

S.F.T.R.F. S.A.
Société Française du Tunnel du Fréjus
S.I.T.A.F. S.p.A.
Società Italiana Traforo Autostradale Fréjus

TRAFORO AUTOSTRADALE DEL FREJUS

GALLERIA DI SICUREZZA

OPERE ESTERNE LATO ITALIA:

RECUPERO AMBIENTALE E OPERE DI MITIGAZIONE

PROGETTO DEFINITIVO 2006

Relazione descrittiva delle opere di mitigazione

 **LOMBARDI SA**
INGENIEURS-CONSEILS

 **SITEC** engineering s.r.l.

Collaborazione specialistica

Dr. Agr. Angèle Barrel



INDICE

1.	PREMESSA.....	2
2.	INDIVIDUAZIONE DELLE MITIGAZIONI	2
3.	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE	5
3.1	Interventi di mitigazione in fase di cantiere	5
3.1.1	Sistemazioni idrauliche.....	5
3.1.1.1	Alveo e sponde del torrente Rochemolles	5
3.1.1.2	Opere per lo smaltimento delle acque nell'area di cantiere	11
3.1.2	Opere di schermatura	12
3.1.2.1	Barriere vegetali	12
3.1.2.2	Barriere fono-assorbenti	15
3.1.3	Sistemazione viabilità di cantiere	16
3.1.4	Sistemazione dell'area di cantiere	16
3.1.4.1	Azioni mitiganti nella predisposizione dell'area di cantiere.....	16
3.1.4.2	Azioni mitiganti nella gestione del cantiere.....	17
3.2	Interventi di mitigazione in fase di fine cantiere.....	17
3.2.1	Sistemazioni idrauliche.....	17
3.2.1.1	Rete smaltimento acque piovane	17
3.2.2	Sistemazione a verde	18
3.2.2.1	Opere a verde delle aree esterne agli edifici	18
3.2.2.2	Mascheramento di alcune opere civili	19
3.2.3	Recupero ambientale.....	19
3.2.3.1	Rifacimento dell'imbocco del Tunnel con una struttura spaziale ad archi inclinati in c.a.	19
3.2.3.2	Recupero della zona di cantiere dell'imbocco del tunnel.....	20
3.2.3.3	Riqualficazione ambientale dell'area di cantiere	20
3.2.3.4	Recupero ambientale relativo alla viabilità di cantiere	20
4.	BREVE DESCRIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE (PMA)	21
5.	ANALISI DEI COSTI	24

1. PREMESSA

Nella presente relazione vengono illustrate le opere di sistemazione a verde, recupero ambientale e rinaturalizzazione da realizzarsi nell'ambito del progetto della costruzione della galleria di sicurezza del traforo autostradale del Fréjus - lato Italia.

Tali opere rientrano nelle misure di mitigazione previste dal VIA e successive integrazioni, oltre a quelle indicate nelle prescrizioni della Commissione Speciale di Valutazione di Impatto Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.

È importante sottolineare che tutte le opere di sistemazione a verde, ripristino ambientale e rinaturalizzazione proposte sono sviluppate applicando, ove possibile, le tecniche dell'ingegneria naturalistica, così come indicato nella prescrizione n.13 della Commissione. Nella relazione viene, inoltre, descritto brevemente il Piano di Monitoraggio Ambientale così come indicato nel VIA e secondo le linee guida predisposte dalla Commissione Speciale VIA. Tutti gli interventi di mitigazione sono stati pensati e progettati nell'ottica di ridurre al massimo l'impatto ambientale e sono parte integrante del piano di monitoraggio ambientale.

2. INDIVIDUAZIONE DELLE MITIGAZIONI

Come indicato nei documenti relativi al VIA (gs90RT25 - gs90RT26 - gs90RT27 - gs90RT28 del 27/11/2004) e nell'integrazione per la Commissione VIA redatta nel mese di aprile 2004 sono stati previsti degli interventi di sistemazione a verde, ripristino ambientale e rinaturalizzazione, rientranti nelle opere di mitigazione.

Nei documenti sopraccitati viene, inoltre, illustrato il contenuto del PMA e la struttura del documento relativo da predisporre in fase di progetto definitivo.

