



REMTECH EXPO

GEOSSIMICA



CLIMETECH

Procedure e interventi di mitigazione dei fenomeni di dissesto idraulico-idrogeologico in RFI nell'ambito delle linee di giurisdizione della Direzione Territoriale Produzione di Torino



Ing. Andrea Demicheli

RFI - Direzione Territoriale Produzione
Struttura Organizzativa Ingegneria

STATI GENERALI DELL'INGEGNERIA DEL TERRITORIO

19 Settembre 2019

RemTech Expo 2019 (18, 19, 20 Settembre) FerraraFiere

www.remtechexpo.com

Direzione Territoriale Produzione (DTP) di Torino

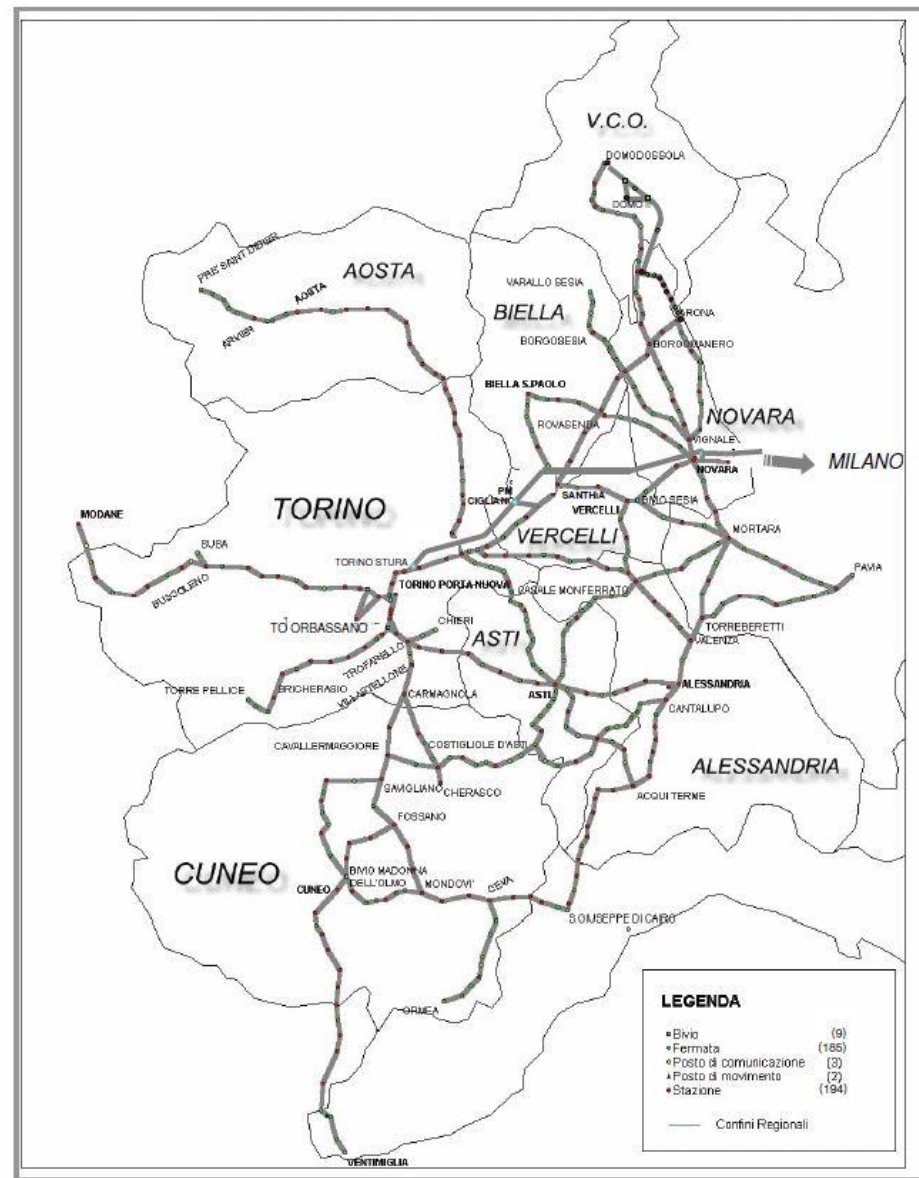
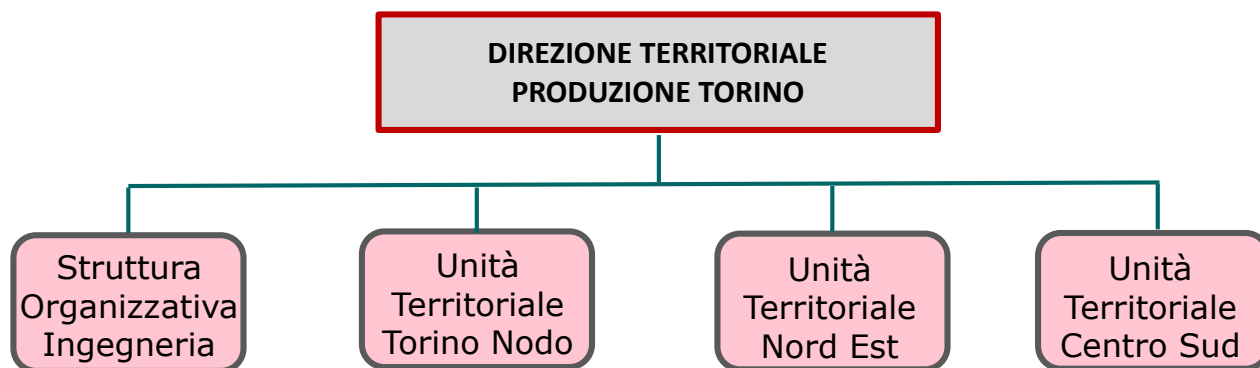
Giurisdizione della DTP di Torino

- territorio della Regione Piemonte
- territorio della Regione Autonoma della Valle d'Aosta
- piccole porzioni delle Regioni Lombardia e Liguria

Linee ferroviarie in esercizio: 1976 km

Lunghezza complessiva dei binari: 2736 km

Organizzazione della DTP di Torino



Gestione del dissesto idraulico-idrogeologico in RFI

Obiettivo e misure di mitigazione dei rischi

Obiettivo

GARANTIRE LA SICUREZZA DELL'ESERCIZIO FERROVIARIO RISPETTO AI RISCHI IDRAULICO ed IDROGEOLOGICO

Rischio idraulico

Effetti indotti sul territorio dal superamento dei livelli idrometrici critici lungo i corsi d'acqua principali

