



**REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
ASSESSORATO DEI LAVORI PUBBLICI
Agenzia Regionale del Distretto Idrografico**

**DIRETTIVA
PER LA MANUTENZIONE DEGLI ALVEI E LA GESTIONE DEI SEDIMENTI
IN ATTUAZIONE DEGLI ARTT. 13 E 15 DELLE N. D. A. DEL PIANO STRALCIO PER
L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA SARDEGNA (PAI)**

ALLEGATO II

Capitolato per la Redazione dei Progetti e dei Lavori di Manutenzione

a cura di

Prof. ing. Marco Mancini

(marco.mancini@polimi.it)

Dott. geologo Giovanni Tilocca

(tilokka@yahoo.it)

Dott. agron. Roberto Panzeri,

Avv. Roberto Da Monte

INDICE

1	FINALITÀ	3
2	IL PROGETTO DI MANUTENZIONE	3
2.1	STUDIO CONOSCITIVO.....	3
2.2	LA PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE DEL CORSO D'ACQUA	4
2.3	STIMA DEI COSTI	6
2.4	ELABORATI DEL PROGETTO.....	6
3	GESTIONE DEI SEDIMENTI IN ALVEO	7
3.1	CARATTERIZZAZIONE DEL MATERIALE DI FONDO ALVEO.....	7
3.2	MOVIMENTAZIONE DEI SEDIMENTI.....	8
3.3	CONFIGURAZIONE DI EQUILIBRIO.....	8
3.4	FORMA DELLA SEZIONE FLUVIALE.....	8
3.5	MODALITÀ DI MOVIMENTAZIONE.....	8
3.6	TECNICHE DI MOBILITAZIONE DEI SEDIMENTI.....	9
3.7	PERIODI DI INTERVENTO	9
3.8	ALIMENTAZIONE CON PENNELLI RIFORNITORI	10
4	INTERVENTI DI MANUTENZIONE DELLA VEGETAZIONE	10
4.1	TIPOLOGIE DI VEGETAZIONE.....	10
4.1.1	<i>Vegetazione arborea</i>	10
4.1.2	<i>Vegetazione arbustiva</i>	10
4.1.3	<i>Vegetazione erbacea</i>	10
4.2	INDICAZIONI PER IL CONTROLLO DELLA VEGETAZIONE LUNGO I CORSI D'ACQUA.....	10
4.3	ALVEI FLUVIALI NATURALI NON ARGINATI	11
4.3.1	<i>Tipologie di intervento</i>	12
4.3.2	<i>Tecniche d'intervento</i>	12
4.4	ALVEI FLUVIALI NATURALI ARGINATI.....	13
4.4.1	<i>Tipologie di intervento</i>	13
4.4.2	<i>Tecniche d'intervento</i>	13
4.5	CANALI ARTIFICIALI	14
4.5.1	<i>Canali artificiali arginati con alvei pensili</i>	14
4.5.2	<i>Tecniche d'intervento</i>	14
4.6	CANALI ARTIFICIALI ARGINATI CON ALVEI INCISI.....	14
4.6.1	<i>Tecniche d'intervento:</i>	15
5	INTERVENTI DI MANUTENZIONE SULLE OPERE	15
6	INDICAZIONI ACCESSORIE PER LO SVOLGIMENTO DEI LAVORI	15

1 FINALITÀ

Nel presente documento sono indicate le modalità da seguire per la progettazione e esecuzione degli interventi di manutenzione idraulica dei corsi d'acqua della Regione Sardegna.

Le tipologie esaminate sono quelle previste nel D.P.R. 14 aprile 1993 “Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni recante criteri e modalità per la redazione dei programmi di manutenzione idraulica e forestale”.

Le manutenzioni sono suddivise in ordinarie e straordinarie da effettuare nei corsi d'acqua regimati e non regimati.

I criteri tecnici riportati vanno considerati come esplicativi e conseguenti alla Direttiva ed all'Allegato I

2 IL PROGETTO DI MANUTENZIONE

Il progetto di manutenzione è costituito:

- dallo studio conoscitivo,
- dalla definizione e progettazione degli interventi,
- dal computo metrico estimativo
- da elaborati grafici esplicativi dell'intervento

2.1 STUDIO CONOSCITIVO

I contenuti dello studio conoscitivo per la predisposizione degli interventi devono almeno trattare:

- **Analisi geologica** con indicazione dei principali elementi caratterizzanti il bacino imbrifero e il materiale d'alveo;
- **Analisi geomorfologica** con: a) indicazione delle sorgenti del materiale solido, b) delle zone di erosione e di accumulo naturali di un corso d'acqua, la loro modificazione in base a regimazioni, invasi artificiali, prelievi del materiale d'alveo; c) l'evoluzione storica del corso d'acqua e le sue modifiche recenti nonché, in caso di foce a mare, la descrizione dell'unità fisiografica e dei materiali costituenti l'alveo e il litorale;
- **Analisi granulometriche** del corso d'acqua e dei tratti immediatamente a monte ed a valle attraverso campionamento del materiale di fondo alveo e delle sponde e sua caratterizzazione attraverso curve granulometriche secondo metodologia

scientificamente riconosciuta (così come adottata dal PAI nel PSFF), con attenzione ai processi di corazzamento ai fini delle analisi precedenti;

- **Caratterizzazione dei sedimenti** secondo quanto previsti nel D.lgs. 152/06 e sue modifiche nel D.lgs. 185/2010;
- **Rilievi topografici** delle sezioni del corso d'acqua e delle opere idrauliche presenti e loro rappresentazione planimetrica con dettaglio utile per la successiva progettazione e identificazione dei volumi del materiale da asportare;
- **Planimetria dei campionamenti** granulometrici in scala adeguata;
- **Analisi dei vincoli idraulici** (PAI), paesaggistici e forestali sulla vegetazione;
- **Analisi idrologiche** volte a definire le portate e gli idrogrammi liquidi secondo metodologie coerenti a quelle del PAI;
- **Calcolo degli idrogrammi solidi** attraverso le equazioni della capacità di trasporto solido ritenuta più idonea al caso specifico;
- **Calcolo della dinamica di fondo alveo** dei tratti analizzati in base all'equazione di bilancio del sedimento;
- **La verifica idraulica e funzionale delle opere** idrauliche presenti, se sono assenti o carenti i progetti relativi, va eseguita prima di prevederne la manutenzione. In caso non venga dimostrata la funzionalità dell'opera si programmerà la sua rimozione;
- **Analisi della vegetazione** che ne individui le specie e i relativi valori di resistenza opposta alla corrente di piena valutata in termini di scabrezza idraulica di Manning o di Strikler;
- **Planimetria in scala adeguata** con indicazione dei processi di morfologia e dinamica fluviale con quantificazione dei processi evolutivi di erosione e sovralluvionamento del fondo alveo di cui all'analisi geomorfologica;
- **Descrizione delle fauna ittica**, avifauna e macroinvertebrati eventualmente presenti.

2.2 LA PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE DEL CORSO D'ACQUA

La progettazione degli interventi deve essere finalizzata a garantire la funzionalità idraulica del corso d'acqua attraverso, la riduzione dei sovralluvionamenti e delle erosioni, il controllo selettivo della vegetazione, il ripristino del funzionamento delle opere idrauliche se funzionali.

Nella progettazione degli interventi e nella loro realizzazione si devono considerare:

- a) l'analisi conoscitiva precedentemente descritta;
- b) le indicazioni della presente direttiva con quanto prescritto nella normativa in vigore;

- c) l'asportazione del materiale litoide dalle aree golenali deve ripristinare la funzionalità idraulica della golenale e considerare al contempo aspetti ambientali quali la riattivazione di zone umide, o il ripristino di collegamenti tra le varie aree di pertinenza fluviale;
- d) l'impatto sulla fauna e la predisposizione delle opportune misure di mitigazione;
- e) l'analisi idraulica nello stato di progetto e gli effetti dell'intervento di manutenzione sulla sicurezza idraulica e sulla durata dell'intervento;
- f) l'identificazione di tratti in erosione ed accumulo del corso d'acqua nella situazione precedente e successiva all'intervento in progetto.

La progettazione deve indicare:

- la tipologia di interventi, e la loro localizzazione;
- la modalità di scavo, prelievo e movimentazione in ragione dei mezzi e del personale impiegati;
- il necessario piano di sicurezza sia in fase di progettazione che di esecuzione;
- la caratterizzazione del materiale da rimuovere;
- la quantificazione del materiale litoide e vegetale da movimentare o da asportare dal tratto di corso d'acqua su cui si sviluppa l'intervento, anche attraverso disegni che sovrappongano lo stato attuale a quello di progetto e che aiutino alla quantificazione del materiale da movimentare;
- le modalità di trattamento ovvero stoccaggio e cernita eventuale ai fini della separazione delle frazioni se necessario;
- la valutazione, in caso di asportazione e movimentazione del materiale litoide, degli effetti sul bilancio del sedimento a monte ed a valle, anche con eventuale modellistica idraulica a fondo mobile in caso di situazioni di particolare delicatezza;
- la vegetazione da rimuovere e quella da lasciare nel tratto di corso d'acqua su cui si sviluppa l'intervento anche con l'ausilio di schemi grafici atti a definire la distribuzione della vegetazione nella sezione idraulica;
- la destinazione del materiale vegetato rimosso e i costi relativi;
- la destinazione del sedimento da movimentare e i relativi costi sia nel caso di riposizionamento lungo il corso d'acqua in tratti in erosione previa valutazione della compatibilità idraulica e sedimentologica sia qualora si individui per il ripascimento il litorale;
- la quantificazione ed il costo del materiale da portare a discarica;

