insieme delle lavorazioni previste richiede l'utilizzo di pontone trattandosi di lavorazioni eseguite prevalentemente all'interno del corpo idrico.

Sono inoltre previste lavorazioni accessorie non quantificate analiticamente in sede di progettazione preliminare inerenti:

- sfalci, decespugliamenti e taglio di piante per la pulizia delle aree oggetto di intervento per operazioni di accantieramento e formazione di piste di cantiere;
- formazione di piste di cantiere mediante movimentazione del materiale in sito, posa di misto granulare stabilizzato;
- interventi complementari di ripristino delle piste di servizio in sommità arginale utilizzate per la fornitura dei materiali al cantiere;
- interventi di movimentazione e dragaggio dei depositi fluviali nell'abito dello stesso corpo idrico, tali interventi sono funzionali al ripristino della corretta funzionalità delle opere di regimazione a corrente libera già presenti in alveo.

7. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Nel paragrafo seguente verranno descritti singolarmente gli interventi previsti in progetto per ciascuna località presa in esame. Gli interventi sono trattati in ordine progressivo da monte verso valle.

7.1 CASTELMASSA –

La curva di Castelmassa è estremamente stabile ma la corrente, una volta terminata la curva, andrebbe guidata al lato opposto per mantenerne l'assetto unicursale e, quindi, una buona profondità delle sezioni incise.

Si tentò, negli anni '90, un'opera di regimazione che era di per sé di concezione eccessivamente timida; a ciò si aggiunga che il cantiere venne funestato da problemi contrattuali tali da costringere a dilatare i tempi di anni e, conseguentemente, ad effettuare varianti riduttive (anni 2004-2006) per cui l'opera pensata è oggi da ritenere inattuale, per quanto rimanga immutata l'esigenza di base e per quanto si possano apprezzare segni che testimoniano la bontà della strada intrapresa.

Figura 1. Foto satellitare tratta da Google Earth dell'anno 2003. Si noti che, precedentemente ai lavori degli anni 2004-2006 il corso di magra stazionava in sinistra idraulica per diversi chilometri mentre in destra, benchè in curva concava, emergeva una spiaggia.



Figura 2. Foto satellitare tratta da Google Earth dell'anno 2012. La foto è realizzata in periodo di morbida ma è possibile apprezzare il risalto idraulico, in condizioni di corrente pronunciata, dell'opera completata negli anni 2004-2006 (evidenziazione in rosso) e dedurne il funzionamento.

