



AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO
PARMA

ATTIVITÀ DI PIANIFICAZIONE DEL BACINO DEL FIUME PO

SOTTOPROGETTO SP 1.4

Rete idrografica minore naturale e artificiale

MONOGRAFIA DEL FIUME GRANA-MELLEA

Rapporto Tecnico

APPENDICE – VOL. IV

INDICE

VOLUME I

- **Allegati al Capitolo 2: “CARATTERIZZAZIONE GEOMETRICA, GEOMORFOLOGICA ED IDRAULICA DEL RETICOLO IDROGRAFICO E DELLE AREE SOGGETTE AD ALLAGAMENTO”**
 - 2.A Schede di caratterizzazione dei tratti fluviali omogenei
 - 2.B Schede sintetiche di caratterizzazione dei sottotratti fluviali omogenei
 - 2.C Schede di caratterizzazione morfometrica
 - 2.D Schede descrittive di caratterizzazione dei sottotratti fluviali omogenei
- **Allegati al Capitolo 3: “CATASTO DELLE OPERE IDRAULICHE”**
 - 3.A Schede del catasto

VOLUME II

- **Allegati al Capitolo 4: “AGGIORNAMENTO E SISTEMATIZZAZIONE DELLA IDROLOGIA DI PIENA”**
 - 4.A Idrogrammi stimati (forma tabulare)
- **Allegati al Capitolo 5: “VALUTAZIONE DEL PERICOLO ATTUALE DI ESONDAZIONE”**
 - 5.A Risultati delle simulazioni idrodinamiche
 - 5.B Profili schematici di corrente
- **Allegati al Capitolo 8: “DELIMITAZIONE DELLE FASCE FLUVIALI PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO”**
 - 8.A Franco idraulico, altezza di sormonto e stima del rigurgito in corrispondenza dei manufatti di attraversamento

VOLUME III

- **Allegati al Capitolo 6: “CARATTERISTICHE SOCIO – ECONOMICHE DELLE AREE SOGGETTE AD ESONDAZIONE”**
 - 6.A Elenco dei comuni interessati dai fenomeni alluvionali del Fiume Grana-mellea
 - 6.B Legenda Corine land cover
- **Allegati al Capitolo 7: “CENSIMENTO DELLE EMERGENZE STORICO – CULTURALI, NATURALISTICHE ED AMBIENTALI”**

- 7.A Schede di caratterizzazione delle emergenze naturalistiche areali
- 7.B Schede di gerarchizzazione delle emergenze naturalistiche areali

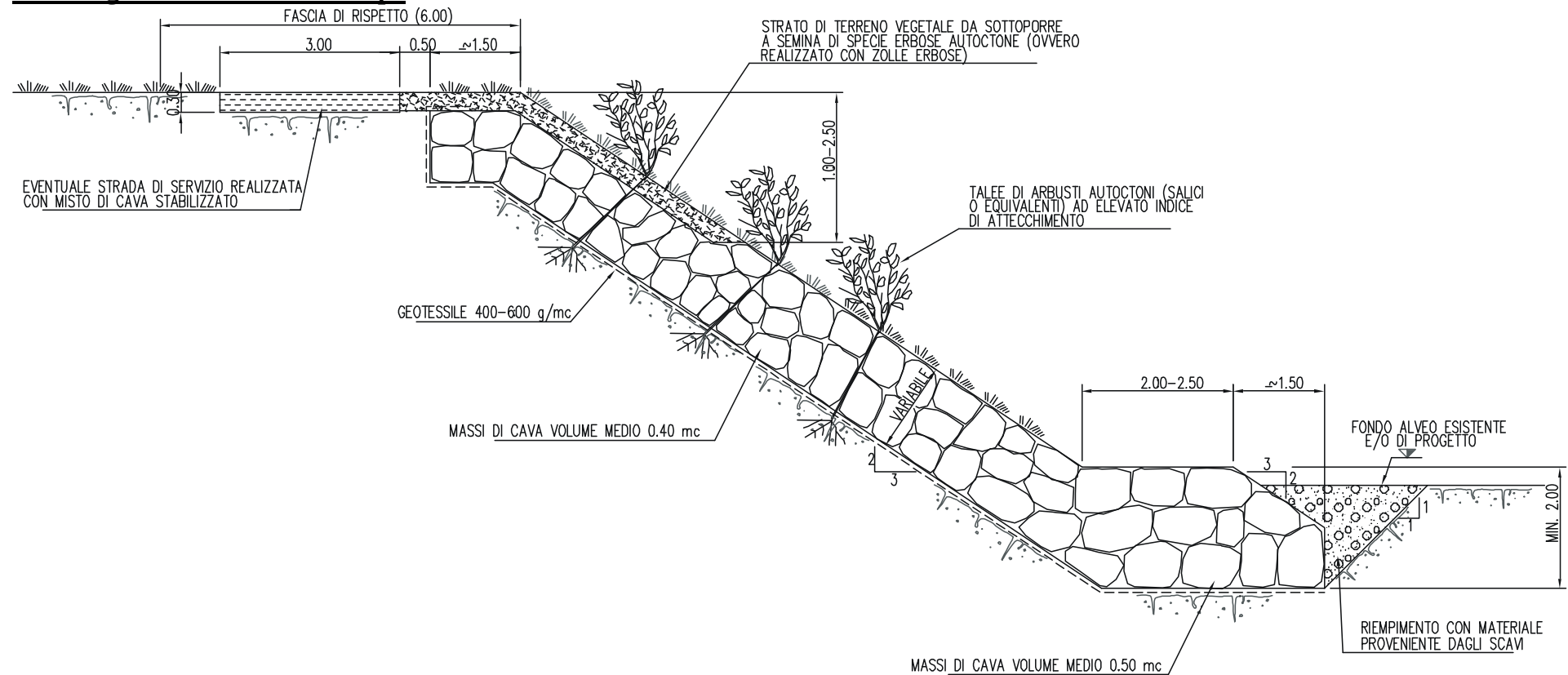
VOLUME IV

- **QUADERNO DELLE OPERE TIPO**

“QUADERNO DELLE OPERE TIPO”

Tipologia A.1: scogliera in massi di cava per rivestimento spondale

Schema grafico dell'intervento tipo



Descrizione dell'intervento tipo

Generalmente si ricorre a tale tipologia quando necessita proteggere infrastrutture importanti quali nuclei abitati, strade, ferrovie ecc. e sia richiesta una difesa di sponda in grado di resistere a sollecitazioni elevate.

La difesa radente ottimale si presenterà strutturata mediante le seguenti componenti essenziali:

- rivestimento della sponda mediante una massicciata costituita da massi a spigoli vivi di pietra granitica o silicea (non geliva) di pezzatura media non inferiore a $0,4 \text{ m}^3$ e peso superiore a 1000 kg e comunque conforme alla forza di trascinamento della corrente;
- geotessile di peso 400 g/m^2 con funzione strutturale di ripartizione dei carichi e di contenimento del materiale più sottostante all'azione erosiva;
- piede di fondazione sufficientemente robusto per garantire all'opera la necessaria flessibilità in caso di possibili fenomeni di scalzamento.

La massicciata verrà realizzata, previa la predisposizione del piano di appoggio regolarizzato e la stesa del geotessile, secondo una pendenza non superiore a $2/3$ e per uno spessore di circa 1,50 m.