- la valutazioni sugli aspetti di tutela degli elementi ambientali coinvolti dagli interventi, anche in relazione al contesto ambientale-naturalistico in cui l'intervento si inserisce;
- la quantificazione e le modalità operative degli interventi di manutenzione sulle opere idrauliche presenti sia trasversali che longitudinali;
- la distinzione tra intervento straordinario e successivi interventi ordinari;
- la tempistica, la frequenza e le modalità di intervento previsti nell'intervento ordinario per la garanzia della funzionalità idraulica del tratto di corso d'acqua in studio;
- i tratti del corso d'acqua delimitati da opportune sezioni trasversali riconoscibili in loco, atte a monitorare la tendenza evolutiva dell'alveo al fine dell'esecuzione degli interventi ordinari di controllo del sovralluvionamento o di fenomeni erosivi del corso d'acqua;
- la descrizione degli interventi di mitigazione dell'impatto del cantiere che si intendono adottare.

2.3 STIMA DEI COSTI

Gli interventi ordinari e straordinari previsti devono prevedere una stima economica redatta in base al computo metrico secondo l'attuale regolamentazione.

In caso di alienazione del materiale litoide, o parte di esso, deve essere riportata la stima delle quantità e la relativa stima economica comprensiva.

Gli interventi ordinari, possono prevedere l'alienazione del materiale. Tale attività va supportata con una stima del loro costo annuo e devono essere indicati i tratti e le forme delle sezioni d'alveo da mantenere al fine di una semplice predisposizione del contratto da parte dell'Amministrazione verso l'impresa esecutrice dei lavori.

2.4 ELABORATI DEL PROGETTO

Gli elaborati del progetto di manutenzione devono anche essere conformi alla L.R. 9/2006 nonché redatti secondo il regolamento dei lavori pubblici DPR 207/2010 e contenere i seguenti elaborati:

- una relazione tecnica che descriva in modo qualitativo e quantitativo gli interventi in progetto, che riporti le analisi conoscitive, e che motivi la scelta di progetto sulla base dei criteri progettuali riportati ai punti precedenti, e che identifichi i benefici dell'intervento in termini di rischio idraulico. La relazione deve inoltre riportare le tecniche di intervento previste e le modalità di attuazione, conformi alla presente direttiva ed alle specificità del caso in esame;

- allegati alla relazione tecnica, che riportino le analisi conoscitive descritte necessarie a supporto della fase conoscitiva;
- allegato fotografico descrivente lo stato di luoghi a cui fa riferimento il progetto;
- computo metrico estimativo;
- capitolato speciale d'appalto che individui in base alle caratteristiche morfologiche e naturalistiche del posto le modalità di intervento e le tecniche più idonee;
- elaborati grafici in scala idonea con dettaglio uguale o maggiore di quello della scala 1:10000 che individuano i tratti di intervento e la sovrapposizione con zone vincolistiche;
- elaborati grafici costituiti da planimetrie e profili longitudinali che individuino lo stato attuale e lo stato di progetto in idonee scale rappresentative (con dettaglio non inferiore a 1:10000) con indicati gli interventi, e che riportino i volumi di sedimenti da mobilitare o asportare, nonché l'indicazione della vegetazione da ridurre o rimuovere;
- elaborati grafici costituiti da sezioni trasversali riportanti lo stato attuale e di progetto successivo all'intervento di manutenzione in idonee scale rappresentative (con dettaglio non inferiore a 1:1000).

Gli elaborati di progetto vanno prodotti oltre che su supporto cartaceo anche in formato digitale. In particolare per quanto riguarda gli elaborati documentali dovranno essere prodotti i files in formato .doc, .pdf, .xls o compatibili, mentre per quanto riguarda gli elaborati cartografici dovranno essere prodotti i files di stampa in formato .pdf, oltre che i files vettoriali in formato .shp o geodatabase, georeferenziati secondo i sistemi di coordinate in uso presso la Regione Autonoma della Sardegna, ed accompagnati dagli appositi metadati in formato ISO 19115.