Rischio idrogeologico

Effetti indotti sul territorio dal superamento dei livelli pluviometrici critici lungo i versanti, dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua della rete idrografica minore e di smaltimento delle acque piovane

Misure di mitigazione dei rischi

Misure preventive di tipo NON STRUTTURALE

Procedure operative:

- **Vigilanza straordinaria** in caso di previsione di avverse condizioni meteorologiche
- **Procedure di esercizio transitorio** per ponti con caratteristiche di inadeguatezza idraulica, definite dalle autorità idrauliche competenti e recepite da RFI

Misure di tipo STRUTTURALE

Interventi infrastrutturali che consentono di mitigare il rischio idraulico ed idrogeologico a cui è esposta l'infrastruttura ferroviaria e di migliorare l'assetto del territorio

Richiedono di norma risorse finanziarie ingenti ed una pianificazione pluriennale

Punti singoli della rete DTP Torino oggetto del piano di mitigazione dei rischi idraulico e idrogeologico

Criteri di individuazione dei punti singoli lungo l'infrastruttura

- ✓ Tratti di linea intersecanti le aree definite nel PAI (Piano Assetto Idrogeologico), nel PGRA (Piano di Gestione Rischio Alluvioni) e nell'IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia)
- ✓ Criticità locali risultanti dalle attività di vigilanza periodica delle Unità Manutentive di RFI sulle linee di giurisdizione
- ✓ Occorrenza pregressa di eventi significativi

Tipologia di fenomeni

- Esondazione per attraversamento o parallelismo di un corso d'acqua, nonché trasporto solido ed erosione
- Frane di crollo, frane di scivolamento roto traslazionale, cedimento della piattaforma
- Caduta massi

N. punti singoli per tipologia

450

151

44

TOT. PUNTI SINGOLARI

645

Gestione del database dei punti singoli

ID	Codice Linea	Linea	Località /Tratta	Da Km	A Km	Tipo di criticità	Sede Tecnica	Sede Tecnica punto singolo	UM	Div. ubic.	NM/CdL	Codici attività di vigilanza
9	L200	MODANE - TORINO	BEAULARD-OUJX	76,168	76,251	Alluvione	TR0881	TR0881-SD-CS00-P50-AL4	UMLV1	TOM1	Bardonecchia	A
10	L200	MODANE - TORINO	BEAULARD-OUJX	74,07	75,58	Alluvione	TR0881	TR0881-SD-CS00-P50-AL2	UMLV1	TOM1	Bardonecchia	A

Vigilanza straordinaria in caso di avverse condizioni meteorologiche

Metodologia operativa

		METODOLOGIA OPERATIVA per l'attivazione della Vigilanza Straordinaria in caso di previsione di avverse condizioni meteorologiche o criticità idrogeologiche e idrauliche				
RFI DPR DTP_TO SIGS		MO 06 1 06	FOGLIO 1 di 140			
METODOLOGIA OPERATIVA PER L'ATTIVAZIONE DELLA VIGILANZA STRAORDINARIA IN CASO DI PREVISIONE DI AVVERSE CONDIZIONI METEOROLOGICHE O CRITICITÀ IDROGEOLOGICHE E IDRAULICHE NELLE LINEE DI GIURISDIZIONE DELLA DTP DI TORINO						
Parte	Titolo					
PARTE I	I.1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE					
	I.2 RIFERIMENTI LEGISLATIVI					
	I.3 DEFINIZIONI					
	I.4 ABBREVIAZIONI					
PARTE II	II.1 GESTIONE DEL SISTEMA DI ALLERTAMENTO PER IL DISSESTO IDROGEOLOGICO E IDRAULICO					
	II.2 ATTIVAZIONE DELLA VIGILANZA STRAORDINARIA					
	II.3 CRITERI PER L'ESECUZIONE DELLA VIGILANZA STRAORDINARIA					
PARTE III	ALLEGATI 1 - 11					
	ALLEGATO 12 - DOCUMENTO SEPARATO - SCHEDE RIEPILOGATIVE DI DETTAGLIO PER LE U.M. LV / N.M. LV DELLA DTP TO PER LO SVOLGIMENTO DELLE ATTIVITÀ DI VIGILANZA					
Rev.	Data di approvazione	Descrizione modifica	Redatto	Verificato (RUT-RING-RSIGS)	Approvato (RDTP)	Data di entrata in vigore
6	01/12/2018	Emissione a seguito aggiornamento: Regione Piemonte DGR n. 59-7320 del 30/07/2018. Modificato: Paragrafi I.1; I.2.1; I.1.2.2; I.2.2; II.2.5; II.2.7; II.2.10; Allegato 5. Allegato 11; Allegato 12.	 Riccardo Pigo	Demicheli Andrea (VI) Favretto Vittorio (VS) Catalano Filippo 	 Riccardo Pigo	31/12/2018

Verifica meteo

- Un agente RFI appositamente incaricato (il Coordinatore Esercizio Infrastruttura) effettua la verifica circa la situazione meteorologica in base ai bollettini/avvisi emessi dal Sistema di Allertamento Regionale

Comunicazione allerta alle figure responsabili

- Il Coordinatore Esercizio Infrastruttura comunica lo stato di allerta meteo ai Responsabili delle Strutture di RFI interessate sul territorio (Capo Unità Manutentiva, Dirigente Unità Territoriale, Dirigenti e Quadri reperibili)

Valutazione attivazione vigilanza straordinaria

- Il Capo Unità Manutentiva attua l'attivazione delle azioni di vigilanza straordinaria in base al livello di allerta meteo, alle condizioni meteo effettivamente riscontrate e all'evolversi delle stesse

Effettuazione vigilanza straordinaria

- Si effettua la vigilanza straordinaria in corrispondenza di punti singolari individuati lungo l'infrastruttura, svolgendo verifiche prestabilite in base alla tipologia di dissesto