Fra i singoli massi andranno infisse talee di specie arbustive autoctone (salici ecc.) di facile attecchimento. Per fare questo si renderà necessario predisporre fra i massi alcune "fioriere" intasate di sabbia e terreno agrario, praticando dei fori in corrispondenza dei punti di contatto tra i massi e ricavando opportune asole nel sottostante telo di geotessile.

Nella porzione superiore della massicciata, che verrà estesa generalmente fino alla sommità della sponda (semprechè i livelli idrici in piena ne interessino l'intera altezza), i massi andranno ricoperti con terreno agrario che verrà successivamente piantumato.

Il contenimento del terreno agrario sopra gli interstizi fra i massi verrà affidato ad un telo di stuoia vegetale (biostuoia) che, una volta esaurita la fase del radicamento degli arbusti, scomparirà per degradazione biologica.

In sommità della difesa è previsto un immorsamento di circa 1,50 m della massicciata, quindi l'eventuale realizzazione di una strada di servizio di larghezza 3,00 m costituita da un cassonetto di spessore 30 cm di misto di cava stabilizzato.

Si prevede in ogni caso di destinare una fascia di rispetto di 6,00 m a partire dal ciglio della sponda difesa.

Il piede della difesa verrà immorsato per almeno $1,50 \div 2,00$ m rispetto alla quota di fondo alveo e comunque ad una profondità compatibile con gli effetti di scalzamento prevedibili; lo spessore minimo dovrà essere di 2,00 m e l'estensione a fiume pari almeno a $3,50 \div 4,00$ m, in modo da costituire una sezione media di circa $8,00 \text{ m}^2/\text{m}$ (eventualmente più grande in funzione delle necessità calcolate).

E' da escludere il ricorso ai prismi cubici in calcestruzzo in sostituzione dei massi.

Costo unitario indicativo dell'intervento tipo (H = 3.0 m)

| <i>Descrizione Lavori</i> | <i>Quantità</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Costo unitario</i> | <i>Importo</i> |
|-------------------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|----------------|
| Scavo di sbancamento | 10.00 | mc | 3.10 | 31.00 |
| Scavo di fondazione | 8.00 | mc | 4.13 | 33.04 |
| Massi | 17.00 | mc | 41.32 | 702.44 |
| Geotessile | 12.00 | mq | 3.36 | 40.32 |
| Talee di arbusti (4 talee/mq) | 40.00 | n | 1.55 | 62.00 |
| Strada di servizio | 3.00 | mq | 14.46 | 43.38 |
| terreno vegetale (sp. 30 cm) | 7.00 | mq | 4.65 | 32.55 |
| Semina | 7.00 | mq | 1.29 | 9.03 |

Totale *€/m lineare* 953.76
Prezzo di applicazione *€/m lineare* **950.00**

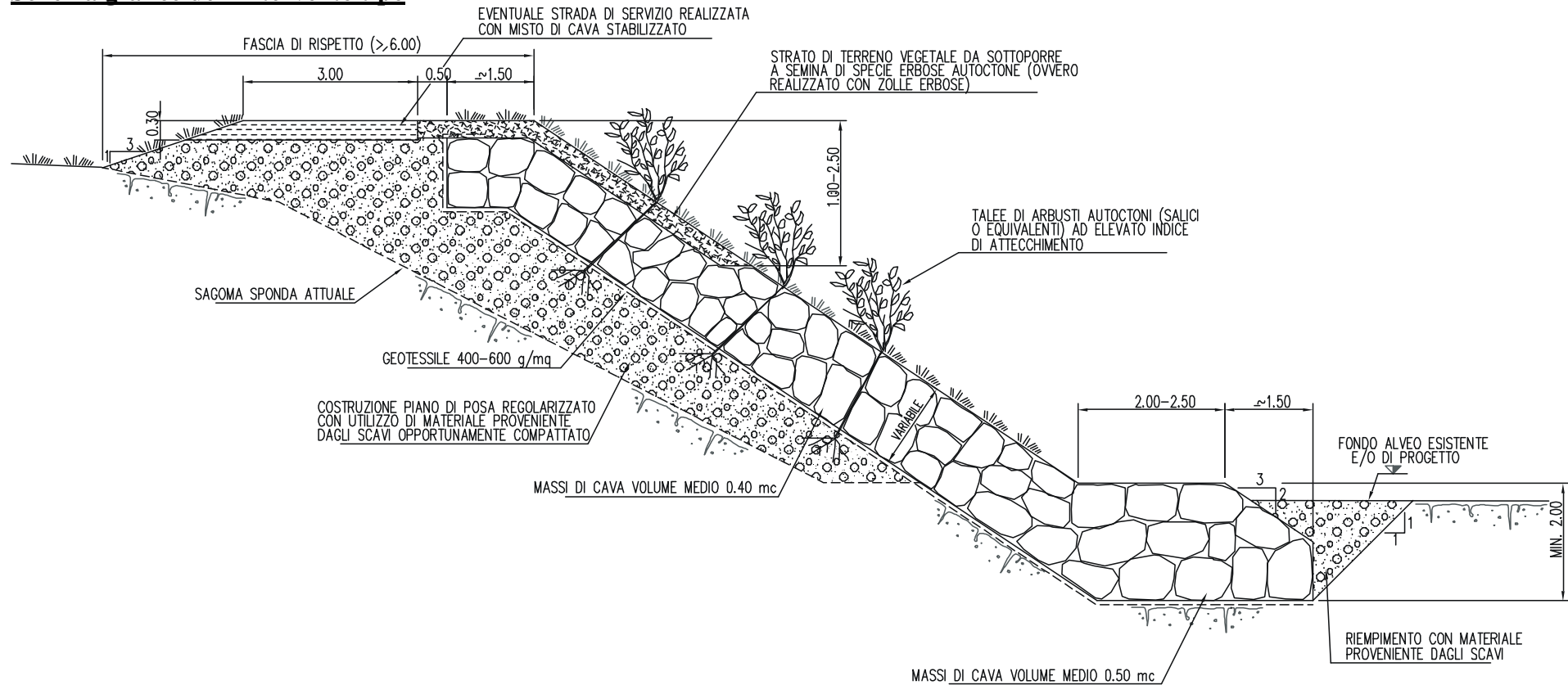
Costo unitario indicativo dell'intervento tipo (H = 4.0 m)

| <i>Descrizione Lavori</i> | <i>Quantità</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Costo unitario</i> | <i>Importo</i> |
|-------------------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|----------------|
| Scavo di sbancamento | 10.00 | mc | 3.10 | 31.00 |
| Scavo di fondazione | 8.00 | mc | 4.13 | 33.04 |
| Massi | 21.00 | mc | 41.32 | 867.72 |
| Geotessile | 15.00 | mq | 3.36 | 50.40 |
| Talee di arbusti (4 talee/mq) | 40.00 | n | 1.55 | 62.00 |
| Strada di servizio | 3.00 | mq | 14.46 | 43.38 |
| terreno vegetale (sp. 30 cm) | 7.00 | mq | 4.65 | 32.55 |
| Semina | 7.00 | mq | 1.29 | 9.03 |

Totale *€/m lineare* 1129.12
Prezzo di applicazione *€/m lineare* **1150.00**

Tipologia A.2: difesa in massi ad una fronte (con ricostituzione di sponda in avanzamento)

Schema grafico dell'intervento tipo



Descrizione dell'intervento tipo

L'opera è del tutto simile a quella descritta in precedenza per ciò che riguarda il piede di fondazione e la configurazione della massicciata spondale. Si differenzia invece per il tipo di applicazione: in questo caso si tratta di sponde in arretramento perché erose, ovvero di opere o primate esistenti e dissestate; in tutti i casi occorre riconfigurare la sponda mediante il riporto ed il compattamento di materiale al fine di ripristinare una linea di sponda regolare ed in posizione corretta con le esigenze di funzionalità idraulica riscontrate.

