

LIASON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese
Sezione transfrontaliera

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

REVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE – REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO
CUP C11J05000030001

APPROFONDIMENTI PROGETTUALI

APPROFONDIMENTI PER OSSERVAZIONI REGIONE PIEMONTE
Riscontro Osservazione n. 5 (rif. lettera prot. n. CTVA-2014-0812 del 06/03/2014)

IDRAULICA GENERALE

Programma di monitoraggio e correzione periodica dell'alveo della Dora Riparia in corrispondenza del ponte NLTL di Bussoleno

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	23/05/2014	Première diffusion / Prima emissione	L. GATTIGLIA B. VISCONTI	A. MORDASINI V. GRISOGLIO	L. CHANTRON C. OGNIBENE
A	28/05/2014	Révision suite aux commentaires LTF / Revisione in seguito a commenti LTF	L. GATTIGLIA B. VISCONTI	A. MORDASINI V. GRISOGLIO	L. CHANTRON C. OGNIBENE


Tecnimont
Civil Construction
Dott. Ing. Carlo Ognibene
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 8366 T


Tecnimont
Civil Construction
Dott. Ing. Francesco Magnorfi
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 8231 J

CODE DOC	P	D	2	C	3	A	T	S	3	2	5	2	4	A
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice		

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3A	//	//	22	02	94	10	02
------------------------------	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

ECHELLE / SCALA



SOMMAIRE / INDICE

RESUME/RIASSUNTO	3
1. PREMESSA	4
2. CARATTERIZZAZIONE IDRODINAMICA DEL TRATTO IN ESAME	4
3. PIANO DI MONITORAGGIO E MANUTENZIONE.....	8
3.1 Procedura per l'attuazione del monitoraggio.....	9
3.2 Azioni e procedure a seguito di monitoraggio.....	9

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 –Elaborato 2.2.1./1/1R: dello Studio di fattibilità - Idrogrammi di piena	5
Figura 2 – Elaborato 2.2.1./1/1R: dello Studio di fattibilità curva granulometrica adottata.....	5
Figura 3 – Elaborato 2.2.1./1/1R: dello Studio di fattibilità –profilo longitudinale attuale e previsioni a medio termine.....	6

LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Elaborato 2.2.1./1/1R: dello Studio di fattibilità –tabella riassuntiva trasporto solido attuale e previsioni a medio termine.....	6
Tabella 2 –trasporto solido in piena mc tot ad evento da formulazioni di letteratura.....	7
Tabella 3 –franchi idraulici per tr 200 anni ponte susa condizioni di progetto.....	8

RESUME/RIASSUNTO

Le présent document a pour objet l'individuation d'un programme de suivi à mettre en place en correspondance du nouveau pont de la Nouvelle Ligne Lyon-Turin à Bussoleno. Le présent document répond à l'observation n. 5 de la Regione Piemonte, lettre prot. CTVA-2014-0812 del 06/03/2014.

La presente relazione ha per oggetto l'individuazione del programma di monitoraggio da attuare in corrispondenza del nuovo ponte della Nuova Linea Torino-Lione a Bussoleno. Il presente documento risponde all'osservazione n. 5 della Regione Piemonte, di cui al prot. CTVA-2014-0812 del 06/03/2014.

1. PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto l'individuazione del programma di monitoraggio da attuare in corrispondenza del nuovo ponte della NLTL a Bussoleno; le successive considerazioni vengono effettuate a partire dai risultati relativi all'analisi idraulica mono e bidimensionale e dell'analisi del trasporto solido atteso del tratto di Dora Riparia in esame, elementi sviluppati nell'ambito del progetto e successivamente richiamati per gli elementi essenziali; per la loro analisi di dettaglio si rimanda ai documenti specifici:

PD2_C3A_0045_22-01-02_10-01_Relazione generale idrologica_A
PD2_C3A_0047_22-02-02_10-01_Relazione idraulica generale_A
PD2_C3A_0048_22-02-02_10-02_Relazione compatibilita idraulica_A
PD2_C3A_1170_22-02-10_10-01_Relazione idraulica sviluppo modello bidimensionale_A
PD2_C3A_1860_22-02-05_10-01_Relazione tecnico-illustrativa (moto permanente)_A
PD2_C3A_1898_22-02-02_10-03_Relazione idraulica sul trasporto solido della Dora e verifica a scalzamento delle opere_A

Il presente documento risponde all'osservazione n.5 della Regione Piemonte, di cui al prot. CTVA-2014-0812 del 06/03/2014 oltre che alle prescrizioni di cui al prot. 17968 del 12.06.2013 AIPO.