Esito vigilanza straordinaria

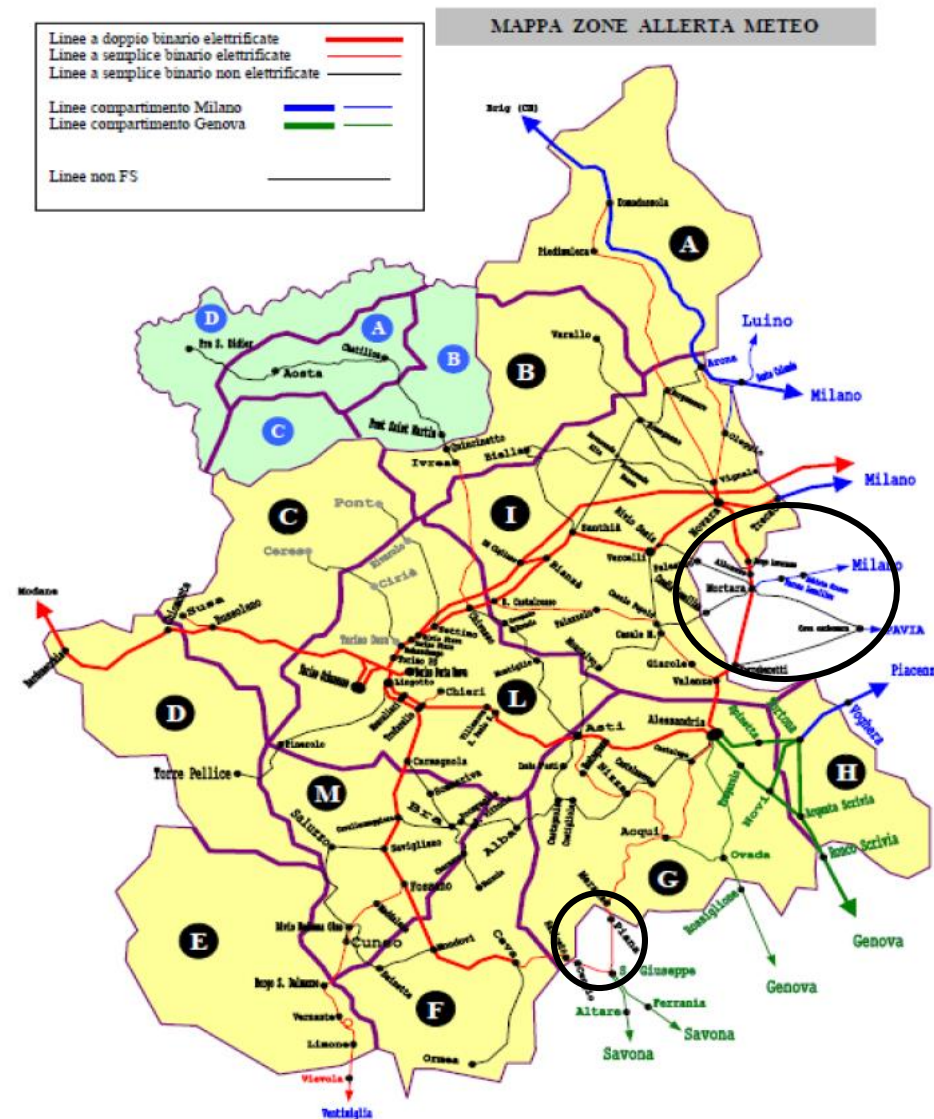
- In base agli esiti delle verifiche di vigilanza straordinaria, si adottano i provvedimenti più opportuni riguardo la circolazione dei treni, compresa l'istituzione di rallentamenti o l'interruzione della linea

Sistemi di allertamento regionale di riferimento

DTP Torino

La DTP di Torino ha come riferimento i sistemi di allertamento della Regione Piemonte e della Regione Valle d'Aosta, che prevedono la suddivisione del territorio in **ZONE di ALLERTA**, ossia **ambiti territoriali omogenei per tipologia e severità degli eventi attesi e dei relativi effetti**.

- **La Regione Piemonte è divisa in 11 Zone di Allerta, da A ad M;** le linee di giurisdizione della DTP di Torino ricadono in tutte le zone di allerta, eccetto la zona di allerta H.
- **La Regione Valle D'Aosta è divisa in 4 Zone di Allerta, da A a D;** le linee di giurisdizione della DTP di Torino ricadono in tutte le zone di allerta, eccetto la zona di allerta C.
- Le piccole porzioni della Regione Lombardia e della Regione Liguria di competenza della DTP di Torino sono incluse, poiché assimilabili idrologicamente, rispettivamente alle zone di allerta I e G della Regione Piemonte.



Attivazione ed effettuazione della vigilanza straordinaria

Metodologia operativa



● ALLERTA ROSSA
● ALLERTA ARANCIONE
● ALLERTA GIALLA
● NESSUNA ALLERTA

Livello di allerta giallo

Situazioni di criticità ordinaria

Attivazione della vigilanza associata a controlli localizzati, con particolare riguardo nei confronti della possibile evoluzione degli eventi meteo

Attivazione della vigilanza



● ALLERTA ROSSA
● ALLERTA ARANCIONE
● ALLERTA GIALLA
● NESSUNA ALLERTA



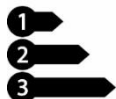
● ALLERTA ROSSA
● ALLERTA ARANCIONE
● ALLERTA GIALLA
● NESSUNA ALLERTA

Livello di allerta arancione/rosso

Situazioni di criticità moderata/elevata

Esecuzione della vigilanza straordinaria estesa ai punti singoli della zona di allerta

Esecuzione della vigilanza



Priorità

Punti singoli associati a condizioni di rischio più elevate in presenza di condizioni meteo avverse.

Modalità

1. Visita linea preventiva con carrello/ mezzo d'opera/ a piedi, ripetuta in base all'evoluzione dei fenomeni;
2. Presenziamento/ vigilanza fissa del punto singolo;
3. Visita di controllo in cabina, ripetuta in base all'evoluzione dei fenomeni.



Durata

La vigilanza va eseguita durante tutto il periodo di persistenza delle avverse condizioni meteorologiche e va mantenuta per non meno di 12 ore successivamente al cessare delle precipitazioni.