A tale riguardo il telo di geotessile verrà disposto immediatamente al di sotto della massicciata, ferme restando tutte le indicazioni riguardo all'esigenza di prevedere delle asole per l'innesto delle talee, già illustrate ai capitoli precedenti.

Nei casi di sponda in erosione, la formazione del rilevato necessario a portare la linea di scarpata nella sua configurazione finale, richiederà di praticare un'opportuna serie di gradonature sul profilo esistente per meglio consentire l'immorsamento e la compattazione dei nuovi strati di materiale.

Costo unitario indicativo dell'intervento tipo (H = 3.0 m)

| <i>Descrizione Lavori</i> | <i>Quantità</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Costo unitario</i> | <i>Importo</i> |
|--------------------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|----------------|
| Scavo di sbancamento | 2.00 | mc | 3.10 | 6.20 |
| Scavo di fondazione | 10.00 | mc | 4.13 | 41.30 |
| Riempimento e regolarizzazione | 10.00 | mc | 1.03 | 10.30 |
| Massi | 17.00 | mc | 41.32 | 702.44 |
| Geotessile | 12.00 | mq | 3.36 | 40.32 |
| Talee di arbusti (4 talee/mq) | 28.00 | n | 1.55 | 43.40 |
| Strada di servizio | 3.00 | mq | 14.46 | 43.38 |
| terreno vegetale (sp. 30 cm) | 7.00 | mq | 4.65 | 32.55 |
| Semina | 7.00 | mq | 1.29 | 9.03 |

Totale *€/m lineare* 928.92

Prezzo di applicazione *€/m lineare* **950.00**

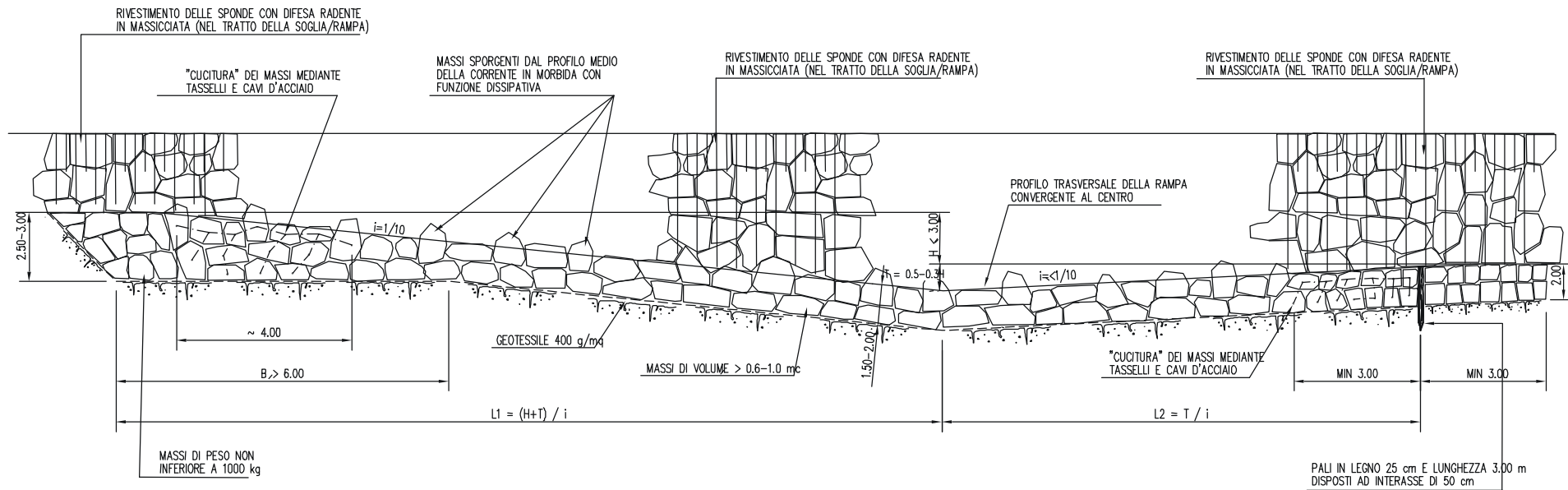
Costo unitario indicativo dell'intervento tipo (H = 4.0 m)

| <i>Descrizione Lavori</i> | <i>Quantità</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Costo unitario</i> | <i>Importo</i> |
|--------------------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|----------------|
| Scavo di sbancamento | 2.00 | mc | 3.10 | 6.20 |
| Scavo di fondazione | 10.00 | mc | 4.13 | 41.30 |
| Riempimento e regolarizzazione | 10.00 | mc | 1.03 | 10.30 |
| Massi | 20.00 | mc | 41.32 | 826.40 |
| Geotessile | 15.00 | mq | 3.36 | 50.40 |
| Talee di arbusti (4 talee/mq) | 28.00 | n | 1.55 | 43.40 |
| Strada di servizio | 3.00 | mq | 14.46 | 43.38 |
| terreno vegetale (sp. 30 cm) | 7.00 | mq | 4.65 | 32.55 |
| Semina | 7.00 | mq | 1.29 | 9.03 |

Totale €/*m lineare* 1062.96
Prezzo di applicazione €/*m lineare* **1100.00**

Tipologia A.3: briglia realizzata tramite scivolo in massi

Schema grafico dell'intervento tipo



Descrizione dell'intervento tipo

Tali opere trovano applicazione nei casi in cui necessiti mantenere fissa una quota del profilo di fondo in alvei che denotano una marcata tendenza all'abbassamento di fondo con coinvolgimento di importanti strutture quali fondazioni di ponti, briglie, opere di captazione idrica ecc.

La tecnologia più consigliata comporta la realizzazione d'una soglia con rampa in massi non cementati (di volume medio $\geq 0,6 \div 1,0 \text{ m}^3$ in funzione delle velocità di corrente).

I massi potranno venire collegati mediante la tecnica dell'infissione di barre d'acciaio saldate con malta antiritiro e legatura con trefoli d'acciaio. La resistenza alla dislocazione diverrà perciò quella della struttura complessiva.

Nel caso di lunghezze elevate, la rampa potrà essere interrotta da setti realizzati con paratie di pali. A tale riguardo verranno utilizzati pali di legno di diametro $\geq 25 \text{ cm}$, lunghezza 3,0 m disposti ad interasse di 50 cm.

Le soglie realizzate con tale tecnologia risultano efficaci quando si sia avuto cura di provvedere ai seguenti accorgimenti:

- disposizione irregolare dei massi;
- realizzazione d'una pendenza della rampa inferiore al 12÷13%;
- disposizione dei massi tale da configurare una scabrezza pari a 0,3÷0,5 volte il diametro medio equivalente dei massi utilizzati;
- predisposizione d'una zona di transizione a valle soglia in leggera contropendenza;
- posa dei massi su uno strato filtrante costituito generalmente da un geotessile di peso 400 g/m^2 ;
- conferimento al profilo di soglia d'una leggera pendenza verso il centro alveo;
- protezione spondale sui due lati della soglia con impiego di massicciate;
- adozione di paratie di pali in legno a contenimento del piede di valle;
- adozione di massi di varia dimensione in modo da costituire un ambiente variato.