3 GESTIONE DEI SEDIMENTI IN ALVEO

3.1 CARATTERIZZAZIONE DEL MATERIALE DI FONDO ALVEO

Il sedimento del fondo alveo va caratterizzato:

- con analisi granulometriche eseguite secondo metodologia scientificamente riconosciuta (così come adottata dal PAI e nel PSFF), non necessariamente estese ai limi ed alle argille. I numeri di campioni per ciascuna sezione trasversale del corso d'acqua devono essere funzione della distribuzione del sedimento nella sezione, inoltre le sezioni di prelievo devono essere caratteristiche della capacità di trasporto solido della corrente per un tratto significativo e riportate su una planimetria in scala opportuna.
- come previsto anche nel D.lgs. 152/2006 anche ai fini di un suo riutilizzo.

3.2 MOVIMENTAZIONE DEI SEDIMENTI

La movimentazione artificiale dei sedimenti fluviali si rende necessaria quando gli effetti della dinamica fluviale sia di origine naturale che condizionata da cause esogene, interagendo con strutture tipiche dell'attività antropica, che la condizionano, possono creare situazioni che si discostano da un equilibrio dinamico dei sedimenti creando condizioni di erosione o sovralluvionamento, che determinano rischio idraulico.

La movimentazione dei sedimenti in ambito fluviale deve essere effettuata con una particolare attenzione alle conseguenze dirette ed indirette sulle opere idrauliche o sulle infrastrutture, che ne possono derivare nei tratti del corso d'acqua influenzati dagli interventi. Questa deve essere guidata da un'analisi geomorfologica, coadiuvata da una caratterizzazione dei sedimenti e se possibile anche dall'analisi dinamica dell'evoluzione del fondo alveo (cfr. Allegato I)

3.3 CONFIGURAZIONE DI EQUILIBRIO

La mobilitazione dei sedimenti deve tendere a far assumere o a mantenere all'alveo una condizione di equilibrio. La condizione di equilibrio, spesso individuata dalla pendenza di equilibrio, è di difficile osservabilità in campo sebbene di semplice calcolo in base alla teoria di Shields. Questa permette di calcolare la pendenza di equilibrio in base alla portata formativa. Vanno considerati ove presenti fattori correttivi della pendenza di equilibrio come il corazzamento, la pendenza dell'alveo, e il nascondimento.

Spesso si osservano situazioni naturali lontane dall'equilibrio come ad esempio sui bacini Orientali dell'Isola, che presentano situazioni con una forte dinamica del sedimento, dovuta sia al regime pluviometrico, che alle caratteristiche geomorfologiche e clivometriche con alvei in erosione nella parte montana e in sovralluvionamento nelle aree di pianura e di foce.

3.4 FORMA DELLA SEZIONE FLUVIALE

La progettazione della forma della sezione idraulica di un tratto di un corso d'acqua, soprattutto in seguito ad interventi di difesa dalle piene, fatti salvi i problemi di sicurezza idraulica, deve mirare, in base a considerazioni sul regime del trasporto solido a limitare nel tempo il sovralluvionamento della stessa sezione. Tale aspetto permette di preservare più a lungo nel tempo la funzionalità idraulica della sezione e quindi di ridurre gli interventi di manutenzione.

3.5 MODALITÀ DI MOVIMENTAZIONE

In generale la movimentazione di sedimenti si esegue da valle verso monte rimuovendo i sedimenti dai tratti di fiume in sovralluvionamento. Nel caso di movimentazione del materiale in tratti vallivi del corso d'acqua questo non deve costituire aggravio alla sicurezza idraulica nel tratto di destinazione e nei tratti più a valle di questo.

La quantità di materiale da rimuovere deve anche rispettare il bilancio dei sedimenti del corso d'acqua.

Nella rimozione o movimentazione dei sedimenti è necessario, per quanto possibile, preservare la diversificazione morfologica e l'assortimento granulometrico naturale che il corso d'acqua possiede o tende ad acquisire, in quanto la presenza di sedimenti promuove spontaneamente la diversificazione di habitat e la funzionalità ecologica e, da un punto di vista geomorfologico, favorisce il mantenimento di una configurazione stabile.