Verifiche di vigilanza straordinaria su punti singoli a rischio caduta massi e frane

Controlli di tipo «M» per rischio caduta massi

- M-01 Presenza di massi in prossimità della sede
- M-02 Indizi di nuovi crolli
- M-03 Efficienza delle barriere paramassi
- M-04 Efficienza dei muri e/o dei valli paramassi
- M-05 Efficienza delle reti di contenimento



Controlli di tipo «F» per rischio frana

- F-01 Presenza di materiale in prossimità della sede
- F-02 Indizi di dissesto sulle scarpate a monte/valle della sede
- F-03 Presenza di acqua in prossimità della sede
- F-04 Presenza di difetti del binario
- F-05 Efficienza delle opere d'arte
- F-06 Efficienza delle opere idrauliche
- F-07 Efficienza delle opere di contenimento



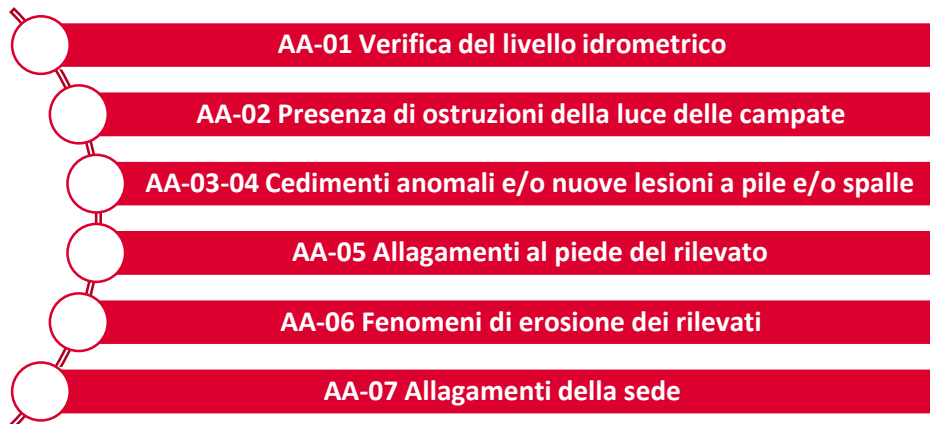
Azioni in esito ai controlli che evidenziano situazioni critiche:

- Presenziamento del punto singolo
- Rallentamento
- Interruzione della circolazione

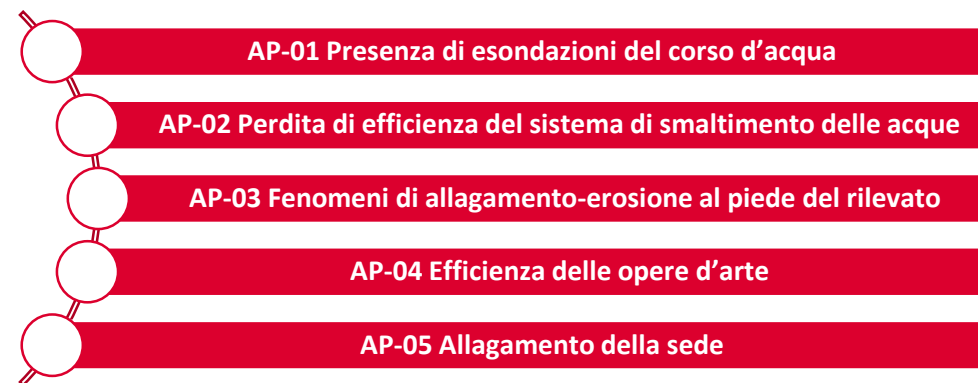


Verifiche di vigilanza straordinaria su punti singoli a rischio alluvione-erosione

Controlli di tipo «AA» per rischio alluvione-erosione in caso di attraversamento



Controlli di tipo «AP» per rischio alluvione-erosione in caso di parallelismo



Asti - evento alluvionale 21-25 novembre 2016



Azioni in esito ai controlli che evidenziano situazioni critiche:

- Presenziamento del punto singolare
- Rallentamento
- Interruzione della circolazione



In particolare, la circolazione dei treni è interrotta quando la quota idrometrica raggiunge il livello di sicurezza.

Verifica livelli idrometrici

Livelli di guardia e di sicurezza in base alle indicazioni della Direttiva Infrastrutture dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po

Livello di guardia

Livello per cui è necessario attivare il presenziamento del ponte e/o valutare tempestivamente eventuali provvedimenti sulla circolazione

Livello di sicurezza

Livello per cui si impone l'interruzione della circolazione

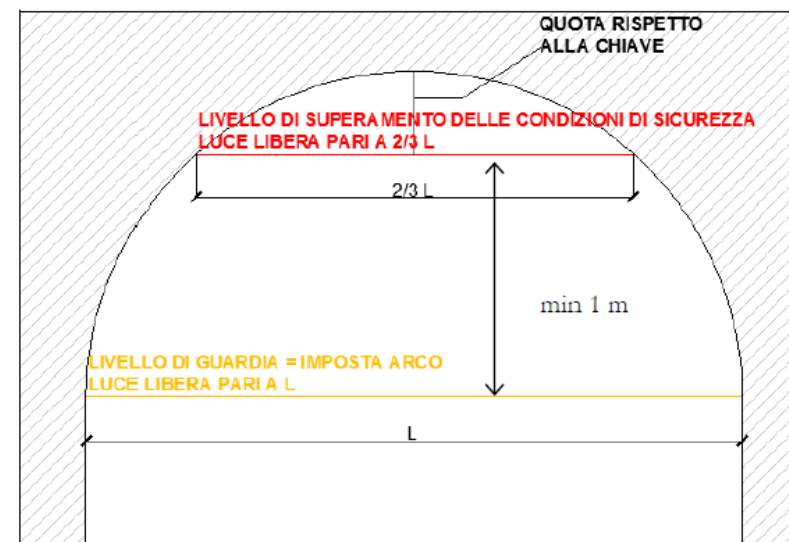
I due livelli si discostano per il **FRANCO IDRAULICO:**

$$Franco \geq \max \left(1 \text{ m}; \frac{1}{2} \frac{v^2}{2g} \right)$$

Ponte ad impalcato retto



Ponte ad arco



Verifica livelli idrometrici

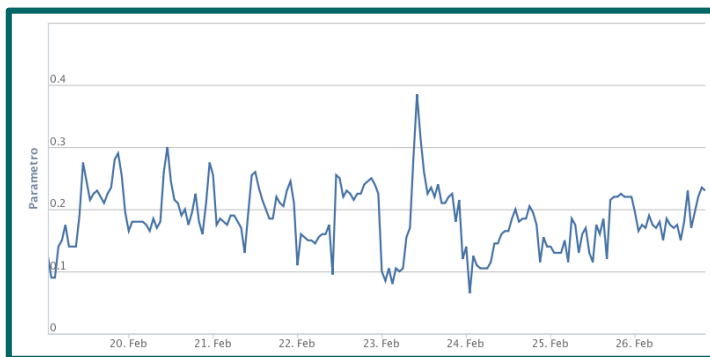
Modalità

Monitoraggio da remoto

Consultazione dei livelli idrometrici da remoto attraverso un **sistema di monitoraggio basato su tecnologia radar**, che consente di acquisire, trasmettere, elaborare, memorizzare dati e di segnalare il superamento di determinate soglie.