I massi verranno posati su un piano di posa regolarizzato previa la stesa di un geotessile di peso 400 g/m^2 .

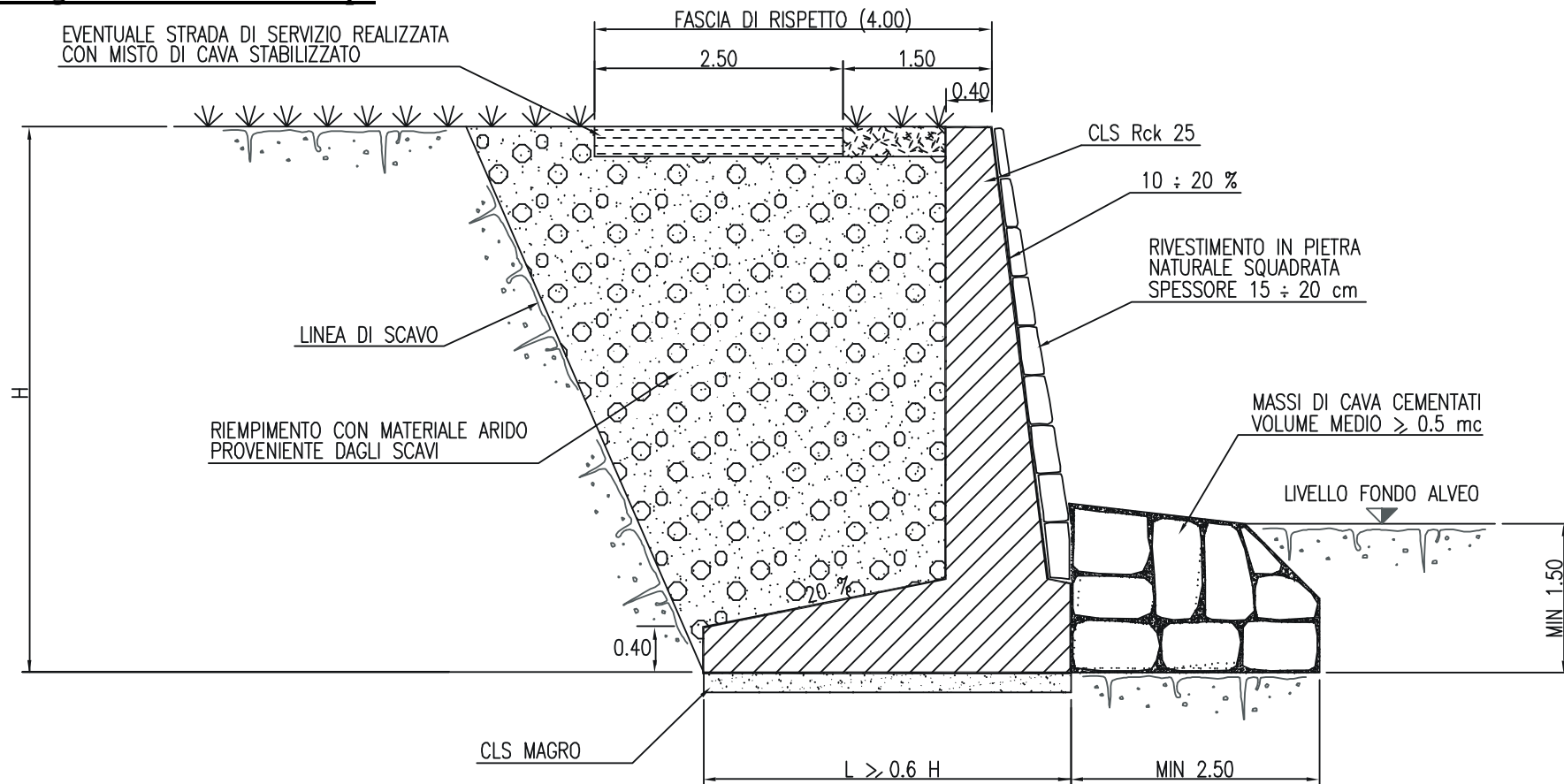
Costo unitario indicativo dell'intervento tipo (larghezza =40 m; altezza salto = 3 m; altezza sponde = 4 m)

| <i>Descrizione Lavori</i> | <i>Quantità</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Costo unitario</i> | <i>Importo</i> |
|---------------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|----------------|
| Scavo di sbancamento | 4410.00 | mc | 3.10 | 13671.00 |
| Massi | 3265.00 | mc | 41.32 | 134909.80 |
| Pali in legno | 12.00 | mc | 154.94 | 1859.28 |
| Geotessile | 2620.00 | m ² | 3.36 | 8803.20 |
| Difesa in sponda sinistra | 66.00 | m | 1128.97 | 74512.02 |
| Difesa in sponda destra | 66.00 | m | 1128.97 | 74512.02 |

Totale €/*m lineare* 308267.32
Prezzo di applicazione €/*m lineare* **308300.00**

Tipologia B.1: muro in cemento armato rivestito in pietra naturale

Schema grafico dell'intervento tipo



Descrizione dell'intervento tipo

L'opera andrà realizzata solo in quei casi per i quali la presenza di fabbricati o infrastrutture viarie o ferroviarie esistenti impedisce l'occupazione di spazi più adeguati.

Occorrerà prevedere uno zatterone di fondazione di dimensioni adeguate, eventualmente impostato su una doppia fila di pali laddove le caratteristiche geotecniche dei terreni non consentono l'impiego di semplici fondazioni dirette.

Il paramento lato fiume del muro andrà rivestito con lastre di pietra naturale squadrate, opportunamente fissate alla struttura sottostante e di spessore crescente procedendo dalla sommità verso il fondo per contrastare l'effetto della corrente.

Al piede il muro andrà protetto, laddove necessario per i prevedibili effetti di scaldamento localizzato, con una scogliera in massi di cava cementati di larghezza minima 2,50 m.

Anche in questo caso occorrerà disporre una fascia di rispetto di almeno 4,0 m ed eventualmente realizzare una strada di servizio di larghezza $\geq 2,50$ m.