2. CARATTERIZZAZIONE IDRODINAMICA DEL TRATTO IN ESAME

Lo studio di cui alla premessa presenta non pochi elementi di complessità, cui non sarebbe possibile fare fronte senza elementi conoscitivi pregressi sul territorio analizzato; in particolare è possibile fare riferimento allo STUDIO DI FATTIBILITÀ DELLA SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL FIUME DORA RIPARIA NEL TRATTO DA OULX ALLA CONFLUENZA IN PO (Autorità di Bacino del Fiume Po). Lo studio in oggetto, oltre ad una estesa analisi idrologica delle aree interessate, ha definito gli idrogrammi di piena su varie sezioni di riferimento, ha analizzato il corso d'acqua con la definizione di curve granulometriche valide per tratti o per tipologie di sezione, ha infine definito un modello complessivo della Dora indicando, per tratti, ove vi sia da attendersi sovralluvionamento o erosione. Il presente lavoro parte pertanto dai risultati di tale studio, approfondendo localmente l'analisi.

In conclusione per lo studio del trasporto solido sono disponibili i seguenti dati salienti:

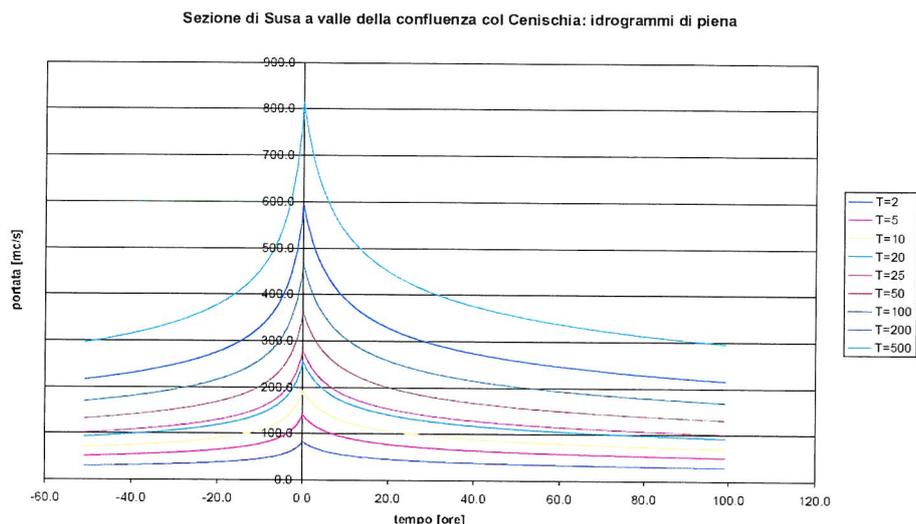


Figura 1 –Elaborato 2.2.1./1/1R: dello Studio di fattibilità - Idrogrammi di piena

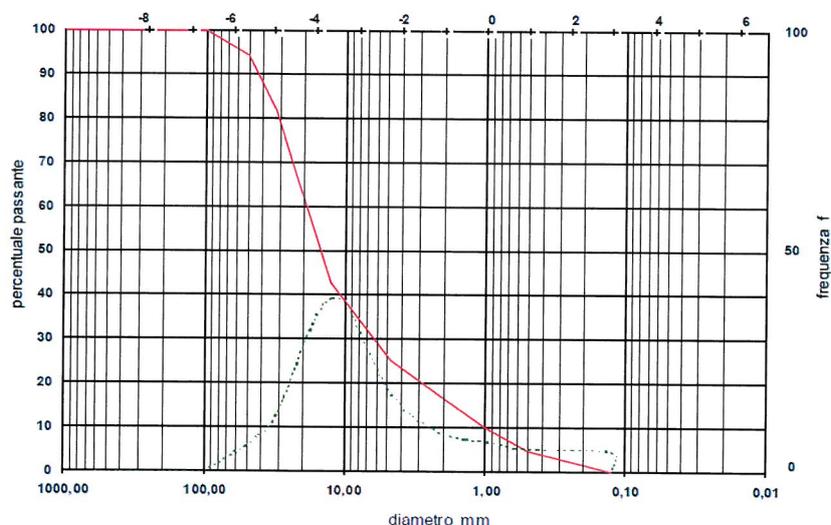


Figura 2 – Elaborato 2.2.1./1/1R: dello Studio di fattibilità curva granulometrica adottata

