

# 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

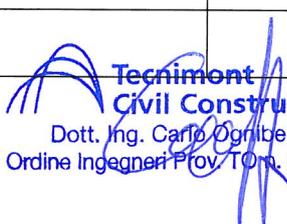
## APPROFONDIMENTI PROGETTUALI

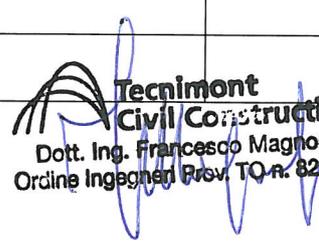
APPROFONDIMENTI PER OSSERVAZIONI REGIONE PIEMONTE  
Riscontro Osservazione n. 1 (rif. lettera prot. n. CTVA-2014-0812 del 06/03/2014)

### IDRAULICA GENERALE

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

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	Passage au statut AP / Passaggio allo stato AP	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 Magnoni  
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 8231 J

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

<b>A</b>	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>O</b>	<b>T</b>
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	<b>C3A</b>	//	//	<b>22</b>	<b>02</b>	<b>94</b>	<b>10</b>	<b>01</b>
------------------------------	------------	----	----	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

ECHELLE / SCALA



## SOMMAIRE / INDICE

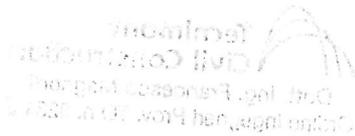
RESUME/RIASSUNTO .....	3
1. PREMESSA .....	4
2. CARATTERIZZAZIONE IDRODINAMICA DEL TRATTO IN ESAME .....	4
3. PIANO DI MONITORAGGIO E MANUTENZIONE.....	9
3.1 procedura per l'attuazione del monitoraggio .....	10
3.2 azioni e procedure a seguito di monitoraggio .....	10

## LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

<b>Figura 1</b> –Elaborato 2.2.1./1/1R: dello Studio di fattibilità - Idrogrammi di piena .....	5
<b>Figura 2</b> – Elaborato 2.2.1./1/1R: dello Studio di fattibilità curva granulometrica adottata.....	5
<b>Figura 3</b> – 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

<b>Tabella 1</b> – Elaborato 2.2.1./1/1R: dello Studio di fattibilità –tabella riassuntiva trasporto solido attuale e previsioni a medio termine.....	6
<b>Tabella 2</b> –trasporto solido in piena mc tot ad evento da formulazioni di letteratura.....	8
<b>Tabella 3</b> –franchi idraulici per tr 200 anni ponte susa condizioni di progetto.....	8
<b>Tabella 4</b> –franchi idraulici per tr 200 anni ponte susa condizioni di progetto con sovralluvionamento dell'alveo (fondo alto).....	9



## 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 Susa. Le présent document répond à l'observation n. 1 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 Susa. Il presente documento risponde all'osservazione n.1 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 ponte NLTL a Susa; le successive considerazioni vengono effettuate a partire dai risultati relativi all'analisi idraulica mono e bidimensionale e dall'analisi del trasporto solido atteso del tratto di Dora Riparia in esame, elementi sviluppati nell'ambito del progetto definitivo in oggetto e successivamente richiamati per gli elementi essenziali; per la loro analisi di dettaglio si rimanda ai documenti specifici:

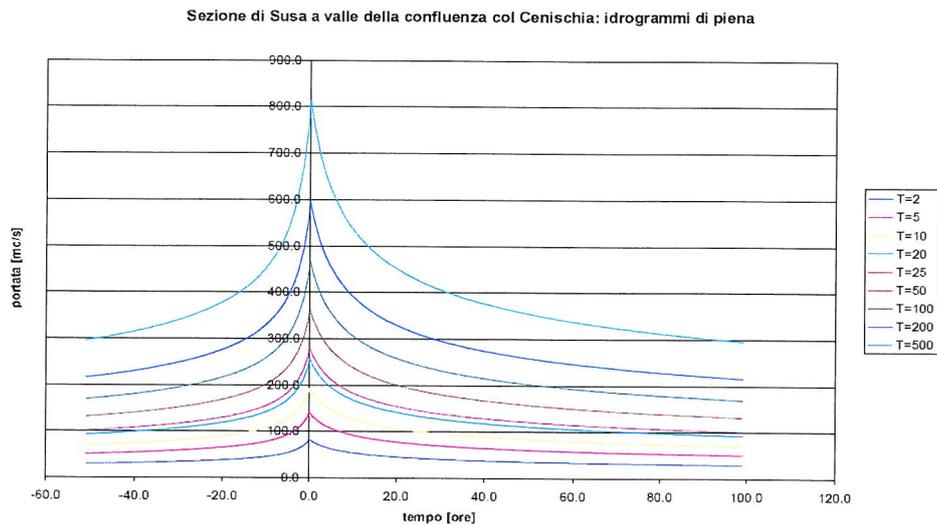
PD2\_C3A\_0045\_22-01-02\_10-01\_Relazione generale idrologica\_A  
PD2\_C3A\_0047\_22-02-02\_10-01\_Relazione idraulica generale\_A  
PD2\_C3A\_0048\_22-02-02\_10-02\_Relazione compatibilità idraulica\_A  
PD2\_C3A\_1170\_22-02-10\_10-01\_Relazione idraulica sviluppo modello bidimensionale\_A  
PD2\_C3A\_1860\_22-02-05\_10-01\_Relazione 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.1 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.