Costo unitario indicativo dell'intervento tipo (H = 3.0 m)

| <i>Descrizione Lavori</i> | <i>Quantità</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Costo unitario</i> | <i>Importo</i> |
|---|-----------------|------------------------|-----------------------|----------------|
| Scavo di sbancamento | 10.00 | mc | 3.10 | 31.00 |
| Scavo di fondazione | 5.00 | mc | 4.13 | 20.65 |
| Riempimento e regolarizzazione Massi | 9.00 | mc | 1.03 | 9.27 |
| Strada di servizio | 6.00 | mc | 41.32 | 247.92 |
| Calcestruzzo per muro in elev. | 2.50 | mq | 14.46 | 36.15 |
| Casseforme | 8.00 | mc | 67.14 | 537.12 |
| Armature | 9.00 | mq | 16.53 | 148.77 |
| Rivestimento in pietra naturale | 640.00 | kg | 0.72 | 460.8 |
| | 0.40 | mc | 103.29 | 41.316 |

Totale *€/m lineare* 1533.00
Prezzo di applicazione *€/m lineare* **1550.00**

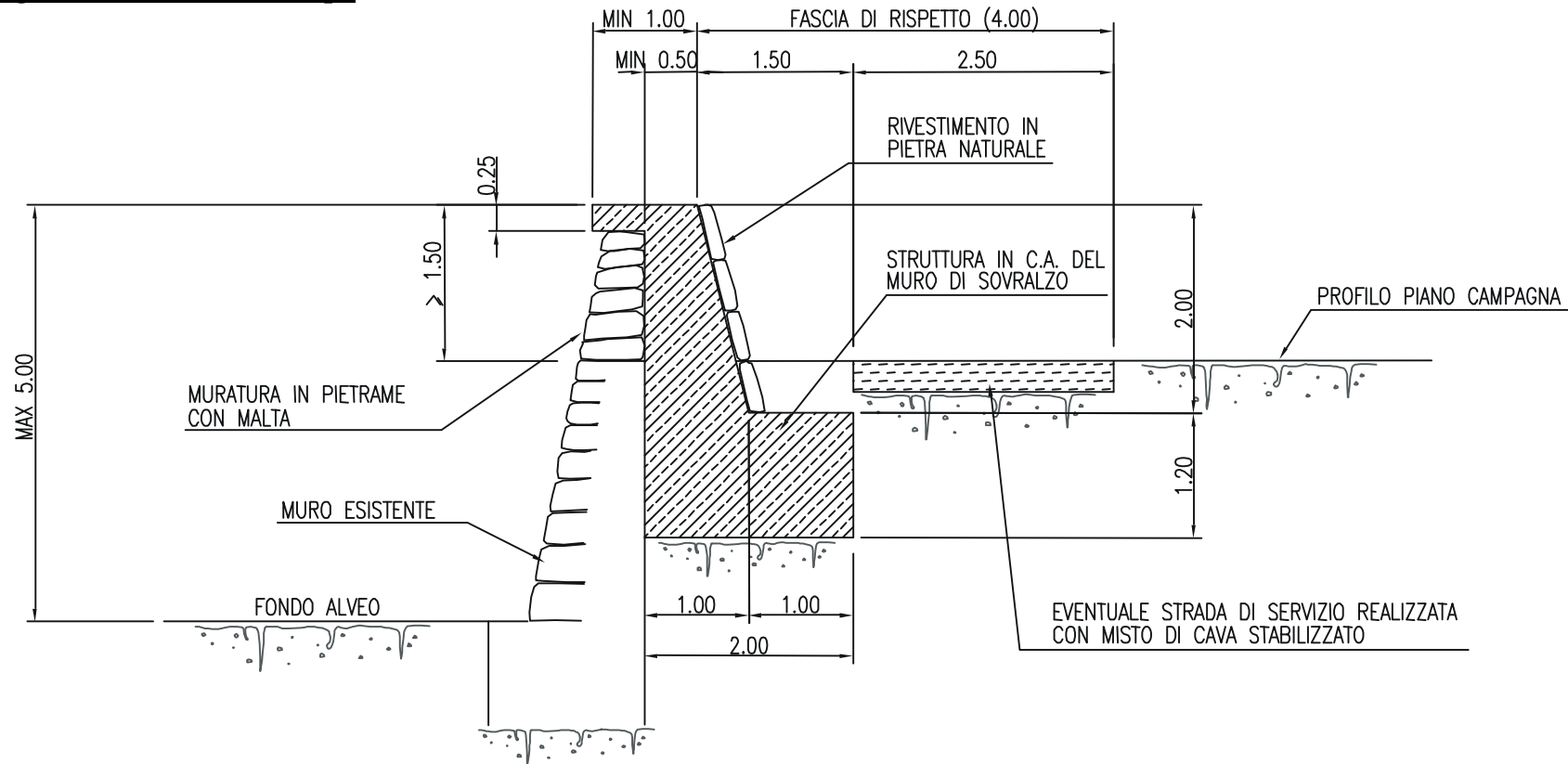
Costo unitario indicativo dell'intervento tipo (H = 5.0 m)

| <i>Descrizione Lavori</i> | <i>Quantità</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Costo unitario</i> | <i>Importo</i> |
|---|-----------------|------------------------|-----------------------|----------------|
| Scavo di sbancamento | 16.00 | mc | 3.10 | 49.60 |
| Scavo di fondazione | 5.00 | mc | 4.13 | 20.65 |
| Riempimento e regolarizzazione Massi | 14.00 | mc | 1.03 | 14.42 |
| Strada di servizio | 8.00 | mc | 41.32 | 330.56 |
| Calcestruzzo per muro in elev. | 2.50 | mq | 14.46 | 36.15 |
| Casseforme | 12.00 | mc | 67.14 | 805.68 |
| Armature | 14.00 | mq | 16.53 | 231.42 |
| Rivestimento in pietra naturale | 960.00 | kg | 0.72 | 691.2 |
| | 0.75 | mc | 103.29 | 77.4675 |

Totale *€/m lineare* 2257.15

Tipologia B.2: adeguamento in quota muro d'argine esistente

Schema grafico dell'intervento tipo



Descrizione dell'intervento tipo

L'intervento andrà applicato nei casi per i quali si rende necessario un innalzamento non superiore a 1,50 m ed evidentemente non si disponga di spazi più ampi per adottare altre tipologie di difesa.

La struttura di sovralzò verrà realizzata con un muro in cemento armato a tergo dell'opera esistente, che andrà eventualmente consolidata se le verifiche di stabilità o dello stato di conservazione della stessa ne dimostrassero condizioni di ammaloramento strutturale.

Nella parte a fiume il rialzo avrà una funzione puramente estetica e verrà realizzato con una muratura in pietrame (del tipo di quello esistente) intasato con malta.

Occorrerà disporre una fascia di rispetto di almeno 4,0 m a partire dal ciglio superiore interno del muro.

Si prevede inoltre di realizzare, ovunque lo spazio disponibile lo consenta, una strada di servizio di larghezza non inferiore a 2,50 m costituita da un cassonetto di spessore 30 cm in misto di cava stabilizzato (semprechè l'intera fascia a tergo del muro non venga pavimentata in asfalto per la possibile presenza di fabbricati a ridosso della sponda).