In caso di forme fluviali quali barre, la rimozione dei sedimenti deve cercare di rispettare la situazione di equilibrio esistente mantenendo ove possibile tali forme, destinate poi a riformarsi, riducendone lo spessore, spesso consolidato dalla vegetazione, e verificando l'effetto di questa nuova geometria su diversi regimi di portata e sul rischio idraulico.

3.6 TECNICHE DI MOBILITAZIONE DEI SEDIMENTI

La mobilitazione dei sedimenti in un intervento di manutenzione è un'attività eseguita generalmente con tecniche di scavo e riporto con l'ausilio di mezzi meccanici. Le tecniche di asportazione e movimentazione dei sedimenti devono rispettare la morfologia e la dinamica fluviale ove significativa anche nella situazione di progetto.

La mobilitazione dei sedimenti può anche essere ottenuta con una riduzione della sezione di magra, ove possibile e in seguito a verifiche idrauliche per i diversi regimi di portata. Questa aumenta la capacità di trasporto per le piene a piccolo periodo di ritorno riducendo di fatto il processo di sovralluvionamento.

In caso di ripascimento di spiagge si deve verificare la compatibilità granulometrica dei punti di prelievo e di quelli di recapito. Devono poi essere verificate la compatibilità cromatica, mineralogica, chimica e microbiologica anche secondo le indicazioni del "Manuale per la movimentazione dei sedimenti Marini", edito dall'ISPRA.

3.7 PERIODI DI INTERVENTO

Nei tratti fluviali la rimozione del sedimento va eseguita prioritariamente nei periodi antecedenti a quelli tipici delle piene e compatibilmente nei periodi dormienti della vegetazione, nei periodi compatibili ai cicli di sviluppo della fauna ittica e terrestre presente, nei periodi non coincidenti con la massima fruizione balneare se interagenti con le foci. Il periodo e la sua scelta vanno individuati e motivati in un capitolo del progetto di manutenzione.

In situazioni di sedimentazione localizzata indotta da opere idrauliche quali ponti e briglie selettive, è opportuno rimuovere periodicamente i sedimenti a monte delle pile del ponte o della

briglia selettiva spostandoli e distribuendoli uniformemente a valle per un tratto sufficientemente lungo da evitare accumuli localizzati che possano avere effetti sensibili sulla corrente.

3.8 ALIMENTAZIONE CON PENNELLI RIFORNITORI

La reintroduzione di sedimenti in alveo può avvenire o creando un accumulo di sedimenti lungo la sponda o con appositi pennelli rifornitori che vengono erosi gradualmente dalla corrente rifornendo le sezioni di valle. Tali scelte sono da evitare ove possano creare situazione di rischio idraulico.

4 INTERVENTI DI MANUTENZIONE DELLA VEGETAZIONE

La presenza di vegetazione in alveo richiede interventi programmati di manutenzione, ovvero azioni di controllo selettivo, che devono essere attivate secondo una prefissata cronologia in relazione alle singole tipologie di vegetazione.

4.1 TIPOLOGIE DI VEGETAZIONE

In ogni intervento la vegetazione presente va classificata secondo la tipologia e la sua scabrezza idraulica, caratterizzante una parte della sezione fluviale di studio.

4.1.1 Vegetazione arborea

Gli alberi rappresentano la vegetazione rigida (es. *Eucalyptus sp.*, *Ailanthus glandulosa*, *Salix alba*, *Alnus glutinosa*, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Phoenix canariensis*...). Esercitano comunque una resistenza, anche isolati, proporzionale alle dimensioni (diametro del tronco).

4.1.2 Vegetazione arbustiva

La vegetazione semiflessibile è costituita da arbusti, cespugli (es. *Tamarix sp.* e *Nerium oleander*) e piante che sviluppano culmi rigogliosi come le canne (es. *Arundo donax* ...), che in popolamenti radi esercitano una debole resistenza, ma che se presenti in popolamenti densi assumono un comportamento simile a quello della vegetazione rigida.

4.1.3 Vegetazione erbacea

La vegetazione erbacea e suffruticosa (*Rubus*, *Phalaris*) è la vegetazione flessibile che asseconda la corrente e svolge le altre funzioni proprie della vegetazione, senza creare barriera.

4.2 INDICAZIONI PER IL CONTROLLO DELLA VEGETAZIONE LUNGO I CORSI D'ACQUA

Al fine di individuare le modalità di controllo della vegetazione, viene proposta una suddivisione riconducibile a tratti di corsi d'acqua i quali, a seconda della tipologia di vegetazione presente, permettono tecniche diverse di intervento.