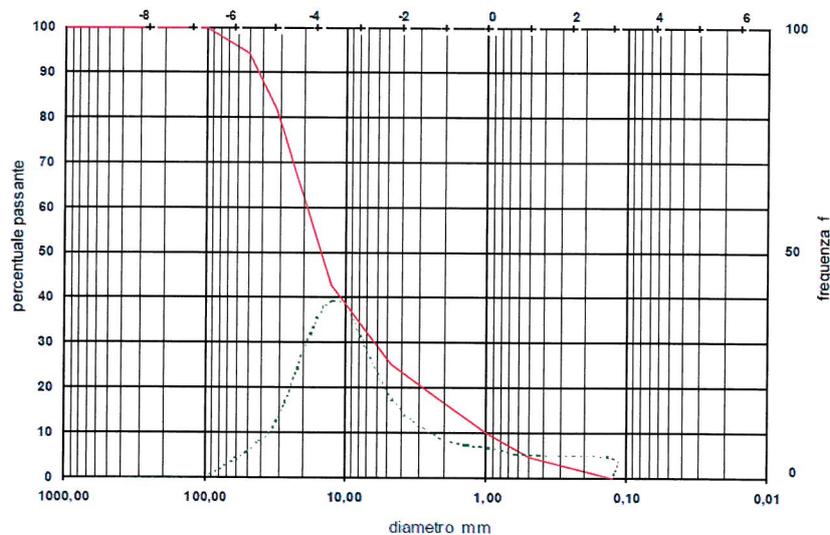
## 2. CARATTERIZZAZIONE IDRODINAMICA DEL TRATTO IN ESAME

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.