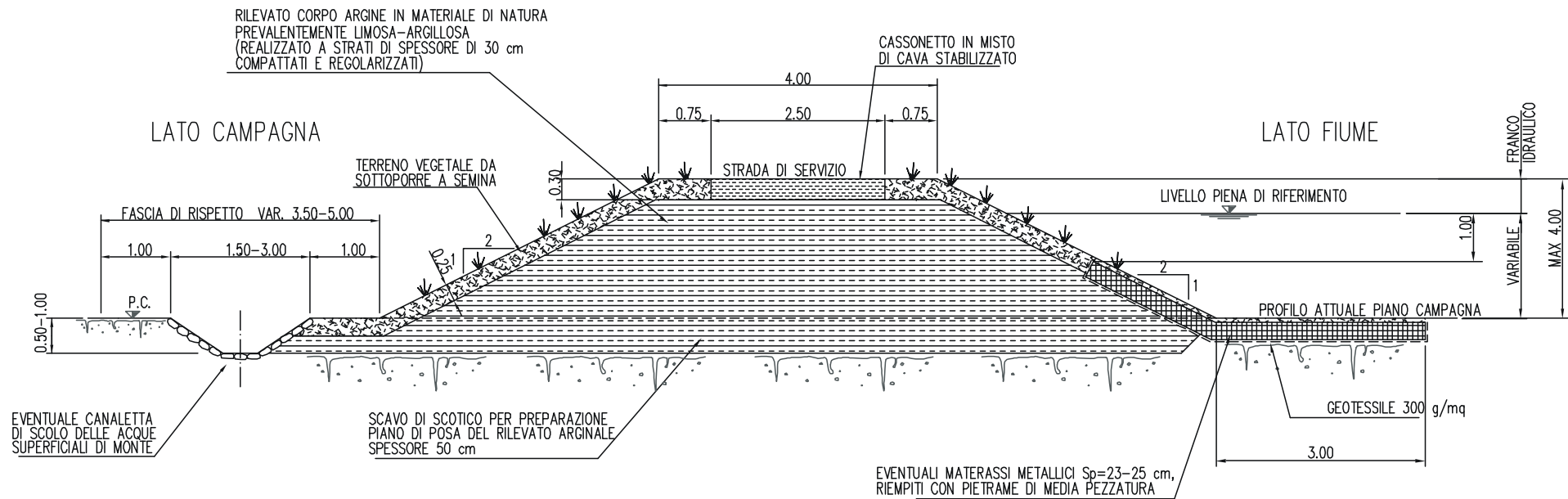
Costo unitario indicativo dell'intervento tipo

| <i>Descrizione Lavori</i> | <i>Quantità</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Costo unitario</i> | <i>Importo</i> |
|---------------------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|----------------|
| Scavo di fondazione | 6.00 | mc | 4.13 | 24.78 |
| Strada di servizio | 2.50 | mq | 14.46 | 36.15 |
| Calcestruzzo per muro in elev. | 4.00 | mc | 67.14 | 268.56 |
| Casseforme | 4.00 | mq | 16.53 | 66.12 |
| Armature | 240.00 | kg | 0.72 | 172.8 |
| Rivestimento in pietra naturale | 1.20 | mc | 103.29 | 123.948 |

| | | |
|-------------------------------|--------------------|---------------|
| <i>Totale</i> | <i>€/m lineare</i> | 692.36 |
| <i>Prezzo di applicazione</i> | <i>€/m lineare</i> | 700.00 |

Tipologia B.3: realizzazione nuovo argine (H = 4.0 m)

Schema grafico dell'intervento tipo



Descrizione dell'intervento tipo

L'opera, in questo caso di nuova realizzazione, avrà tipologia e conformazione simili a quanto descritto per il caso precedente. Si ritiene utile, inoltre, fornire alcune indicazioni circa la scelta più opportuna del tracciato da adottare, in particolare:

- tenere in debito conto la necessità di evitare il ricorso a linee geometriche troppo rigide, sempre nel rispetto di una corretta funzionalità idraulica dell'opera;
- favorire un adeguato rinverdimento dell'opera al fine di garantire un corretto ed impercettibile inserimento nell'ambiente fluviale;
- favorire linee di tracciato che riducano il più possibile l'attraversamento di paleoalvei, lanche o depressioni avendo cura di rinforzare, in tali casi, la funzionalità strutturale e idraulica dell'argine attraverso protezioni o setti di impermeabilizzazione;
- evitare, laddove possibile, l'ubicazione del rilevato nelle immediate vicinanze delle sponde fluviali.

Nel caso in cui l'argine si trovi a diretto contatto con la corrente e sia sottoposto ad un'azione erosiva apprezzabile, occorrerà rivestire il paramento a fiume mediante la posa di un materiale che ne preservi la stabilità nel tempo. Si propone di adottare un materasso metallico tipo "Reno" di spessore 23÷25 cm posato sulla scarpata (inclinata 1/2) fino ad una quota di 1,0 m inferiore rispetto al livello della piena di riferimento e risvoltato al piede sul piano campagna per una larghezza di almeno 3,0 m.

Il materasso poggerà su un geotessile di peso 300 g/m² e verrà ricoperto con uno strato di terreno vegetale inerbito che ne favorirà il rinverdimento.

Il rivestimento verrà dotato di finestre di forma quadrata (1,00 x 1,00 m) disposte in ordine casuale che consentano la nidificazione di alcune specie dell'avifauna. Su tali porzioni di superficie si avrà cura di interrompere il telo di geotessile.

Anche in questo caso verrà adottata una sagoma arginale di forma trapezia semplice per rilevati di altezza non superiore a 4,0 m: per altezze maggiori occorrerà prevedere una berma lato monte, di forma e tipologia analoga a quella descritta al successivo capitolo 4.4.

Si prevede di destinare sul lato di monte una fascia di rispetto di larghezza non inferiore a 3,50 m e comunque estesa di 1,00 m oltre il limite definito dall'eventuale canaletta di drenaggio.

Costo unitario indicativo dell'intervento tipo (H = 2.0 m)

| <i>Descrizione Lavori</i> | <i>Quantità</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Costo unitario</i> | <i>Importo</i> |
|---------------------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|----------------|
| Scavo di scotico | 18.00 | mc | 3.1 | 55.8 |
| Corpo arginale | 16.00 | mc | 7.75 | 124 |
| Sistemazione e regolarizzazione | 16.00 | mc | 1.03 | 16.48 |
| Strada di servizio | 2.50 | mq | 14.46 | 36.15 |
| Terreno vegetale (sp. 30 cm) | 9.00 | mq | 4.65 | 41.85 |
| Semina | 9.00 | mq | 1.29 | 11.61 |