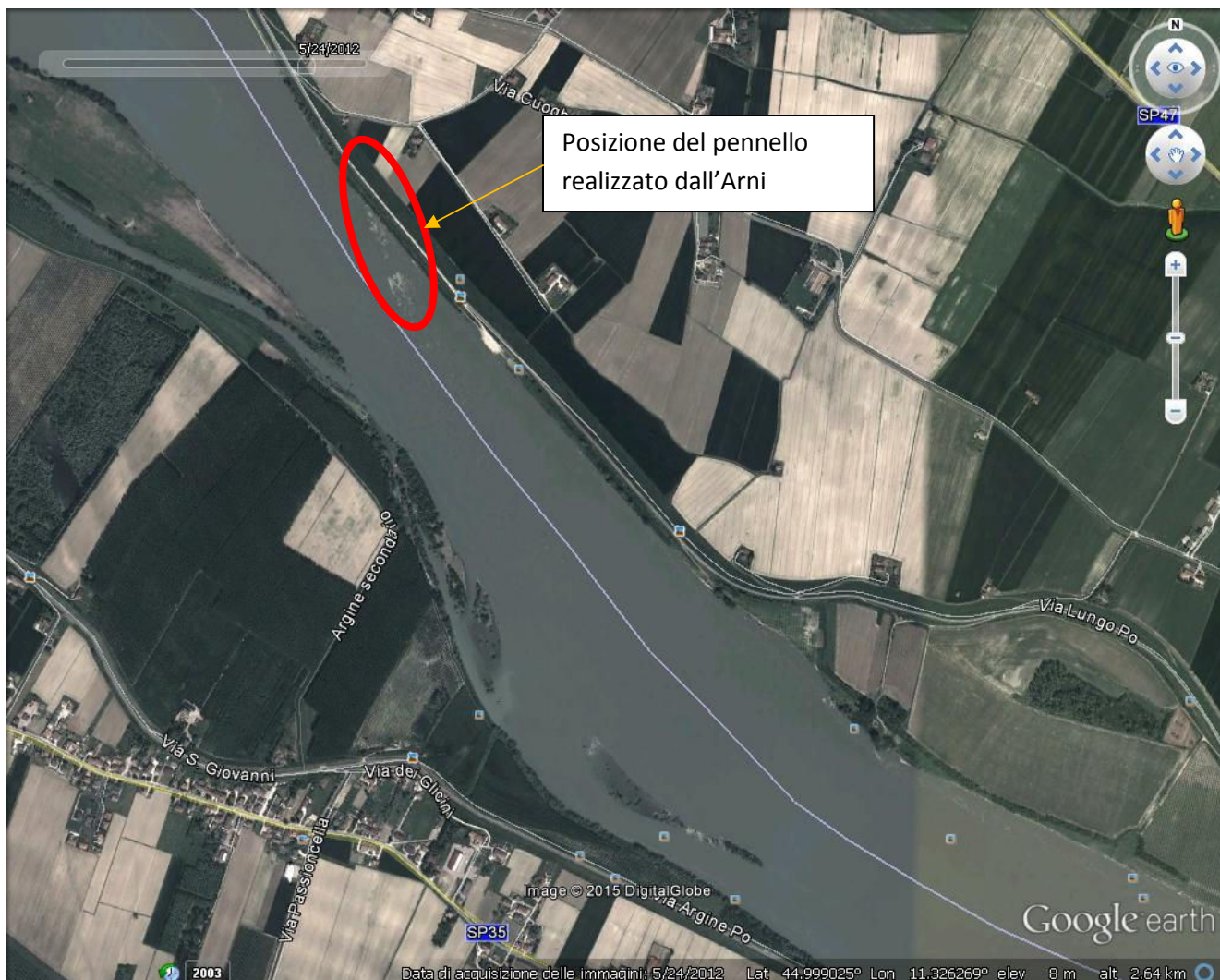
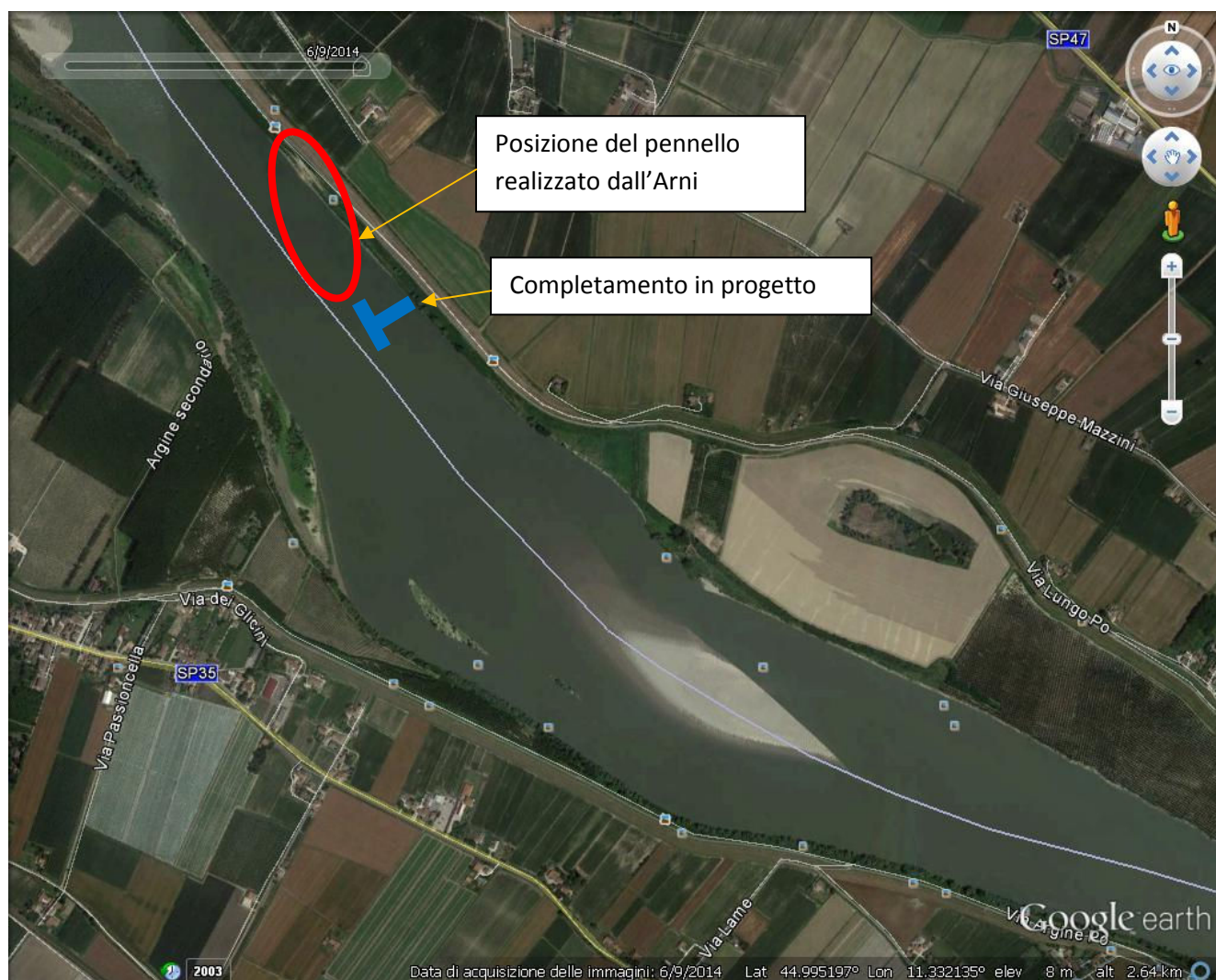