In particolare le opere e le attività di mitigazione di tipo ambientale individuate sono di seguito riassunte:

a) Componente ATMOSFERA E CLIMA

- Copertura e bagnatura degli inerti stoccati e dei carichi, lavaggio regolare delle piste e dei mezzi di cantiere;

- Schermatura dell'area di cantiere con interventi di mascheramento con apposite quinte vegetali arboree e arbustive.

b) Componente AMBIENTE IDRICO

Nell'area di cantiere:

- raccogliere e convogliare nella rete fognaria esistente le acque reflue civili;
- predisporre apposite piazzole pavimentate ove eseguire le operazioni di manutenzione e riparazione dei mezzi;
- posizionare serbatoi fissi contenenti idrocarburi e liquidi inquinanti su piattaforme di contenimento opportunamente studiate per evitare lo sversamento di tali sostanze nel reticolo idrografico;
- curare la manutenzione dei mezzi d'opera per contenere il gocciolamento di lubrificanti;
- prevedere un apposito impianto per trattare le acque di lavaggio delle autobetoniere;
- predisporre appositi bacini di decantazione per le acque piovane del campo industriale, delle aree di lavoro e stoccaggio materiale e delle piste.

c) Componente SUOLO E SOTTOSUOLO

In merito al materiale di smarino:

- contenimento delle dimensioni dello stoccaggio utilizzando parte del materiale per il ritombamento della galleria artificiale;
- Eventuale utilizzo di nuovi siti per il deposito.

d) Componente VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA E ECOSISTEMI

- realizzazione di impianti costituiti da specie arboree autoctone (pino silvestre, pino uncinato, larice) riprendendo la tendenza della vegetazione naturale circostante e arbusti da inserire a macchie. Gli impianti arborei dovranno essere realizzati mediante la tecnica dei microcollettivi monospecifici. La messa a dimora dovrà essere fatta secondo i criteri di corretta esecuzione (scelta di piante garantite esenti da malattie, corretto posizionamento del colletto, utilizzo di pali di sostegno, ancoraggi e legature, periodo ottimale d'impianto);
- utilizzo di materie prime rinnovabili;

- interventi di recupero ambientale attraverso il modellamento dei materiali stoccati, il riporto di terreno agrario superficiale (in parte costituito dall'accantonamento degli strati fertili del suolo delle zone del cantiere);
- formazione di strutture di salvaguardia con l'impianto di arbusti lungo il perimetro del cantiere (fasce di vegetazione con carattere di rifugio per la fauna);
- accorgimenti per la riduzione delle polveri nelle aree di cantiere al fine di limitare il trasporto di polveri sulla vegetazione circostante e nei corsi d'acqua mediante quinte vegetali e reti antipolvere;
- Scelta di tecniche appropriate quali l'idrosemina, drenaggio con canalette in pietrame, riporto di terreno idoneo sul materiale di smarino per favorire lo sviluppo della vegetazione;
- Interventi di riqualificazione ambientale all'imbocco del tunnel;
- Interventi di ricucitura e di ripristino attraverso l'utilizzo di specie locali selezionate.

e) Componente RUMORE E VIBRAZIONI

- Impiego di barriere antirumore temporanee.

f) Componente PAESAGGIO E PATRIMONIO STORICO

Nell'area di cantiere

- interventi di recupero ambientale al fine di ricreare un ambiente naturaliforme;
- mascheramento con una barriera visiva realizzata attraverso l'impianto di gruppi arborei e arbustivi.

Nella zona del traforo e dei servizi

- riorganizzazione del piazzale mediante sistemazione a verde;
- mascheramento di alcune opere edili (interramento, copertura solai, balconi e spazi verdi);
- rifacimento dell'imbocco del tunnel con una struttura di elevato pregio architettonico realizzata con archi in calcestruzzo ad andamento parabolico;
- Interventi di riqualificazione ambientale all'imbocco dei tunnel;
- Interventi di ricucitura e di ripristino attraverso l'utilizzo di specie locali selezionate.

3. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

3.1 Interventi di mitigazione in fase di cantiere

Gli interventi rientranti in questa categoria hanno lo scopo di mitigare gli effetti sulle componenti ambientali durante le attività di cantiere oppure di minimizzare i potenziali impatti sull'ambiente circostante.

In questo capitolo sono, inoltre, descritte le opere definitive, da realizzarsi in fase di predisposizione del cantiere, con lo scopo di mitigare gli impatti durante la realizzazione della galleria e che permarranno anche dopo lo smantellamento del cantiere come opere definitive. Tali opere sono considerate come interventi di recupero ambientale (es. sistemazione idraulica Rochemolles, barriere vegetali).

Gli interventi da realizzare si suddividono pertanto in:

- opere fisse (realizzate in fase di pre-cantiere con attività di mitigazione permanente);
- opere e attività temporanee/provvisorie (opere e attività che hanno funzione di mitigazione nel solo lasso di tempo della realizzazione dell'opera).

3.1.1 Sistemazioni idrauliche

Le opere rientranti in questa categoria consistono nella sistemazione idraulica del tratto di torrente Rochemolles di pertinenza del cantiere e nelle opere di smaltimento delle acque nelle aree di cantiere. Tali interventi intervengono principalmente sulla componente "ambiente idrico", ma interagiscono anche, più o meno fortemente, sulle componenti "suolo e sottosuolo", "flora, fauna e ecosistemi", "rumore e vibrazioni" e "paesaggio e patrimonio storico".

3.1.1.1 Alveo e sponde del torrente Rochemolles

Per quanto riguarda le sistemazioni idrauliche del tratto del torrente Rochemolles, si realizzeranno interventi di ingegneria naturalistica combinati alle opere tradizionali, così come esplicitato nelle prescrizioni della Commissione Speciale della Valutazione di Impatto Ambientale (punto n. 13) e in funzione delle indicazioni normative e delle scelte tecniche della Regione Piemonte. Con l'applicazione di tali tecniche, l'intervento in oggetto rientra

a pieno titolo nella categoria di opere di recupero ambientale, in quanto oltre alla sistemazione fluviomorfologica del corso d'acqua svolge funzione di riduzione dell'effetto di artificializzazione dell'alveo. Questa sistemazione verrà realizzata in fase di pre-cantiere al fine di consolidare l'alveo del torrente di pertinenza del cantiere e per favorire una più rapida mitigazione ambientale dell'imbocco dei tunnel del Fréjus.

Le sistemazioni previste riguardano l'alveo e le sponde del torrente.

Le scelte progettuali sono state fatte in funzione dello stato attuale del torrente, caratterizzato dalla presenza di opere idrauliche di tipo tradizionale (scogliere in pietrame, soglie e briglie selettive in calcestruzzo, arginature in calcestruzzo, massicciate) che necessitano interventi di consolidamento e di rinaturalizzazione.

Gli interventi proposti verranno realizzati utilizzando le tipologie di ingegneria naturalistica più adatte al contesto (dati idraulici del sistema fluviale) e dimensionate anche in funzione delle opere di recupero del torrente a monte dell'ingresso del Tunnel ove vi è in progetto la realizzazione di una piazza di deposito con briglia selettiva per la trattenuta del materiale più grossolano e degli interventi di recupero ambientale dell'alveo e delle sponde.

In dettaglio le sistemazioni idrauliche che interessano l'alveo sono sotto descritte:

I. Demolizione parziale della platea sfondata

L'attuale alveo del torrente è in parte occupato da una platea in calcestruzzo erosa e sfondata dall'azione dell'acqua (fig. 1).



Fig. 1 - Platea di massi e calcestruzzo in parte erosa.

Pertanto prima di effettuare le opere sistematorie, si interverrà a demolire parzialmente tale manufatto.

L'intervento consiste nel demolire con adeguati mezzi la parte cementizia e di asportare i massi costituenti la platea sino al piede delle scogliere esistenti.

II. Scavo di disalveo del torrente

L'attuale alveo del torrente è ingombro di materiale sedimentato (fig. 2), pertanto si provvederà all'asportazione di tale materiale, recuperando i massi di adeguate dimensioni da utilizzare per gli interventi in progetto (scogliere e massi vincolati). Con lo scavo di disalveo si allontaneranno tutti i materiali di risulta, i sedimenti di qualsiasi natura e consistenza, asciutti, bagnati o melmosi e i massi non utilizzabili in loco. Verranno inoltre sradicate le ceppaie delle piante presenti nell'alveo e asportato tutto il materiale legnoso.