Caratteristiche medie delle sezioni:

denominazione curva granulometrica 90 g D 50 =13 mm

Classe granulometrica prevalente: Ghiaia sabbiosa con rari ciottoli

Alveo monocursale

Inoltre si è analizzato l' Elaborato 3.2.3./1/1R dello Studio di fattibilità che riporta una analisi complessiva della stabilità dell'alveo della Dora ed in particolare indica, per il tratto in esame, da valle confluenza Cenischia sino al concentrico di Bussoleno, una generale tendenza al sovralluvionamento, sia a causa del rilevante contributo solido dei rii di versante sia a causa della progressiva riduzione della pendenza media del corso d'acqua connessa con la progressiva apertura della valle.

Il significativo profilo di fondo risulta riportato nel seguito.

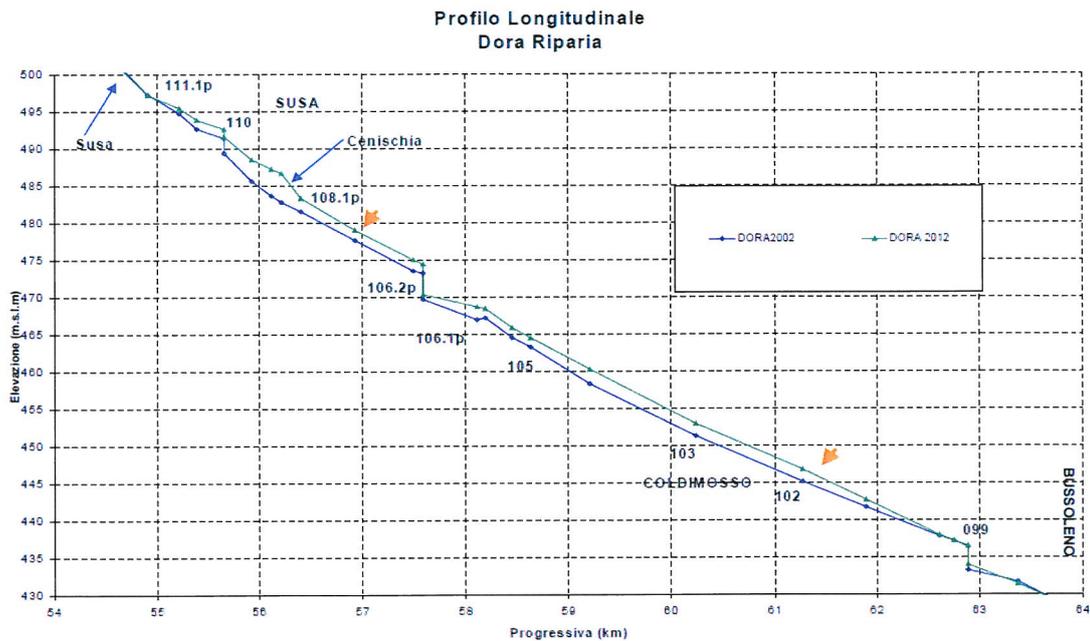


Fig 7b Profilo longitudinale attuale e previsione del modello a medio termine

Figura 3 – Elaborato 2.2.1./1/1R: dello Studio di fattibilità –profilo longitudinale attuale e previsioni a medio termine

Il profilo è accompagnato dalla seguente tabella riassuntiva

Sezione	Progressiva	Livello fondo iniziale	Livello fondo finale	Delta	Massa solida transitata (per anno)	Capacità max di trasporto
	[km]	[m s.l.m.]	[m. s.l.m.]	[m]	[t]	[kg/s]
Susa - Torino						
111-1p	54.91	497.28	497.21	-0.072	84535	95.4
107	57.49	473.49	474.98	1.494	64711	29.2
103	60.240	451.27	452.92	1.653	44087	29.2
100	62.61	437.77	437.94	0.165	25740	13.3
094	65.67	419.54	418.65	-0.894	30943	34.5
088	70.07	396.36	396.09	-0.266	17727	13.3
084	72.69	385.35	384.17	-1.177	42134	29.2

Tabella 1 – Elaborato 2.2.1./1/1R: dello Studio di fattibilità –tabella riassuntiva trasporto solido attuale e previsioni a medio termine

In conclusione la zona del ponte NLT di Bussoleno è compresa tra le sezioni PAI da 101 alla 100. Sulla base di quanto riportato nella precedente tabella sono prevedibili innalzamenti delle quote di fondo sino a 17 cm.