Figura 3. Foto satellitare tratta da Google Earth dell'anno 2014. Condizioni idrologiche di basse portate e basse velocità della corrente. Si noti il passaggio prevalente in destra idraulica del filone idraulico e l'emergere di una secca in centro alveo con tendenza a saldarsi alla sponda sinistra. Si noti, anche, la totale sommersione dell'opera completata nel 2006 e, quindi la sua invisibilità anche in condizioni idrauliche di magra.



Si prevede di completare il disegno preesistente e di implementare lo stesso di un ulteriore pennello con pianta a T, lungo 135 m., per deviare in maniera permanente la corrente verso il lato Sud, nel quale verrà effettuato uno scavo di invito per garantire una fase transitoria non traumatica.

7.2 CALTO

C'è la necessità di fissare la traversata della corrente da sinistra a destra idraulica in un punto ben definito, che garantisca anche un pescaggio certo per l'impianto idrovoro di Salara.

Si prevede, perciò, di realizzare due pennelli a T di lunghezza rispettivamente 150 e 265 m e distanti fra loro

Figura 4. Foto satellitare tratta da Google Earth dell'anno 2014. Condizioni idrologiche di basse portate e basse velocità della corrente. Si noti la dispersione della corrente in vari filoni, nessuno dei quali nettamente predominante, e l'emergere di varie secche in centro alveo .