Nella DTP di Torino è in corso l'installazione di tale sistema su 30 ponti ferroviari.

Questa tecnologia consentirà di evitare la vigilanza straordinaria dei ponti monitorati fino al raggiungimento del livello di guardia; a partire da tale livello, sarà comunque richiesto il presenziamento in sito del fenomeno.



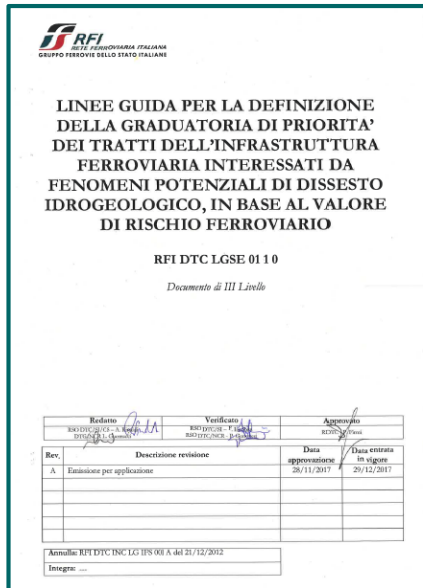
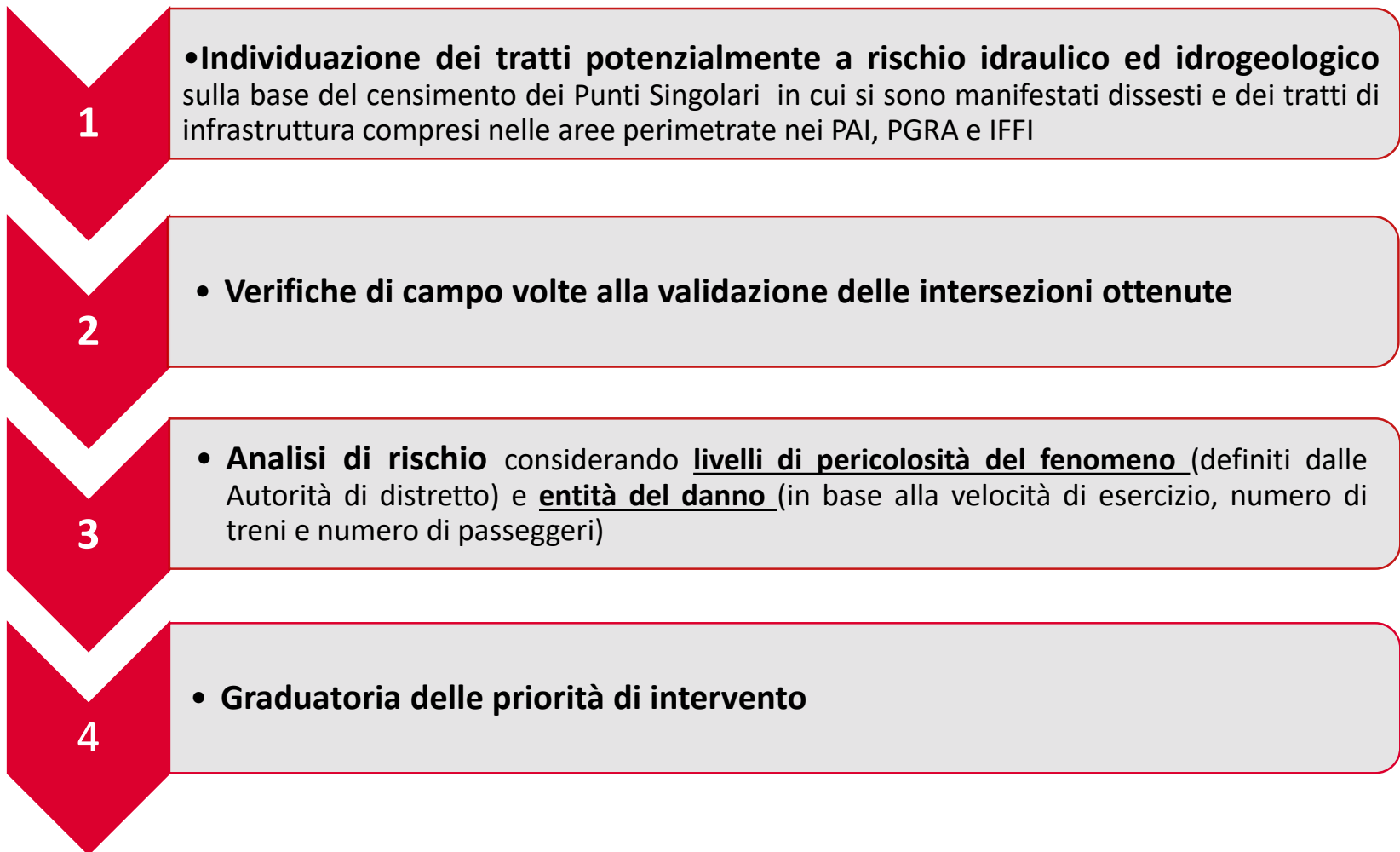
Monitoraggio attraverso visite puntuali o presenziamento in sito

Lettura dei livelli idrometrici attraverso un'asta idrometrica posta in una sezione adeguata in prossimità del ponte e compilazione di un report delle misure idrometriche e delle osservazioni