La variazione prevista a medio termine per la quote di fondo risulta pertanto modesta nel tratto in esame.

Inoltre nell'ambito del presente progetto è stata effettuato uno studio di dettaglio relativo alla dinamica fluviale e in particolare alle condizioni connesse con il trasporto solido atteso e all'evoluzione del corso d'acqua in piena, contenuta nel documento PD2_C3A_1898_22-02-

02_10-03_Relazione idraulica sul trasporto solido della Dora e verifica a scalzamento delle opere_A.

Nel seguito si riassumono gli elementi utili alla redazione del presente documento desunti da tale elaborato.

Per quanto riguarda il contesto idraulico in cui è collocato il ponte NLTL di Bussoleno. Attualmente non si rileva la presenza di depositi significativi.

Le formulazioni per il calcolo del trasporto solido indicano in generale una concentrazione solida, in volume, dei sedimenti nel tratto analizzato generalmente in condizioni di colmo di piena inferiore al 5%.

Conseguentemente non vi sono innalzamenti diretti dei livelli nel corso della piena dovuti ad un aumento della portata a causa del trasporto solido; il problema è piuttosto di natura morfologica, ovvero una potenziale progressiva evoluzione dell'alveo con innalzamento o abbassamento del fondo che, nel tempo, può determinare alternativamente o la riduzione della sezione utile o lo scalzamento ed erosione degli eventuali punti deboli delle protezioni.

Dall'analisi comparativa dei risultati si osserva che questi sono generalmente piuttosto vari ma le differenze evidenziano una tendenza comune ad entrambe le formulazioni ovvero che la capacità potenziale di trasporto solido è mediamente maggiore per i tratti analizzati a valle degli attraversamenti in progetto rispetto alle condizioni di monte.

Il tratto a monte è definito con riferimento all'ubicazione delle sezioni idrauliche riportato nella tavola "PD2_C3A_1851_22-02-05_30-03_Planimetria idraulica zone di esondazione_Ante operam_A" tra le sezioni 120 e 110 che risentono relativamente meno del rigurgito del ponte attuale, a valle si ritengono significative le sezioni dalla 90 alla 89.6(int).

L'entità volumetrica del trasporto solido è minima rispetto alla portata liquida, tuttavia, a livello di evento di piena, il volume solido totale movimentato può essere rilevante. Nel seguito sulla base dell'idrogramma del PAI con tempo di ritorno di 200 anni si riporta il corrispondente andamento del trasporto solido definito da un sedimentogramma dal cui integrale è possibile ricavare il volume totale movimentabile da un certo tratto d'alveo a scala di evento riassunto nel seguito:

Formulazione	Bussoleno monte ponte	Bussoleno valle ponte
Schoklitsch	2176	9845
Smart Jaeggy	4101	22047

Tabella 2 –trasporto solido in piena mc tot ad evento da formulazioni di letteratura

A prescindere dai valori assoluti calcolati, i cui forti scostamenti evidenziano anche le incertezze connesse con le numerose variabili in gioco, la verifica effettuata evidenzia come in tutti i casi a valle sono presenti condizioni di moto che favoriscono la rimozione del materiale eventualmente proveniente da monte, e che pertanto non risulta attesa una deposizione significativa in prossimità delle nuove opere.

Come già riportato nel citato documento, le precedenti conclusioni derivano da un approccio teorico-modellistico, e devono essere attentamente verificate nel corso degli anni, ponendo in atto un adeguato piano di monitoraggio e manutenzione.

In definitiva le considerazioni e le valutazioni effettuate evidenziano come le opere da un lato non comportino influenze rilevanti rispetto alle dinamiche in atto e che risultano adeguatamente dimensionate rispetto ai fenomeni attesi.