7.3 GAIBA-

Anche qui si ripresenta la necessità di fissare la traversata della corrente da sinistra a destra idraulica in un punto ben definito anche se, fortunatamente, non vi sono problemi di idrovore cui garantire il pescaggio; tuttavia è la zona che determina l'inizio della consecuzione di curve e controcurve da cui dipende l'assetto idraulico di diversi km successivi di fiume quindi riveste primaria importanza nell'ordine d'esecuzione.

Si prevede di realizzare quattro pennelli a T distanti fra loro dai 100 ai 160 m e lunghi dai 40 ai 135 m; i pennelli sono costruiti con inclinazione in favore di corrente.

Figura 5. Foto satellitare tratta da Google Earth dell'anno 2014. Condizioni idrologiche di basse portate e basse velocità della corrente. L'allargamento dell'alveo immediatamente a valle di Gaiba genera un basso fondale per tutta la sezione trasversale; esso è preceduto da pericolose condizioni di erosione dell'argine in frodo..

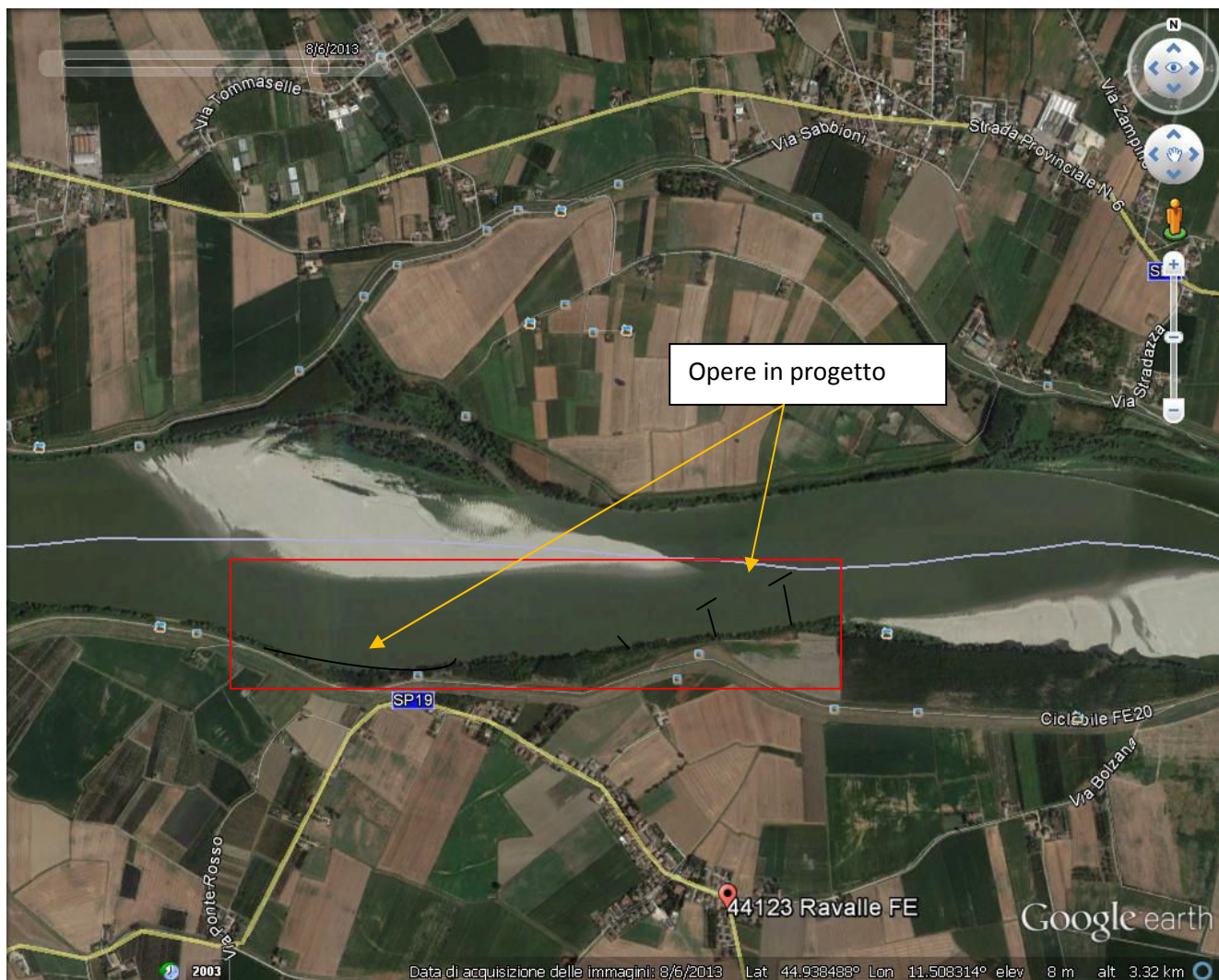


7.4 RAVALLE

Ravalle riceve la corrente da Gaiba quindi va completata la difesa segnalando che, ad oggi, vi sono fenomeni erosivi che depauperano rapidamente la gola di esigue dimensioni ivi in fregio promettendo di intaccare, nel medio periodo, la stabilità dell'argine retrostante. Il successivo pennello esistente, la cui costruzione non fu mai completata, oltre ad essere eccessivamente breve è anche fuori asse con la linea del thalweg atteso: qualora esso funzionasse nella propria conformazione attuale, indirizzerebbe la corrente a valle dell'attuale pennello di Stienta rendendo inefficiente l'investimento in esso effettuato. Si prevede di completare la difesa di sponda e realizzare tre pennellini a T sopra l'attuale pennello di Ravalle; i pennelli distano fra loro 200 e 260 m e la loro lunghezza va dai 40 ai 125 m.