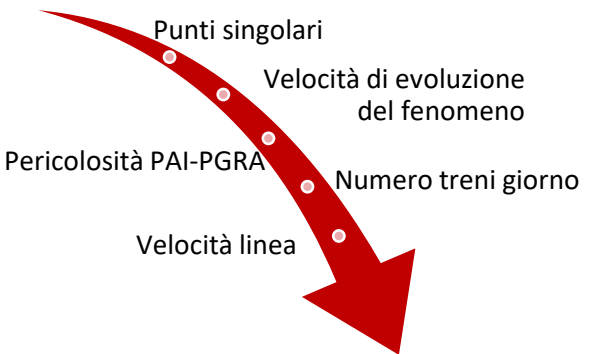
Ponte sul fiume _____ al Km _____ della linea _____							
Sede Tecnica							
(*) Riferimento livello di guardia							
(*) Riferimento livello di sicurezza							
(**) Livello di guardia							
(**) Livello di sicurezza							
data	ora	misura idrometrica (**)	Δ rispetto al livello di guardia	Δ rispetto al livello di sicurezza	note relative a: ostruzioni, scalzamenti, erosioni, allagamenti, cedimenti, etc.	Altro	Nominativo Incaricato della visita

Misure di mitigazione di tipo strutturale

Piano nazionale RFI degli interventi di mitigazione del dissesto idraulico-idrogeologico



**FATTORI INCIDENTI
L'ANALISI
DI RISCHIO**



Investimenti per la mitigazione del rischio idraulico-idrogeologico negli anni 2014-2018

DTP Torino

- Realizzazione di reti allarmate paramassi sulla linea Chivasso-Aosta nella tratta Chatillon-Chambave



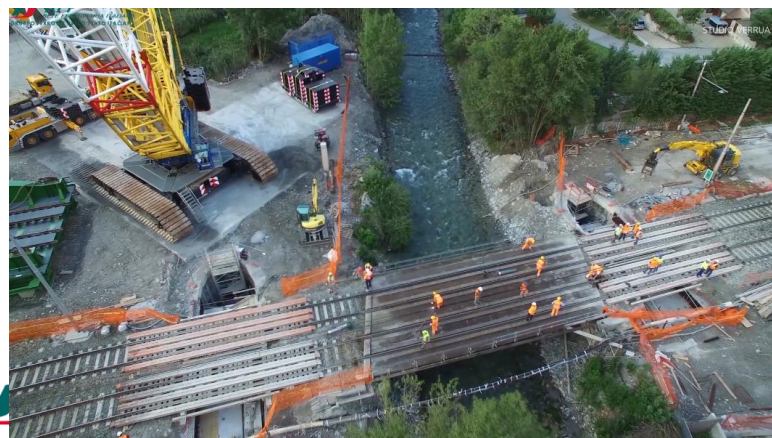
Anno	Consuntivato [€]
2014-2015	€ 9.923.467
2016	€ 18.493.673
2017	€ 16.278.766
2018	€ 19.454.723
TOT.	€ 64.150.629

**Punti
singolari
oggetto
di
interventi
86**

- Manutenzione straordinaria delle opere di protezione delle fondazioni dei ponti sul Fiume Sesia al km 20+966 della linea Novara-Biella (Ghislarengo) e al km 79+072 della linea Torino-Milano (Vercelli)



- Adeguamento idraulico del ponte ferroviario sul Torrente Dora di Cesana al km 72+470 della linea Torino-Modane



- Interventi coordinati di ripristino dei sistemi di raccolta acque, realizzazione di drenaggi profondi e inerbimento scarpate con funzione antiersiva e rinaturalizzante a Santa Vittoria d'Alba sulla linea Cantalupo-Cavallermaggiore nella tratta Alba-Bra



Adeguamento idraulico del ponte sul Torrente Dora di Cesana a Oulx (Linea Torino-Modane)

Il ponte a campata unica è risultato **INCOMPATIBILE** per una portata di 297 m³/s (T_r=200 anni), con condizioni di **SORMONTO** e di **POTENZIALE RISCHIO** per il territorio circostante.

Interventi previsti

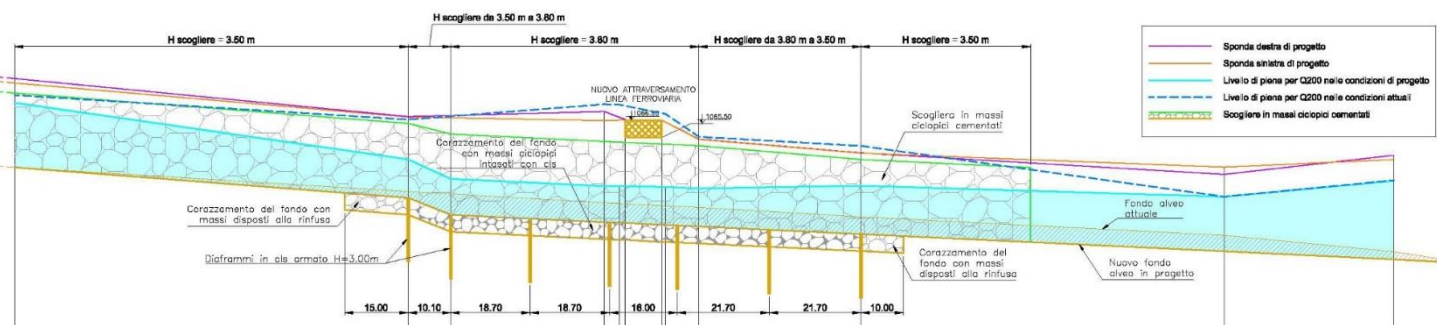
- ✓ **Incremento della luce del ponte (lavori completati nel 2018)**
 - Realizzazione delle nuove spalle in c.a. a tergo delle spalle esistenti senza interrompere l'esercizio ferroviario
 - Sostituzione della travata metallica originaria con nuovo impalcato metallico (assemblato fuori opera), di luce totale maggiore, in interruzione dell'esercizio ferroviario
 - Demolizione delle spalle originarie in conci di pietra

- ✓ **Ricalibratura dell'alveo per circa 350 metri (lavori in corso d'opera)**
 - Corazzamento di parte del fondo alveo ricalibrato e realizzazione di difese spondali con massi al fine di contrastare i fenomeni erosivi indotti dalle modifiche apportate sul regime di deflusso
 - Posa in opera di diaframmi trasversali per evitare fenomeni di sifonamento