Totale €/*m lineare* 285.89
Prezzo di applicazione €/*m lineare* **300.00**

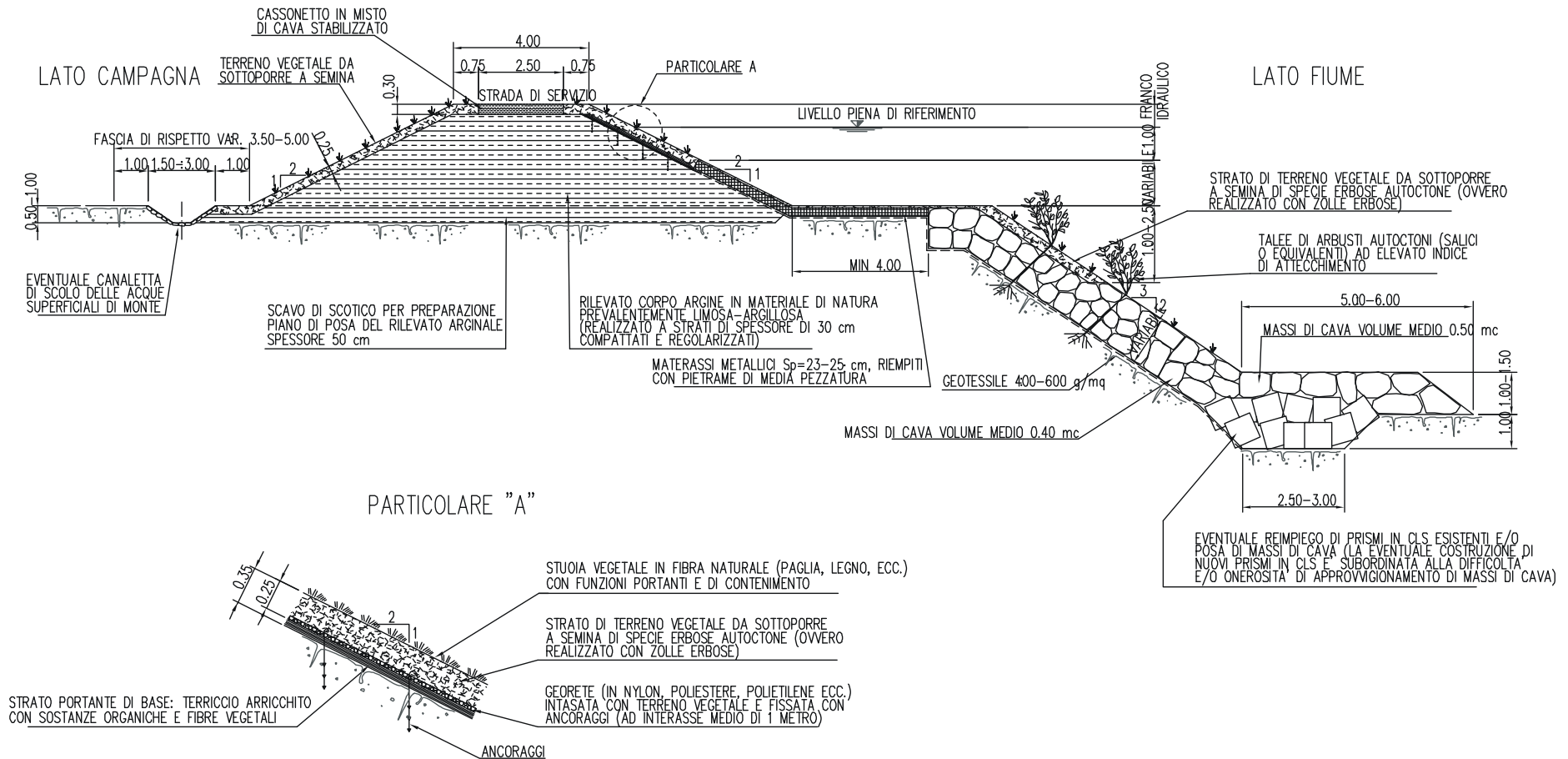
Costo unitario indicativo dell'intervento tipo (H = 4.0 m)

| <i>Descrizione Lavori</i> | <i>Quantità</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Costo unitario</i> | <i>Importo</i> |
|---------------------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|----------------|
| Scavo di scotico | 26.00 | mc | 3.1 | 80.6 |
| Corpo arginale | 52.00 | mc | 7.75 | 403 |
| Sistemazione e regolarizzazione | 52.00 | mc | 1.03 | 53.56 |
| Strada di servizio | 2.50 | mq | 14.46 | 36.15 |
| Terreno vegetale (sp. 30 cm) | 16.00 | mq | 4.65 | 74.4 |
| Semina | 16.00 | mq | 1.29 | 20.64 |

Totale €/*m lineare* 668.35
Prezzo di applicazione €/*m lineare* **700.00**

Tipologia B.4: realizzazione nuovo argine in froldo con protezione di sponda in materassi metallici e difesa al piede in massi di cava

Schema grafico dell'intervento tipo



Descrizione dell'intervento tipo

Nei casi in cui si proceda alla realizzazione o l'adeguamento/ripristino di un argine in frodo, sarà necessario prevederne la protezione del paramento a fiume sia dall'azione erosiva che dallo scalzamento localizzato.

A tale riguardo si propone di realizzare al piede una difesa spondale sufficientemente robusta da garantire nel tempo la stabilità strutturale dell'argine.

Una possibile soluzione è costituita dalla scogliera di massi di cava che potrà essere strutturata mediante:

- il rivestimento della sponda mediante una massicciata costituita da massi a spigoli vivi di pietra granitica o silicea (non geliva) di pezzatura media non inferiore a $0,4 \text{ m}^3$ e peso superiore a 1000 kg e comunque conforme alla forza di trascinamento della corrente;
- geotessile di peso 400 g/m^2 con funzione strutturale di ripartizione dei carichi e di contenimento del materiale più sottostante all'azione erosiva;
- piede di fondazione sufficientemente robusto per garantire all'opera la necessaria flessibilità in caso di possibili fenomeni di scalzamento .

La massicciata verrà realizzata, previa la predisposizione del piano di appoggio regolarizzato e la stesa del geotessile, secondo una pendenza non superiore a $2/3$ e per uno spessore di circa 1,50 m.

Fra i singoli massi andranno infisse talee di specie arbustive autoctone (salici ecc.) di facile attecchimento. Per fare questo si renderà necessario predisporre fra ai massi alcune "fioriere" intasate di sabbia e terreno agrario praticando dei fori in corrispondenza dei punti di contatto tra i massi e ricavando opportune asole nel sottostante telo di geotessile.

Nella porzione superiore della massicciata, che verrà estesa generalmente fino alla sommità della sponda i massi andranno ricoperti con terreno agrario che verrà successivamente piantumato.

Il contenimento del terreno agrario sopra gli interstizi fra i massi verrà affidato ad un telo di stuoia vegetale (biostuoia) che, una volta esaurita la fase del radicamento degli arbusti, scomparirà per degradazione biologica.

Il piede della difesa avrà profilo d'estradosso superiore orizzontale e sarà collocato mediamente 1,0 m al di sotto della quota di fondo alveo medio inciso in condizioni d'equilibrio. L'altezza del piede sarà correlata alla profondità di massimo scalzamento operabile dalla corrente: sarà buona norma non scendere mai al di sotto di 2,5 m e farlo poggiare su una superficie preferibilmente regolarizzata.

Per la realizzazione dell'elemento di fondazione è previsto l'utilizzo di massi di maggiori dimensioni (volume medio $0,5 \text{ m}^3$) che andranno disposti in modo da costituire una sezione media di circa 10 m^2 , estesa $5,00 \div 6,00 \text{ m}$ verso fiume a partire dal piede della sponda.

E' da escludere il ricorso ai prismi cubici in calcestruzzo in sostituzione dei massi; l'eventuale loro utilizzo andrà previsto nei casi di reimpiego di elementi già presenti sotto forma di vecchie difese dismesse e verrà limitato alle porzioni di difesa sommerse e più profonde.

In sommità della difesa è previsto un immorsamento di circa 1,50 m della massicciata, quindi la posa di un materasso metallico tipo “Reno” di spessore 23÷25 cm (previa la stesa del geotessile sopradescritto) esteso, oltrechè sulla berma così costituita, lungo la scarpata del rilevato fino ad un'altezza di 1,0 m inferiore al livello idrico corrispondente alla piena di riferimento.

Si realizzerà in tal modo una berma di separazione tra l'argine e la difesa, di larghezza minima pari a 4,0 m.