Fig. 2 - Alveo ingombro di materiale sedimentato.

III. Realizzazione di step pool in corrispondenza delle soglie esistenti.

A seguito della pulizia dell'alveo si procederà alla realizzazione delle opere sistematorie dell'alveo. In particolare si procederà a riconvertire le briglie in calcestruzzo armato in briglie in massi. La tipologia d'intervento prevista consiste nella messa in opera di massi ciclopici ancorati tramite funi metalliche alle briglie e alle scogliere esistenti (fig.3). Si effettuerà uno scavo a valle della briglia (profondità non inferiore a m 0,5). All'interno del fosso si dovrà depositare uno strato di ghiaia e si procederà alla posa in opera della prima fila di massi di dimensioni 0,5- 1,00 mc, disposti ad arco. A seguito i massi saranno vincolati tra di loro e vincolati anche alla briglia. La legatura verrà eseguita tramite una fune d'acciaio (diametro 16 mm) passante attraverso un'asola di una barra in acciaio ancorata ai massi con malta cementizia antiritiro; l'ancoraggio è costituito da un foro realizzato nel masso medesimo e dimensionato (diametro e profondità) in funzione delle caratteristiche del masso stesso.

Alla prima fila, saranno posati in file successive altri massi che verranno successivamente ancorati tra loro.



Fig.3 - Briglia in calcestruzzo armato da riconvertire.

Lo step realizzato sarà inoltre ancorato all'argine di calcestruzzo (presente sulla sponda sinistra) oppure legato a dei piloti in ferro a doppio t (anima 10 cm, lunghezza 1,5-2,5 m) infissi nell'alveo per 1- 1,5 m con interasse di 2 m là dove vi è la presenza di scogliere.

Le sistemazioni idrauliche delle sponde previste tengono conto dello stato di conservazione dei manufatti presenti. Le attuali arginature non versano in cattive condizioni, pertanto non verranno ricostruite ma si prevede un consolidamento esterno della base delle scogliere e degli argini in calcestruzzo a sostegno della strada comunale per Rochemolles, mediante realizzazione opere speciali e di massi vincolati.

Nel dettaglio gli interventi in progetto sono i seguenti:

I. Consolidamento degli argini in calcestruzzo.

Per consolidare e mettere in sicurezza i manufatti esistenti, in particolare i muri in cls a sostegno della strada comunale, rispetto a fenomeni di erosione e scalzamento in caso di piena, si è prevista la realizzazione di un cordolo di sottofondazione ai muri fondato su micropali trivellati di piccolo diametro. Lo sviluppo lineare dell'intervento è pari a circa 300 m.

II. Protezione del piede delle scogliere esistenti con scogliere in massi vincolati.

La progettazione prevede un consolidamento esterno della base delle scogliere e degli argini in calcestruzzo mediante la posa di massi vincolati. La tecnica di messa in opera è simile a quanto descritto per la realizzazione degli step pool.

A seconda del tipo di argine si provvederà alla posa di una sola fila di massi vincolati ovvero alla realizzazione di una scogliera a secco di massi vincolati.

Si effettuerà uno scavo a valle delle attuali opere (profondità non inferiore a m 0,5). All'interno del fosso si dovrà depositare uno strato di ghiaia e si procederà alla posa in opera della prima fila di massi di dimensioni 0,5- 1,00 mc, disposti ad arco. A seguito i massi saranno vincolati tra di loro ed vincolati anche alla briglia. La legatura verrà eseguita tramite una fune d'acciaio (diametro 16 mm) passante attraverso un'asola di una barra in acciaio ancorata ai massi con malta cementizia antiritiro; l'ancoraggio è costituito da un foro realizzato nel masso medesimo e dimensionato (diametro e profondità) in funzione delle caratteristiche del masso stesso.