Si richiamano le due principali categorie di corsi d'acqua, alvei naturali e canali artificiali indicate nella Direttiva:

Alvei fluviali naturali:

- Non arginati e/o incisi
- Arginati e con golena

Canali artificiali:

- Arginati con alveo pensile
- Arginati con alveo inciso
- Con alveo inciso

4.3 ALVEI FLUVIALI NATURALI NON ARGINATI

Saranno effettuati interventi relativi alla conservazione dell'habitat (che comporta anche la conservazione delle specie) limitando gli interventi alla rimozione di piante deperenti o morte che per le loro dimensioni possono creare pericolo alle luci dei ponti posti più a valle. Sono ammessi interventi forestali mirati al corretto sviluppo dello strato arboreo. Tale metodologia consiste nel taglio di tutta la vegetazione presente nell'alveo inciso e diradamento selettivo di quella presente sulle sponde, abbattimento delle piante morte e di quelle in precarie condizioni, diradamento leggero delle ceppaie: sarà così evitato il taglio diffuso su tutta la superficie delle sezioni dei corsi d'acqua.

Le ceppaie residue del taglio di alberi, se non presenti nell'alveo inciso, vanno lasciate e non asportate, poiché contribuiscono a consolidare il suolo e ad evitare l'erosione; si può intervenire mediante macchine fresatrici per ridurre il volume fuori suolo, abbassando così il livello del ceppo di 5-10 cm rispetto al suolo e coprendo poi la ceppaia stessa con terreno di coltura. Nel caso di specie che non producono polloni, le ceppaie gradatamente perderanno la loro consistenza e andranno incontro al processo di marcescenza del legno. Le specie che hanno la propensione all'emissione di nuovi getti potranno dare origine ad una vegetazione giovanile, avente quindi basso indice di resistenza alla corrente di piena; tale vegetazione dovrà essere selezionata e diradata durante gli interventi di manutenzione ordinaria.

Questa metodologia, oltre ad avere un basso impatto ambientale, permette anche di mantenere una buona copertura vegetale, con la conseguente riduzione dello sviluppo della vegetazione arbustiva ed arborea e con minori impatti sulla fauna ittica legati all'irraggiamento solare e al conseguente riscaldamento delle acque. Un intervento mirato su questo tipo di vegetazione produce effetti positivi sia a breve che a medio termine, con buoni risultati dal punto di vista idraulico e con minor necessità di interventi di manutenzione successivi.

4.3.1 Tipologie di intervento

In alveo è prevedibile il taglio di tutte le piante arboree e quello della vegetazione arbustiva limitatamente agli effetti sulle condizioni di deflusso e dove questa impedisce il taglio e l'esbosco di quella arborea. Cespugli e piccoli arbusti infatti, grazie al ridotto sviluppo ed alla elasticità e flessibilità, non sono di ostacolo al normale deflusso delle acque e nel contempo svolgono un importante ruolo ambientale offrendo riparo ed alimentazione alla fauna presente lungo i corsi d'acqua.

Ove siano presenti isole detritiche con presenza di vegetazione, la stessa potrà essere trattata analogamente a quanto indicato per il diradamento della vegetazione spondale.

Sulle sponde il diradamento della vegetazione presente è teso a mantenere la vegetazione in condizioni giovanili, con massima flessibilità e resistenza alle sollecitazioni della corrente, limitando in sintesi la crescita di tronchi con diametro rilevante e favorendo invece formazioni arbustive a macchia irregolare.

Questa tipologia d'intervento prevede anche la rimozione di piante relitte o pericolosamente inclinate. Anche in questo caso l'intervento a carico della vegetazione arbustiva sarà limitato solo ai tratti necessari all'esecuzione dei lavori lasciando, dove possibile, una siepe continua di vegetazione.

Dovrà in ogni caso essere verificata l'eventuale azione di repellenza della vegetazione spondale e di consolidamento rispetto alle sponde stesse. In questo caso si potrà procedere al diradamento solo dopo aver accertato che questo non comprometta le condizioni di stabilità e di resistenza sulla sponda direttamente interessata.

4.3.2 Tecniche d'intervento

Taglio manuale con ausilio di motosega finalizzato alla selezione delle piante arboree e arbustive e relativo smacchio con mezzi forestali o trattori dotati di verricello. Per quanto riguarda l'eventuale asportazione della vegetazione arbustiva, qualora non fosse sufficiente l'utilizzo di decespugliatori manuali, potrà essere utilizzato il trincia stocchi applicato a mezzi meccanici a basso impatto. In tal senso possono essere utilizzati miniescavatori, trattori con potenza fino a 60 kw e ragni.