Tenuto tuttavia conto della difficoltà di prevedere il comportamento morfodinamico del corso d'acqua, soggetto a variabili connesse con la frequenza e l'entità dei fenomeni, è indispensabile che sia posto in atto un piano di monitoraggio e verifica delle sezioni d'alveo, in particolare in prossimità degli attraversamenti, che comporti la segnalazione di necessità di interventi di rimozione di eventuali depositi in eccesso a monte degli stessi, o di interventi localizzati di ricalibratura in caso di instaurarsi di erosioni localizzate, situazioni che come evidenziato anche nelle precedenti analisi, non sono aprioristicamente evitabili, ma neppure prevedibili.

Risulta pertanto più conveniente, a seguito delle analisi di dettaglio condotte, prevedere eventuali e periodici interventi manutentivi piuttosto che ricorrere a costosi interventi (quali ad esempio il plateamento di tratti d'alveo), la cui efficacia appare tra l'altro dubbia.

Da un punto di vista dell'assetto idraulico si riporta inoltre la verifica dei franchi del ponte NLTL, rimandando all'elaborato PD2_C3A_TS3_1860_22-02-02_10-01_Relazione tecnico-illustrativa_0 per le analisi di dettaglio. In condizioni ordinarie del corso d'acqua, quali quelle individuate nelle condizioni di progetto, le verifiche dell'attraversamento sono sintetizzate nel seguito.

Per il ponte NLTL in progetto si ha:
 con Tr 200

	Quota idrometrica (msm)	Quota intradosso (msm)	Franco (m)
Spalla sinistra	445.66	448.37	2.71
Centro luce	446.11	448.82	2.71
Spalla destra	445.96	449.27	3.31
Punti più sfavoriti per presenza di tubazioni sotto impalcato	445.06	447.77	2.71
	445.51	448.22	2.71
	445.36	448.67	3.31
fornice SS24	446.49	449.2 (min)	2.51

Tabella 3 –franchi idraulici per tr 200 anni ponte susa condizioni di progetto

I dati relativi al franco esistente, quelli relativi al potenziale innalzamento del fondo alveo per trasporto solido di medio termine (poco meno di 20 cm) ed infine la capacità di trasporto solido differente esistente tra monte e valle attraversamento indicherebbero in conclusione che l'attraversamento risulta in grado di compensare ampiamente anche un eventuale sovralluvionamento di materiale. Nel seguito sono comunque riportate le indicazioni di monitoraggio che si ritengono adeguate al caso in esame.

3. PIANO DI MONITORAGGIO E MANUTENZIONE

Le simulazioni effettuate, illustrate in dettaglio consentono, in sintesi, di trarre le seguenti conclusioni:

- L'assetto idraulico di progetto relativo alla realizzazione del ponte NLTL consente il deflusso sia della portata di progetto nel rispetto dei franchi idraulici previsti sia dalla "Direttiva Infrastrutture" sia con riferimento al tempo di ritorno 500 anni definito dalla progettazione NLTL.

- In condizioni di scenario di sovralluvionamento, valutando in corrispondenza del tratto in esame secondo i criteri illustrati in precedenza, i franchi residui risultano comunque superiori a 1 m per Tr 200 anni.
- Le valutazioni relative alla dinamica di piena e all'evoluzione morfologica del corso d'acqua permettono di affermare che le caratteristiche di deflusso della piena sono tali per cui non risulta probabile una modificazione significativa dell'assetto dell'alveo in corso di evento.
- Modifiche morfologiche possono invece verificarsi a causa di fenomeni di deposizione nella fase di coda della piena, o in presenza di sequenze di eventi di morbida; in tali condizioni in particolare può risultare significativa l'azione di deposito e riduzione conseguente delle sezioni d'alveo.
- In conclusione quindi risulta necessario individuare un programma volto alla verifica periodica dell'evoluzione della dinamica fluviale.

3.1 Procedura per l'attuazione del monitoraggio

Al fine di pianificare eventuali interventi di manutenzione è necessario predisporre un idoneo piano di monitoraggio volto ad individuare le criticità del sistema.

In un ambiente torrentizio le componenti morfologiche sono di fondamentale importanza.

L'esistenza di barre trasversali e longitudinali di deposito, la divagazione del talweg all'interno dell'alveo inciso, la creazione di rami multipli possono incidere negativamente sulle sezioni di deflusso e sulle opere di protezione esistenti.