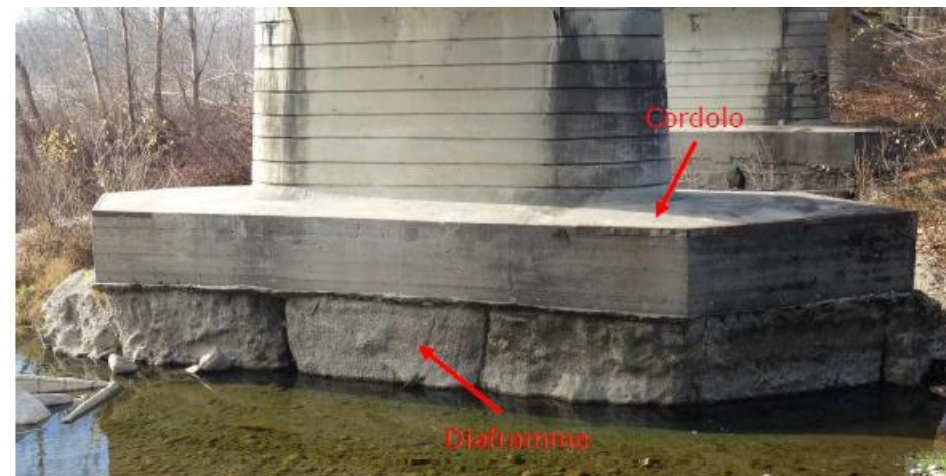
Luce totale del nuovo ponte: 34,69 m (contro 17,78 m ante-intervento)

Luce netta del nuovo ponte: 34,02 m (contro 15,00 m ante-intervento)



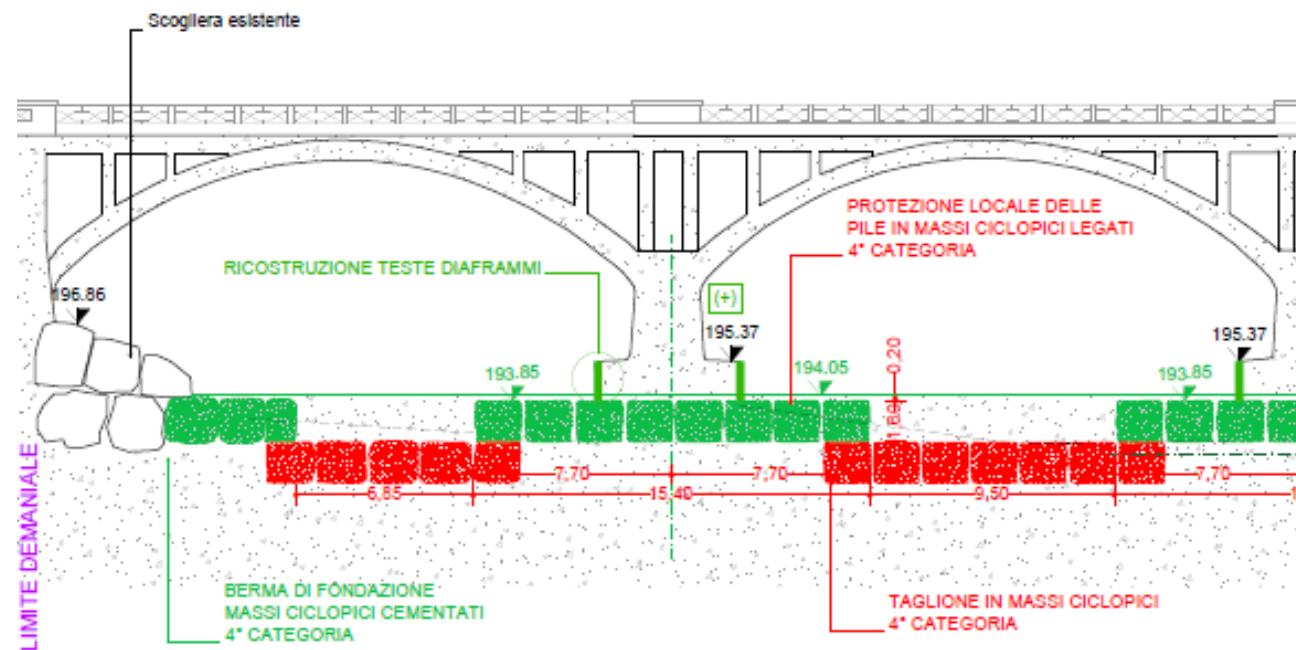
Manutenzione straordinaria delle opere di protezione delle fondazioni del ponte sul Fiume Sesia a Ghislarengo (linea Novara-Biella)

Un confronto fra i rilievi batimetrici effettuati periodicamente ha mostrato la **tendenza all'abbassamento del fondo alveo in corrispondenza di alcune pile.**