Per quanto riguarda gli arbusti che sviluppano culmi rigogliosi, come le canne (es. *Arundo donax*, ecc.), qualora sia possibile l'accesso del mezzo lungo gli argini, il loro sviluppo eccessivo può essere controllato mediante l'utilizzo di trattore dotata di braccio decespugliatore.

Il controllo in condizioni di difficile accessibilità può essere effettuato mediante fresatrice oleodinamica montata su natante, che si utilizza anche per il taglio di erbe palustri sul fondo dei canali.

In caso di eccessiva infestazione si può valutare, in alcuni casi, l'opportunità della completa rimozione degli apparati radicali delle canne palustri mediante l'uso di escavatori. È questo un intervento invasivo che può essere effettuato solo in limitate aree e valutato con attenzione, poiché viene alterato il fondo alveo e danneggiati di conseguenza i consorzi vegetali presenti e le possibilità di conservazione degli habitat della fauna ittica.

In caso di eccessiva infestazione, inoltre, si possono impiegare prodotti erbicidi per il controllo dei giovani ricacci. Vanno impiegati prodotti a traslocazione e a basso periodo di carenza, che possono essere rapidamente degradati dai microrganismi presenti nel terreno. Siccome si interviene in presenza di acqua deve essere scelto un prodotto a basso impatto ambientale, che non sia dannoso per la fauna acquatica. Qualora si operi all'interno di aree protette va comunicato all'ente gestore il periodo previsto per i trattamenti e il principio attivo che si intende applicare.

4.4 ALVEI FLUVIALI NATURALI ARGINATI

Rimozione della vegetazione dall'alveo, mentre nella restante porzione della scarpata interna e nella scarpata esterna si tenderà a mantenere le cenosi vegetali in condizioni giovanili tipiche dell'ecosistema in cui si andrà ad intervenire.

4.4.1 Tipologie di intervento

Nella sezione incisa va attuata la rimozione della vegetazione arborea e arbustiva che crea incremento del livello di pericolosità idraulica rispetto alle condizioni di progetto.

Sugli argini, al fine di garantire la stabilità arginale rispetto all'innescarsi di processi di sifonamento, si deve rimuovere, anche secondo il RD 1904, dagli argini, nei paramenti a fiume e a campagna, e in una fascia di almeno 4 m dal piede arginale, la vegetazione arborea o arbustiva che con il suo apparato radicale possa causare vie preferenziali di filtrazione nell'argine o al di sotto di esso.

Va favorita la vegetazione erbacea sui paramenti arginali al fine di contrastare i processi erosivi.

4.4.2 Tecniche d'intervento

Taglio manuale con ausilio di motosega finalizzato alla selezione delle piante arboree e relativo smacchio; successivo passaggio con trinciastocchi dotati di dispositivi distanziatori dal piano di appoggio sul terreno (slitte, rulli posteriori, etc.) onde evitare il danneggiamento del suolo, applicati a mezzi meccanici a basso impatto come sopra specificato.

Le ceppaie eventualmente presenti sono lasciate in sito fino alla loro putrescenza momento in cui verranno rimosse riconsolidando poi il terreno arginale.

4.5 CANALI ARTIFICIALI

Gli interventi realizzati a carico della vegetazione presente dovranno essere finalizzati al mantenimento della sezione idraulica così come della stabilità delle arginature presenti.

In particolare, all'interno e sulla sommità delle scarpate non potrà essere mantenuta una vegetazione ben strutturata, ma al contrario dovranno essere previsti interventi atti al mantenimento solo della componente erbacea.

4.5.1 Canali artificiali arginati con alvei pensili

- **sommità arginali ed eventuali banchine carrabili**
taglio raso della vegetazione presente con periodo anche inferiore ad un anno
- **scarpata interna ed esterna**
taglio annuale della vegetazione alternato sulle due arginature per fasce di 250 metri.
- **alveo**
rilascio della vegetazione erbacea acquatica (comprese canne e tifa purché in compagini molto lasse) e taglio della restante vegetazione in funzione della flessibilità al passaggio dell'acqua; deve essere asportata anche la vegetazione acquatica quando il suo eccessivo sviluppo crea ostruzioni che pregiudicano il normale deflusso.

4.5.2 Tecniche d'intervento

Sono consentiti tagli con falciatrici e trinciastocchi dotati di dispositivi distanziatori dal piano di appoggio sul terreno (slitte, rulli posteriori, etc.) onde evitare il danneggiamento del suolo.