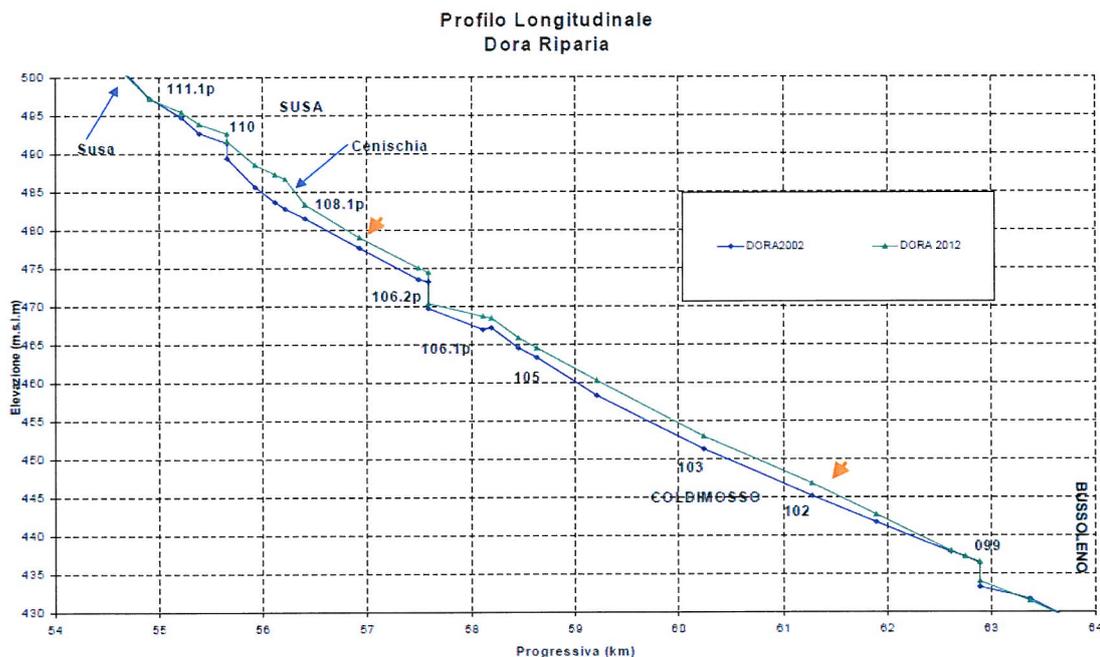


Fig 7b Profilo longitudinale attuale e previsione del modello a medio termine

Figura 3 – Elaborato 2.2.1./1/R: 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/R: dello Studio di fattibilità –tabella riassuntiva trasporto solido attuale e previsioni a medio termine

In conclusione il tratto interessato dal ponte NLTL di Susa risulta compreso tra le sezioni PAI da 106 alla 105.1 Sul suddetto tratto sono pertanto prevedibili, sulla base dei precedenti dati, degli innalzamenti delle quote di fondo stimabili in circa 1,5 m.

A questo proposito si rileva come tali valutazioni erano redatte nel 2003 e prevedevano il soprizzo nel medio termine 10-12 anni. Ad oggi tuttavia l'alveo, da una verifica visiva nella

zona del ponte, appare molto simile a quello degli anni 90 in quanto risulta ancora visibile la trave di cordolo della palificata a protezione del tracciato autostradale. È anche vero che dal 2003 ad oggi si è verificato il solo evento del 2008 con portate di un certo rilievo per la Dora nel tratto.

Non è corretto quindi ritenere le suddette previsioni disattese, è semplicemente una indicazione sul fatto che permane nel tratto una potenziale tendenza deposizionale, per tale ragione quindi risulta fondamentale la messa in atto di una procedura di monitoraggio e manutenzione.

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 Susa, circa 1 km a monte del ponte di Susa si ha la confluenza del T. Cenischia caratterizzato da un notevole apporto solido; per contro circa 2,5 km a monte del ponte di Susa è presente la diga delle Gorge di Susa che necessariamente determina una notevole riduzione di apporto solido almeno durante gli eventi di piena. Qualitativamente in evento di piena si ritiene che i due fenomeni si compensino, in quanto il maggior trasporto del Cenischia è caricato da un flusso di acqua più rilevante quantitativamente ma meno torrentizio a valle della confluenza.

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.

Rimandando all'elaborato citato in precedenza per le metodologie di calcolo e le valutazioni di dettaglio, nelle successive tabelle si riportano i principali valori in termini di portata solida volumetrica complessiva a scala di evento per i tratti in esame a monte e valle ponte NLTL di Susa. I tratti di indagine relativi all'entità del trasporto solido sono definiti con riferimento all'ubicazione delle sezioni idrauliche riportate nella tavola "PD2\_C3A\_1851\_22-02-05\_30-03\_Planimetria idraulica zone di esondazione\_Ante operam\_A". Il tratto a monte ponte Susa è compreso tra le sezioni idrauliche 330 e 320 escludendo le perturbazioni locali create dalla traversa Coldimosso. Il tratto indagato come tratto a valle ponte Susa risulta quello compreso tra le sezioni 230 e 210 escludendo le perturbazioni locali create dalla traversa irrigua.

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 in m<sup>3</sup> movimentabile a scala di evento che risulta il seguente:

formulazione	Susa monte ponte	Susa valle ponte
Schoklitsch	3670	5549
Smart Jaeggy	7644	11767

*Tabella 2 –trasporto solido in piena m<sup>3</sup> tot ad evento da formulazioni di letteratura*

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.