Figure 6 e 7. Confronto fra le foto satellitari tratte da Google Earth dell'anno 2003 e 2013. Condizioni idrologiche di basse portate e basse velocità della corrente. La corrente divaga con alto tasso di casualità nel tratto fluviale frontistante Ravalle, fra Gaiba e Stienta, mantenendo una preferenza per il percorso in destra. La predetta casualità nell'individuazione dei punti di battuta della corrente annulla l'efficacia delle opere di difesa esistenti.





7.5 STIENTA

Nel corso degli ultimi anni in prossimità dell'abitato di Stienta (RO) si è manifestato un profondo cambiamento dell'assetto morfologico del corso d'acqua. In particolare si evidenzia come, in corrispondenza degli stanti 192-201, sia stato realizzato, tra il 1995 ed il 2000, un pennello in sponda sinistra finalizzato all'allontanamento del filone principale di corrente dall'argine in frodo, oggetto in passato di profondi e diffusi fenomeni erosivi di sponda. Tale pennello è stato oggetto nel corso dell'anno 2010 di lavori di manutenzione e ricarica della testa interessata da fenomeni di scalzamento al piede.



Figura 1. Quadro sinottico dell'assetto morfologico del corso d'acqua e degli interventi di regimazione a corrente libera previsti in corrispondenza dell'abitato di Stienta (RO).

L'effettiva funzionalità del pennello è tuttavia andata progressivamente riducendosi nel corso degli ultimi due anni in seguito alla formazione di depositi antistanti il pennello stesso. Detti arenili mantengono il filone principale di corrente lontano dal pennello che pertanto non risulta in esercizio se non per un tratto limitato e solamente in regime di piena. Tale conformazione morfologica concentra inizialmente il filone di corrente principale in battuta sulla sponda destra per poi dirigere lo stesso verso l'argine in froldo in sinistra idrografica con incidenza pressoché ortogonale immediatamente a valle dell'abitato di Stienta. Tale comportamento è inoltre acuito dalla presenza di sempre più estesi e stabili depositi in destra idrografica tra gli st. 203-209 tali da occludere la maggior parte della sezione libera in condizioni di magra.