Nella parte inferiore dell'eventuale banca interna si procede al taglio manuale con ausilio di motosega finalizzato alla selezione delle piante arboree e relativo smacchio; successivo passaggio con trinciastocchi dotati di dispositivi distanziatori dal piano di appoggio sul terreno onde evitare il danneggiamento del suolo.

In relazione agli interventi sulla vegetazione acquatica presente in alveo si dovrà procedere all'asportazione del materiale derivante dal taglio in modo tale da evitare l'eutrofizzazione delle acque. Tale operazione dovrà essere effettuata con idonea strumentazione atta a limitare sommovimenti del fondo alveo.

4.6 CANALI ARTIFICIALI ARGINATI CON ALVEI INCISI

- **Sulla sommità arginale ed eventuali banche carrabili va eseguito il taglio raso della vegetazione presente con frequenza anche inferiore ad un anno. E' consentita la sola vegetazione erbacea.**

- **Nell'alveo inciso** è consentito il rilascio della vegetazione erbacea acquatica, incluse la canna e la tifa, se in compagini rade, il taglio della restante arbustiva in funzione della flessibilità al passaggio dell'acqua. Non è consentita la vegetazione arborea.

4.6.1 Tecniche d'intervento:

Taglio manuale con ausilio di motosega finalizzato alla selezione delle piante arboree e relativo smacchio; successivo passaggio con trinciastocchi dotati di dispositivi distanziatori dal piano di appoggio sul terreno onde evitare il danneggiamento del suolo.

Nelle sommità arginali e nelle banche carrabili sono consentiti tagli con falciatrici e/o trinciastocchi dotati di dispositivi distanziatori dal piano di appoggio sul terreno.

In relazione agli interventi sulla vegetazione acquatica presente in alveo si dovrà procedere all'asportazione del materiale derivante dal taglio in modo tale da evitare l'eutrofizzazione delle acque. Tale operazione dovrà essere fatta con idonea strumentazione atta a limitare sommovimenti del fondo alveo.

5 INTERVENTI DI MANUTENZIONE SULLE OPERE

In linea generale è opportuno che le opere idrauliche esistenti, se funzionali, conservino nel tempo la loro efficienza spesso inficiata da processi di sovralluvionamento e sviluppo di vegetazione ma anche fenomeni di erosione localizzata e sifonamento.

In caso di assenza dei progetti di queste è necessario verificare le opere sia rispetto alla loro funzionalità, che rispetto al loro effetto sulla corrente di piena ed alla loro stabilità rispetto a queste.

Le pendenze di equilibrio vanno progettate per la portata formativa, che nei casi di studio della Sardegna (cfr. PSFF) coincide con la portata media dei massimi annuali, che ha tempi di ritorno di due anni.

Le opere idrauliche, ove non vengano altri regolamenti più cautelativi, vanno verificate rispetto alla piena di progetto duecentennale in accordo con il PAI.

6 INDICAZIONI ACCESSORIE PER LO SVOLGIMENTO DEI LAVORI

Le tecniche di rimozione dei sedimenti devono garantire la tutela dell'alveo e delle acque superficiali e sotterranee. In particolare devono essere eseguiti dal centro dell'alveo verso le sponde con attenzione alla loro stabilità.

La movimentazione del materiale deve evitare cumuli di stoccaggio in alveo che possono essere causa di ostruzione al regolare deflusso delle acque anche di magra.

Il trasporto del materiale si dovrà eseguire con mezzi dotati di cassoni con la parte posteriore a tenuta stagna e copertura superiore.

La manutenzione ordinaria dei mezzi di cantiere va eseguita in cantiere e in apposite aree attrezzate al fine di tutelarsi da accidentali sversamenti di sostanze inquinanti.

In occasione di previsione di piene e nella sospensione dei lavori i mezzi vanno portati fuori dall'alveo, a quota di sicurezza rispetto ai livelli idrici al fine di non creare ostacolo al regolare deflusso dell'acqua.

La direzione dei lavori dovrà avvalersi di un esperto in materie naturalistiche durante l'esecuzione dei lavori al fine di:

- evitare o mitigare eventuali impatti delle lavorazioni su specie biotiche non evidenziate nella progettazione;
- effettuare ricognizioni prima e durante i lavori e quindi provvedere a eventuale allontanamento e reinserimento (dopo i lavori) di specie faunistiche oggetto di tutela in accordo alla L.R. n 23/98;
- predisporre e inviare al SAVI e agli enti competenti che ne hanno fatto richiesta, una breve relazione di conformità dei lavori al progetto che documenti gli effetti dei lavori sull'ambiente fluviale.