III. Infissione di talee di *Salix* spp. nelle scogliere esistenti e di protezione.

Al fine di consolidare le scogliere e favorire la rinaturalizzazione del torrente, si prevede l'inserimento di talee di *Salix* spp. negli interstizi delle opere di difesa.

Fra gli interstizi dei massi delle scogliere esistenti e di quelle di protezione, previste in progetto, si dovrà collocare terreno vegetale e posare le talee di salice di lunghezza idonea a raggiungere il terreno della scarpata. La lunghezza non dovrà comunque essere inferiore a 80 - 100 cm. Le talee dovranno essere infisse per i 4/5 della loro lunghezza e dovranno fuoriuscire dal terreno non più di 10 cm. Le talee vanno posate orizzontalmente o con una inclinazione non superiore ai 10° per favorire la traslocazione degli ormoni preposti alla radicazione lungo tutta la lunghezza dell'asta e permettere una germogliazione uniforme.

Per aumentare la garanzia di attecchimento e di sviluppo delle talee e conseguentemente la loro capacità consolidante, occorre utilizzare solo materiale di diametro superiore a 3 cm di diametro e lunghezza superiore al metro; inoltre durante la posa gli interstizi andranno costipati con terreno di riporto onde evitare che si creino sacche d'aria attorno alle talee impedendone la radicazione.

La densità d'impianto ottimale è di 3 talee al m².

La scelta delle specie di *Salix* da mettere a dimora sarà fatta anche in funzione della loro capacità di accrescimento in grandezza e in massa, al fine di raggiungere in pochi anni

delle dimensioni in grado di coprire i manufatti di difesa in c.a. (argini) e le scogliere in massi. Si può prevedere approssimativamente che le piante raggiungeranno dopo 3 -5 anni dall'impianto uno sviluppo di 2 metri di altezza e formeranno una siepe continua e compatta.

3.1.1.2 Opere per lo smaltimento delle acque nell'area di cantiere

Tali opere sono da effettuare prima dell'installazione del cantiere principale e consistono in interventi provvisori utilizzati solo durante la realizzazione della galleria di sicurezza. A fine cantiere verranno in parte smantellati e sostituiti con la rete definitiva di smaltimento delle acque nelle aree esterne agli edifici di nuova costruzione.

I. Rete smaltimento acque di lavaggio

In tutta l'area di cantiere ed in particolare nella zona di imbocco della galleria, nei depositi del materiale di scavo provvisori, delle centrali di betonaggio ecc. si predispone una rete di raccolta per le acque di lavaggio a seguito delle lavorazioni. Anche l'acqua piovana incidente su tali aree viene captata in tale reticolo.

Lo schema idraulico viene realizzato mediante pozzetti grigliati di agevole ispezione e manutenzione che raccolgono le acque superficiali e le convogliano tramite canalizzazioni interrato in PVC DN Ø 400 in una vasca dedicata al trattamento ed alla depurazione ubicata a valle del cantiere.

La vasca di trattamento è realizzata in due moduli da circa 100 mc, collegati in parallelo, al fine di agevolare le operazioni di manutenzione e pulizia.

La gestione del corretto processo di trattamento, la manutenzione, lo smaltimento dei sedimenti, sarà contrattualmente demandato all'Impresa generale appaltatrice dei lavori di scavo della galleria. Il monitoraggio ed il controllo di qualità delle acque sarà invece gestito dai servizi pubblici che potranno emanare eventuali prescrizioni in caso di non conformità.

Al fine di prevenire eventuali immissioni accidentali nel tratto di torrente Rochemolles a valle del cantiere (sversamenti non prevedibili, incidenti ed altro) si è previsto a monte dell'arginatura, per un tratto di circa 300 metri un fosso di guardia realizzato con mezzi tubi in cls Ø 500 mm, direttamente collegato alle vasche di trattamento. Al termine dei lavori, il fosso sarà rimosso e verrà posizionata la rete di smaltimento definitiva.

II. Rete smaltimento acque piovane

Per quanto riguarda le acque meteoriche e di scioglimento della neve incidenti a monte, al fine di evitarne il percolamento e dilavamento sull'area di cantiere si prevede la realizzazione di un canale di intercettazione, sempre in mezzi tubi di cls Ø 500 mm, che scarica direttamente nel torrente Rochemolles.