La conformazione planimetrica ed altimetrica dei depositi ha quindi determinato una forte incisione d'alveo in alcune tratte. Tra gli st. 203-209 sono stati infatti registrati, in condizioni di magra, fondali superiori ai 14 m. in prossimità all'argine in froldo in sinistra idrografica. L'incisione d'alveo risulta inoltre accompagnata da diffusi fenomeni erosivi lungo la scarpata lato fiume, prodromici dell'attivazione di possibili movimenti franosi della sponda stessa e tali da coinvolgere e compromettere la stabilità dell'argine ad essa prospiciente.

D'altro canto la peculiare conformazione morfologica ha determinato la formazione di bassi fondali che impediscono la navigazione. Infatti in corrispondenza del passaggio del filone di corrente dalla sponda destra alla sponda sinistra nel tratto compreso tra i due arenili ed in corrispondenza dell'idrometro di Stienta (dove è anche presente un approdo fluviale in concessione all'Amministrazione comunale di Stienta) si è progressivamente acuita la problematica legata al deposito di sedimenti al fondo tale da limitare in battente idraulico anche a poche decine di centimetri in condizioni di magra.

L'intervento previsto persegue quindi la finalità di favorire una naturale e continua movimentazione dei depositi sabbiosi, l'allontanamento del talweg dall'arginatura maestra in sinistra idraulica ed il contemporaneo mantenimento di un andamento planimetrico regolare del canale navigabile.

L'intervento proposto prevede il prolungamento del pennello esistente per un tratto di circa 200 m. Il prolungamento avverrà mantenendo inalterata la sagoma del pennello con sommità posta a +4,89 m s.m.m. e larghezza pari a 3,00 m. La corretta funzionalità dell'opera è legata alla realizzazione degli interventi previsti a monte (i.e., Ravalle). I pennelli di Ravalle infatti svolgono la funzione di convogliare il filone di corrente in sinistra idraulica e favorire la naturale movimentazione dei depositi posti anteriormente al pennello di Stienta. Solamente in tale condizione infatti il pennello riprenderà a svolgere appieno la propria funzione, il previsto prolungamento dello stesso dovrà peraltro favorire la movimentazione dei depositi in destra idraulica riportando in tal modo l'assetto planimetrico del corso d'acqua in condizioni consone a mantenere il corretto funzionamento delle curve di navigazione ed un'incisione d'alveo (necessaria alla navigazione) in posizione non pericolosa per la sicurezza idraulica delle opere di difesa.

La tipologia costruttiva del previsto prolungamento del pennello prevede:

- lo scavo in alveo per la realizzazione del piano di posa del pennello atto a garantire la stabilità dell'opera anche a fronte delle previste erosioni al piede;
- realizzazione del nucleo del pennello mediante l'annegamento di sacconi in sabbia;
- la posa di ciottoli o pietrame di piccola pezzatura (50/100 kg) a ricoprimento e protezione dei sacconi ed a completamento e sagomatura dell'opera;
- il dragaggio e la movimentazione di parte dei depositi sabbiosi allo scopo di delineare il nuovo assetto del canale navigabile con posizionamento del materiale di risulta a tergo del pennello al fine di favorirne l'azione stabilizzatrice.

8. TEMPI DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE

Per quanto riguarda il tempo utile per dare compiuti i lavori, tenuto conto del tipo di lavorazioni previste e della particolare attrezzatura necessaria per eseguirle, si ritengono congrue le seguenti tempistiche relative a ciascun sito oggetto di intervento:

- CASTELMASSA –, 300 giorni (trecento);
- CALTO –, 600 giorni (seicento);
- GAIBA, 600 giorni (seicento);
- RAVALLE, 300 giorni (trecento);
- STIENTA, 300 giorni (trecento).

questi comprensivi di un 10% di giorni con andamento stagionale sfavorevole relativi sia alle giornate caratterizzate da eventi metereologici avversi, da elevati livelli idrometrici del fiume Po, sia a quelle immediatamente successive a motivo della impraticabilità dei luoghi.