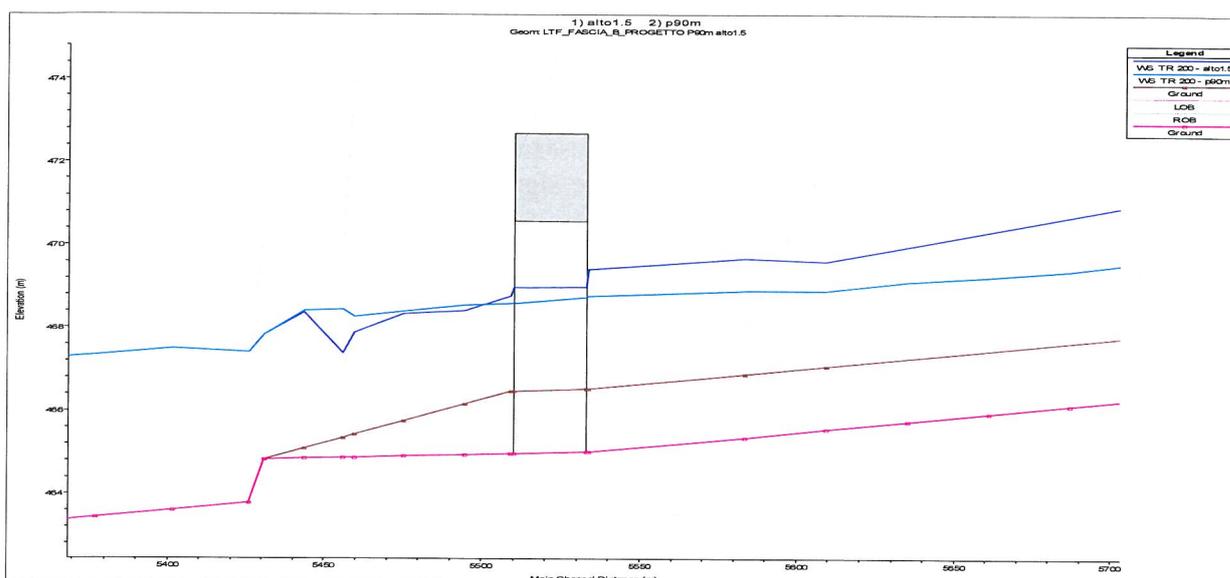
Da un punto di vista dell'assetto idraulico si riporta inoltre la verifica dei franchi del nuovo ponte NLTL, rimandando ai dettagli nell' all'elaborato PD2\_C3A\_TS3\_1170\_22-02-02\_10-01\_Relazione idraulica sviluppo modello bidimensionale.

Il calcolo dei franchi, per tempo di ritorno di 200 anni, porta alla seguente tabella:

	Quota idrometrica (msm)	Quota intradosso (msm)	Franco (m)
Luce fornice 1	468.93	471.19	2.26
Luce fornice 2	469.00	471.19	2.19
Spalla sinistra (con effetto sopralzo locale per presenza pila)	469.00	470.48	1.48
Spalla sinistra	468.87	470.48	1.61
Centro luce	468.92	470.38	1.46
Spalla destra	468.82	470.29	1.47

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

Considerata una valutazione speditiva mediante la meno approfondita modellazione 1D dedotta dalla relazione: PD2\_C3A\_1860\_22-02-05\_10-01\_Relazione tecnico-illustrativa (moto permanente)\_A; considerando una geometria a fondo innalzato di 1,5 m nel tratto si ottiene un livello in corrispondenza del ponte spalla sinistra pari a 469.39 mentre in destra si avrebbe 468.95 pertanto ancora valori compatibili con le quote di intradosso per livelli duecentennali. La geometria ed il raffronto sono i seguenti:



	Quota idrometrica di fondo alto (msm)	Quota intradosso (msm)	Franco residuo (m)
Luce fornice 1	469.39	471.19	1.8
Luce fornice 2	469.39	471.19	1.8
Spalla sinistra	469.39	470.48	1.09
Centro luce	469.17 (media)	470.38	1.21
Spalla destra	468.95	470.29	1.34

**Tabella 4** –franchi idraulici per tr 200 anni ponte Susa condizioni di progetto con sovralluvionamento dell'alveo (fondo alto)

In conclusione si ritiene l'opera sicura anche a fronte di un sovralluvionamento che innalzasse il fondo alveo di 1,5 m.

### 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 nuovo ponte consente il deflusso 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 é 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 corredata 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 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.).

Particolare attenzione dovrà essere posta alle condizioni delle traverse di fondo presenti in alveo, segnalando tempestivamente eventuali fenomeni erosivi in atto, il cui procedere in modo repentino e incontrollato nel corso di eventi di piena potrebbe costituire elemento di particolare pericolosità e rapida modificazione dell'assetto morfologico del tratto, soprattutto in termini erosivi.

### **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.

Tale rilievo dovrà rilevare nuovamente il tratto compreso tra le sezioni dalla 290 alla 240 (compresa la traversa e le opere di derivazione connesse) per la parte dell'alveo attivo. La lunghezza complessiva d'alveo indagato risulta di circa 300 m; Le sezioni dovranno comunque comprendere la sezione a monte e quella a valle dei salti di fondo, e una a valle e una a monte del nuovo ponte ferroviario.

In occasione dei successivi rilievi, a cadenza minima biennale e comunque a seguito di eventi significativi, 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.