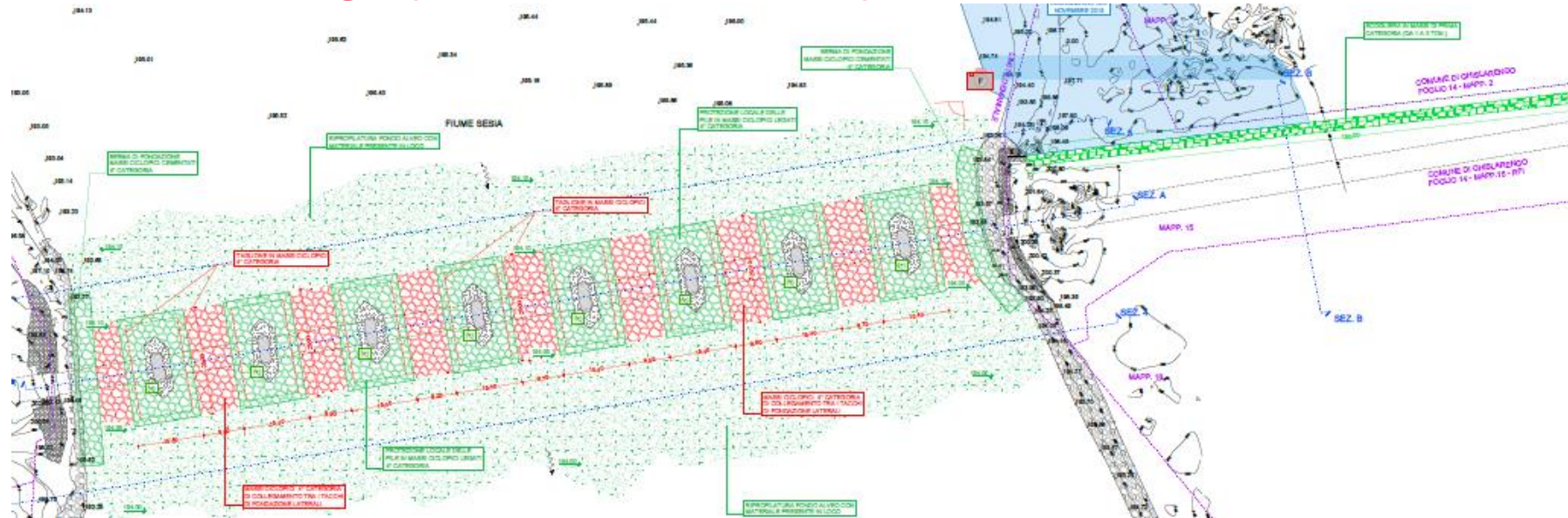


Interventi eseguiti

- ✓ Ripristino della parte sommitale dei diaframmi in c.a.
- ✓ Protezione locale delle pile con massi ciclopici di IV categoria, con approfondimento perimetrale
- ✓ Ripristino della berma di fondazione delle spalle con massi ciclopici cementati di IV categoria
- ✓ Posa di massi ciclopici di IV categoria di collegamento fra i tacchi di fondazione laterali
- ✓ Realizzazione di scogliera in massi ciclopici a protezione del rilevato di accesso a monte in sponda sinistra



Manutenzione straordinaria delle opere di protezione delle fondazioni del ponte sul Fiume Sesia a Ghislarengo (linea Novara-Biella)



Interventi antiersivi e di stabilizzazione del versante a Santa Vittoria d'Alba (Linea Cantalupo - Cavallermaggiore)

Natura del dissesto

- Riattivazioni di dissesti pregressi (1976-1978) sia di tipo corticale che profondo
- Scivolamenti di tipo rotazionale e traslativo e movimenti di materiali fini
- Degrado del sistema di raccolta e convogliamento delle acque superficiali complementare alle opere di sostegno esistenti
- Innesco di fenomeni di erosione localizzata, penetrazione di acqua tra zolle dislocate con formazione di inghiottitoi e zone depresse

Interventi eseguiti

- ✓ Risagomatura delle scarpate mediante eliminazione di porzioni di coltre superficiale potenzialmente instabili e stabilizzazione dei settori locali di accumulo del materiale dislocato mediante drenaggi profondi
- ✓ Eliminazione degli inghiottitoi mediante impermeabilizzazione dei compluvi
- ✓ Ricostruzione completa di una estesa rete di canalizzazioni superficiali adoperando tecniche di ingegneria naturalistica
- ✓ Realizzazione di nuovi tratti di muro ad integrazione delle opere di sostegno esistenti e realizzazione di opere di presidio passivo consistenti in barriere flessibili per il contenimento di potenziali colate detritiche superficiali



Interventi antierosivi e di stabilizzazione del versante a Santa Vittoria d'Alba (Linea Cantalupo - Cavallermaggiore)

Interventi eseguiti

- ✓ **Inerbimento delle superfici con la “TECNICA PRATI ARMATI®”:**
 - piantumazione all’interno delle canalette di **briglie vegetali realizzate mediante trapianto di piante a radicazione profonda** con l’obiettivo di rallentare la velocità di deflusso dell’acqua, fungere da filtro a eventuale materiale solido trasportato, preservare la funzionalità dell’opera di captazione e ridurre l’esigenza di interventi manutentivi



- **idrosemina diffusa per il blocco dell’erosione e l’isolamento del versante da forti precipitazioni**



Pianificazione per la mitigazione del rischio idraulico-idrogeologico triennio 2019-2021

DTP Torino

Interventi previsti per mitigare FENOMENI DI VERSANTE (TOT. € 17.016.000)

- **Opere di stabilizzazione superficiale**

Tratta S. Paolo Solbrito-Villafranca della linea Torino-Genova,...

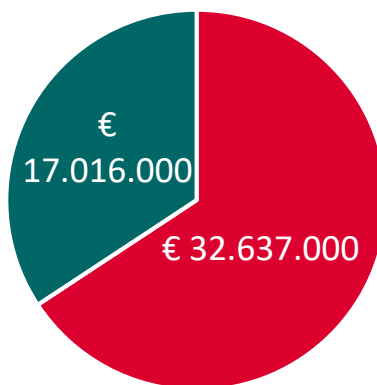
- **Opere di protezione caduta massi**

Tratta Pettenasco-Orta Miasino della linea Vignale-Domodossola, tratta Montjovet-Chambave della linea Chivasso-Aosta, ...

- **Muri di contenimento in c.a.**

Tratta Valenza-Valmadonna della linea Alessandria-Arona, linea Trofarello-Chieri, tratta S. Vittoria-Pocapaglia della linea Cantalupo-Cavallermaggiore...

TOT. € 49.653.000



Interventi previsti per mitigare ALLUVIONE (TOT. € 32.637.000)

- **Monitoraggio idrometrico ponti**

- **Opere di difesa spondale e di protezione dall'erosione**

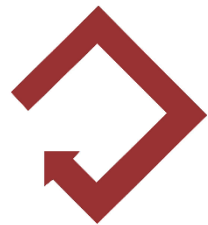
Ponte sul Fiume Po (tratta Valenza-Valmadonna) della linea Alessandria-Arona, ponte sul Torrente Agogna (tratta Ponzana-Novara) della linea Torino-Milano, ponte sul Fiume Stura di Demonte (tratta Fossano-Trinità B.V.) della Linea Torino-Savona, ponte sul Fiume Po (tratta Bivio Sangone-Moncalieri) della linea Torino-Genova...

- **Interventi di adeguamento idraulico di ponti**

Ponte sul Torrente Banna (tratta Pessione-Villanova) della linea Torino-Genova, ponte sul Torrente Terdoppio (tratta Novara-Treccate) della linea Torino-Milano, completamento lavori ponte sul Torrente Dora di Cesana (tratta Salbertrand-Oulx) della linea Torino-Modane

Ponte sul Fiume Po (Valenza)





REMTECH EXPO

GEOSSIMICA



CLIMETECH

GRAZIE PER L'ATTENZIONE



Ing. Andrea Demicheli

Rete Ferroviaria Italiana – DTP Torino – Responsabile S.O. Ingegneria

a.demicheli@rfi.it