Nella parte più superiore della scarpata dell'argine, prevista di inclinazione 1/2, dove la funzione antierosiva sarà minore pur risultando ancora significativa, si potrà fare ricorso ad un pacchetto di strati (di materiali vivi ed inerti) fissato con opportuni ancoraggi permanenti e costituito da (procedendo dal basso in alto):

- a) uno strato portante di base ottenuto con terriccio arricchito con sostanze organiche e fibre vegetali;
- b) una stuoia vegetale in fibra naturale (paglia, legno ecc.) con funzioni inizialmente portanti e di contenimento del materiale fine;
- c) una georete (in nylon, poliestere, polietilene ecc.) con elevate caratteristiche fisiche e meccaniche, intasata di terreno vegetale, dotata di anelli per il fissaggio degli ancoraggi ovvero di asole per l'infissione e la crescita di talee;
- d) uno strato di terreno vegetale da sottoporre a semina di specie erbose autoctone.

L'intervento di adeguamento e/o di nuova realizzazione dell'argine verrà realizzato secondo la forma trapezia semplice fino ad un'altezza di 4,0 m: per altezze maggiori occorrerà prevedere una berma lato monte di forma e tipologia analoga a quella descritta al precedente capitolo 4.4.

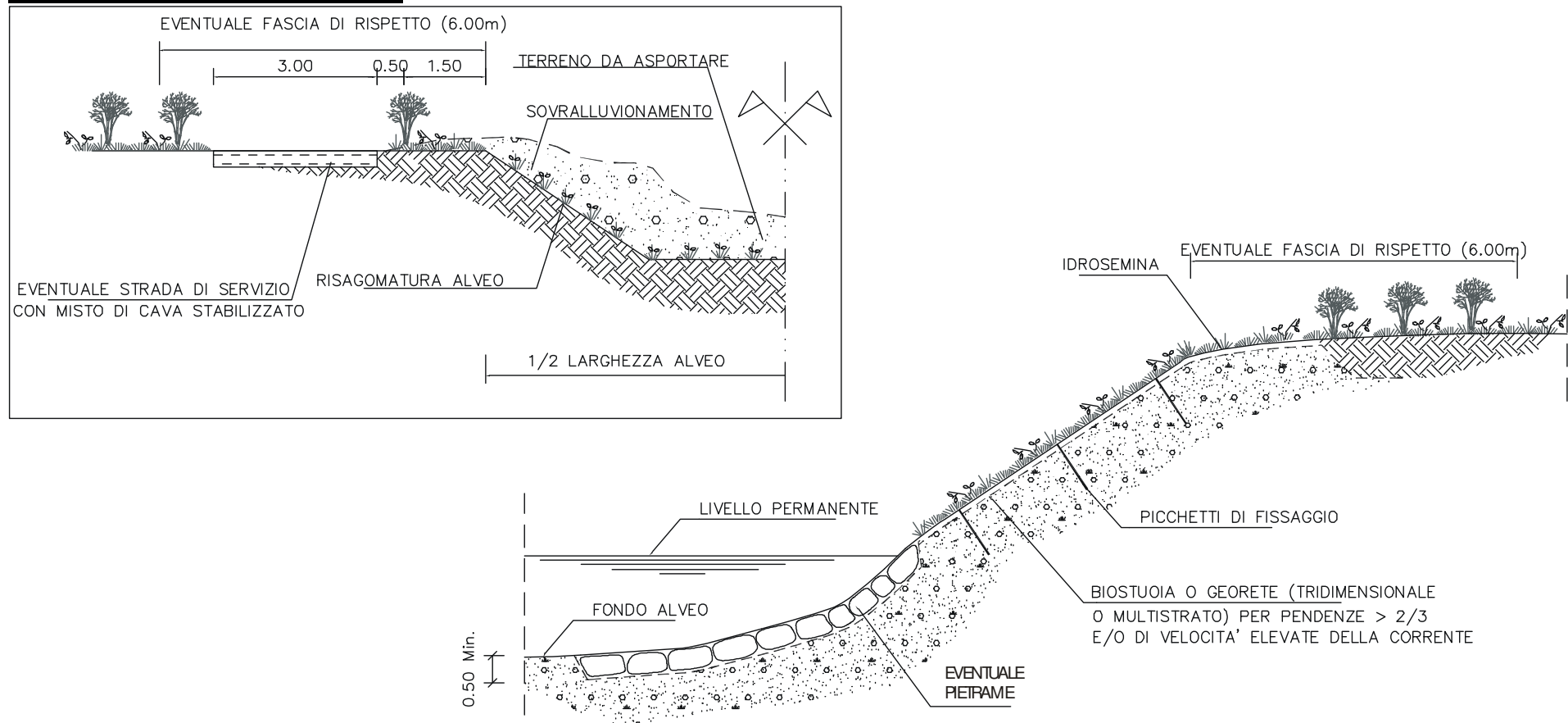
Si prevede di destinare una fascia di rispetto sul lato monte di larghezza non inferiore a 3,50 m e comunque estesa di 1,00 m oltre il limite definito dall'eventuale canaletta di drenaggio.

Costo unitario indicativo dell'intervento tipo (altezza complessiva = 8.0 m)

| <i>Descrizione Lavori</i> | <i>Costo unitario</i> |
|---------------------------|-----------------------|
| Tipologia A.1 (H = 4.0 m) | 1150.00 |
| Tipologia B.3 (H = 4.0 m) | 700.00 |

Prezzo di applicazione (€/m lineare) **1850.00**

Schema grafico dell'intervento tipo



Descrizione dell'intervento tipo

L'intervento andrà effettuato adottando alcuni accorgimenti nel corso delle operazioni; in particolare:

- andrà condotta un'indagine volta a caratterizzare i biotopi prevalenti al fine di stabilire il periodo e le modalità di realizzazione della ricalibratura;
- occorrerà contenere l'intervento allo stretto indispensabile realizzandolo su un solo lato, o sui due lati in fasi distinte, così che la sponda non interessata dai lavori rappresenti il riferimento per le opere di rinaturalizzazione e vi possa essere mantenuto integro l'ambiente naturale;
- occorrerà evitare tracciati particolarmente regolari che darebbero luogo a vere e proprie canalizzazioni;
- occorrerà effettuare raccordi con le sponde naturali con inclinazioni molto dolci che non definiscano linee nette di separazione;
- occorrerà riposizionare sulle aree golenali il terreno vegetale preesistente a conclusione dei lavori.

Nell'eventualità in cui si ritenga necessario si procederà con il rivestimento delle sponde adottando una tipologia di protezione basata sull'impiego di materiali che possano facilmente inserirsi nell'ambiente fluviale.

La tipologia proposta consiste in un rivestimento con una biostuoia o georete (tridimensionale o multistrato) in genere per pendenza della sponda superiore a 2/3 e/o per elevate velocità della corrente in fase di piena.

Tali reti saranno fissate al terreno sottostante con paletti in legno. Le file dei paletti sono poste a quinconce ed interasse di 1,0 m circa.

Al piede della sponda si posiziona del pietrame di volume adeguato in relazione alle caratteristiche dinamiche della corrente e allo scalzamento atteso. Tale pietrame esplica anche un'azione di ancoraggio dell'estremità delle reti.

Costo unitario indicativo dell'intervento tipo (larghezza alveo = 20 m)

| <i>Descrizione Lavori</i> | <i>Quantità</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Costo unitario</i> | <i>Importo</i> |
|---------------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|----------------|
| Scavo di sbancamento | 26.00 | mc | 3.1 | 80.6 |
| Pacchetto antierosione | 12.00 | mc | 12.91 | 154.92 |
| Semina | 20.00 | mq | 1.29 | 25.8 |

Totale *€/m lineare* 261.32

Prezzo di applicazione *€/m lineare* **250.00**