9. UTILIZZO E MANUTENZIONE DELLE OPERE

La tipologia delle opere previste non necessita di nessuna particolare modalità d'utilizzo mentre è necessario una perioda manutenzione per verificarne la perfetta integrità (almeno dopo ogni evento alluvionale di una certa entità).

Va inoltre previsto un costante monitoraggio dei fondali per verificare l'efficacia delle opere predisponendo eventuali attività di movimentazione del materiale qualora si manifestino depositi in zone potenzialmente dannose per la garanzia di navigabilità del corso d'acqua o per la sicurezza idraulica nei territori contermini.

10. ACQUISIZIONE DI AREE O IMMOBILI

Le aree oggetto di intervento si collocano interamente all'interno di terreni intestati catastalmente a "DEMANIO PUBBLICO DELLO STATO OPERE IDRAULICHE DI 2^ CATEGORIA".

Tale classificazione è conforme per quanto concerne:

- le aree oggetto di realizzazione dei nuovi pennelli;
- le aree oggetto di intervento manutentivo della difesa arginale lato fiume;
- le aree individuate per la movimentazione del materiale litoide deposito mediante scavo e/o dragaggio.

Per quanto concerne le vie di accesso alla zona d'intervento ed interessate dal transito dei mezzi d'opera nonché dei mezzi di approvvigionamento dei materiali in cantiere potrà rilevarsi la necessità operativa di utilizzare parzialmente aree private oltre a vie di comunicazione pubbliche ed aree demaniali (i.e., sommità arginale). Alla luce di questo è stato previsto di accantonare tra le somme a disposizione della P.A. i fondi per il pagamento degli oneri di occupazione temporanea. La localizzazione nonché la quantificazione delle aree interessate sarà puntualmente dettagliata nelle successive fasi progettuali.

11. PROCEDURE AUTORIZZATIVE AMBIENTALI

Ai sensi dei combinati disposti della L 29/11/1990 n° 380 e del D.lgs 152/2006 le opere “...di sistemazione e di ricalibratura del fiume Po...” sono soggette a Valutazione di Impatto Ambientale e Valutazione di Incidenza (procedura da includere nella procedura di VIA) che, nella fattispecie, vede AlPo come soggetto proponente e la Regione Veneto quale Autorità Competente.

La VIA sostituirà ogni altro atto autorizzativo.

12. QUADRO ECONOMICO

Il quadro economico risultante dalla perizia è il seguente:

A	IMPORTO TOTALE DEI LAVORI	€ 10.480.311,71
---	---------------------------	-----------------

B	ONERI PER LA SICUREZZA (non soggetto a ribasso d'asta):	€ 209.606,23
---	---	--------------

Importo Totale netto a base d'asta A+B:

IMPORTO TOTALE LAVORI ED ONERI SICUREZZA	€ 10.689.917,94
--	------------------------

C) Somme a disposizione della stazione appaltante (Iva inclusa) per:

1)	Incentivo di cui all' art. 93 D.lgs. 163/2006 e ss. mm. (2% di A + B)	€ 213.798,36
2)	Modello matematico	€ 90.279,14
3)	Indagini geognostiche e rilievi topografici ecc.	€ 100.000,00
4)	Spese tecniche, collaudi, coordinamento sicurezza, ecc.	€ 1.200.000,00
5)	Spese per pubblicità e appalti	€ 80.222,61
6)	Assicurazione progettisti	€ 15.000,00
7)	Assicurazione verificatori interni	€ 19.000,00
8)	Imprevisti e lavori in economia non previsti in progetto	€ 240.000,00
9)	IVA al 22% su A + B	€ 2.351.781,95
Totale somme a disposizione (Iva inclusa)		€ 4.310.082,06
Sommano A + B + C		€ 15.000.000,00