Questi aspetti possono comportare riduzioni significative delle sezioni utili di deflusso (barre di deposito) oppure possono innescare fenomeni erosivi di fondo e di sponda. Un modello idraulico in tal caso non può cogliere pienamente quanto invece individuato da un corretto monitoraggio derivante dal confronto dei rilievi eseguiti a distanza di tempo.

Come indicazioni sul monitoraggio da eseguire si ritiene adeguata la seguente procedura:

- 1) Ispezione visiva minimo 1 volta all'anno correlata con foto riprese sempre dagli stessi punti di ripresa.
- 2) Rilievo topografico delle sezioni di controllo almeno 1 volta ogni 2 anni per confronto. Consigliabile in tal caso è l'utilizzo della tecnologia Laser Scan che consente l'acquisizione rapida e sufficientemente precisa di dati topografici significativi al fine di poter eseguire un confronto con le condizioni precedenti.
- 3) Una ispezione visiva da eseguire a seguito di eventi significativi di piena – per evento di piena significativo si intende un evento che comporti un livello di allerta meteo sull'area C di allertamento (Dora Riparia) almeno pari al livello 2. Significativo infine consultare il sito <http://www.regione.piemonte.it/meteo/idrometri/index.htm> che riporta in tempo reale l'idrometro di Susa (Via Mazzini).

3.2 Azioni e procedure a seguito di monitoraggio

Monitoraggio visivo:

Nel caso in cui il monitoraggio indichi la presenza di anomalie in termini di assetto dell'alveo (depositi diffusi di altezza media stimata pari a 1.00 m, presenza di cumuli puntuali anomali; danneggiamenti localizzati a opere di protezione e/o fondazione) si dovrà procedere con un

rilievo di dettaglio delle condizioni rilevate, mediante strumentazione topografica e all'attivazione delle procedure di intervento, in funzione della gravità della situazione (pronto intervento, progetto, etc.).

Monitoraggio topografico

Al termine dell'esecuzione dei lavori dovrà essere quindi prodotto un rilievo delle condizioni dell'alveo, con apposizione di appositi caposaldi di riferimento, da utilizzare quale "lettura di zero" per le successive verifiche.

In occasione dei successivi rilievi, a cadenze almeno biennale e comunque a seguito di eventi significativi, si confronteranno ad una ad una le sezioni rilevate accoppiandole alle precedenti, in base al confronto si potrà determinare una variazione dell'area utile al deflusso.

Tale rilievo dovrà rilevare nuovamente le sezioni dalla 110 alla 80 per la parte dell'alveo attivo. La lunghezza complessiva d'alveo indagato risulta di circa 320 m; Le sezioni dovranno comunque comprendere l'intervento e pertanto essere situate almeno una a valle e una a monte del nuovo ponte ferroviario.

In occasione dei successivi rilievi, a cadenze almeno biennale, si confronteranno ad una ad una le sezioni rilevate accoppiandole alle precedenti, (o i piani quotati nel caso di utilizzo di tecnologia laser scan); in base al confronto si potrà determinare una variazione dell'area utile al deflusso o analogamente una stima del volume depositato.

Attività di manutenzione:

in base al suddetto confronto tra rilievi eseguiti in tempi differenti si potrà determinare una variazione dell'area utile al deflusso o analogamente una stima del volume depositato. Se tale volume risulterà inferiore a 10000 mc (innalzamento medio 60-70 cm) non é necessario intervenire; con variazioni superiori é necessario provvedere alla definizione di un intervento che potrà comportare anche la movimentazione di materiale in alveo e/o la sua asportazione.

In particolare dimostrato il superamento della soglia di intervento mediante il confronto topografico indicato andrà effettuato un confronto sui profili di piena mediante la rivalutazione dei livelli e successivamente a questo la valutazione di eventuali interventi progettuali.

Inoltre per tutto il tratto monitorato occorre procedere comunque almeno 1 volta all'anno allo sfalcio della vegetazione in modo da non consentire la crescita di piante ad alto fusto.

Le indicazioni del presente paragrafo dovranno essere recepite in sede di redazione del piano di monitoraggio dell'opera ed in particolare per quanto riguarda: l'attività di sfalcio, di monitoraggio visivo e topografico, la successiva attività di progettazione relativa alla correzione dell'alveo. Queste attività risulteranno a carico del gestore del ponte e le presenti indicazioni potranno costituire la base per la redazione del piano di manutenzione dell'opera dal punto di vista idraulico.