Tale canalizzazione sarà mantenuta anche al termine dei lavori.

3.1.2 Opere di schermatura

Le opere di schermatura da realizzarsi in fase di allestimento del cantiere consistono nella messa a dimora di specie vegetali o nella conservazione di piante già presenti.

Dall'analisi dei luoghi, non si è riscontrata la necessità di prevedere delle barriere fono-assorbenti provvisorie in prossimità del cantiere. Tali strutture potranno essere posizionate in corso d'opera a seguito dei risultati del monitoraggio ambientale lungo i confini del cantiere ovvero lungo la strada di cantiere dall'imbocco dell'autostrada sino al cantiere stesso.

3.1.2.1 *Barriere vegetali*

Tali barriere hanno la duplice funzione di mitigazione in fase di cantiere, svolgendo contemporaneamente funzione di barriere fono-assorbenti, visive e di abbattimento polveri e a fine cantiere come quinte vegetali rientranti nella sistemazione a verde all'area. Pertanto questo intervento rientra nelle opere di mitigazione sulle componenti "atmosfera e clima", "ambiente idrico", "vegetazione, flora, fauna e ecosistemi", "rumore e vibrazioni" e "paesaggio e patrimonio storico".

In particolare gli interventi previsti sono i seguenti:

I. Realizzazione di una siepe libera formata da alberi e arbusti

La siepe verrà realizzata sulla destra idrografica a valle del nuovo ponte sino al ponte dell'autostrada, si provvederà alla che vanno a rinfoltire le piante esistenti (fig. 4).

La fascia di terreno, posizionata sopra le scogliere del torrente, ha una lunghezza di circa 200 m e una larghezza che varia dai 3 ai 5 m. La messa a dimora delle specie vegetali deve essere fatta secondo un sesto d'impianto irregolare e formando dei gruppi di alberi e arbusti. La densità d'impianto prevista è di 7000 pt/ha di cui $\frac{1}{4}$ costituita da specie arboree e $\frac{3}{4}$ formata da specie arboree.



Fig. 4 - Area interessata dalla messa a dimora della barriera vegetale.

Le specie da privilegiare sono le seguenti:

	Umidità	pH	nutrienti	Humus	Granulometria	Luce
<i>Pinus sylvestris L.</i>	3	3	3	3	3	3
<i>Fraxinus excelsior L.</i>	3	3	3	3	2	2
<i>Sorbus aucuparia L.</i>	3	3	4	3	3	3
<i>Amelanchier ovalis MEDICUS</i>	2	4	2	1	2	4
<i>Berberis vulgaris L.</i>	2	3	3	3	3	3
<i>Hippophae rhamnoides L.</i>	2	3	1	1	2	4
<i>Prunus spinosa L.</i>	3	3	3	3	3	3
<i>Rosa canina L.</i>	3	3	3	4	4	3
<i>Rosa pendulina L.</i>	3	3	3	3	3	3

Scala da 1 a 5 (< valori bassi; > valori alti)
 Umidità: < umidità minima; > umidità elevata
 pH: < pH acidi; > pH basici
 Nutrienti: < pochi nutrienti; > molti nutrienti
 Humus: < tenore basso; > tenore levato
 Granulometria: < fine; > grossolana
 Luce: < scarsa necessità ; > elevata necessità

Fonte: Interventi di sistemazione del territorio con tecniche di ingegneria naturalistica - Regione Piemonte

Per favorire l'attecchimento e la crescita delle piante si prescrive l'impiego di materiale vegetale sano e con adeguata conformazione; per l'uso specifico sono da preferire piante in contenitore o pane di terra. Per incentivare un adeguato sviluppo delle specie vegetali, si dovrà prevedere di mettere nella buca di piantagione una strato di terra vegetale prima della messa a dimora ed eventualmente di prevedere una concimazione di fondo con prodotti organici o chimici.

II. Conservazione delle piante esistenti (*Pinus sylvestris L.*)

Sulla destra idrografica a monte del nuovo ponte sino al confine superiore del cantiere, si procederà a conservare le piante esistenti (fig. 5).



Fig. 5 - Barriera vegetale esistente di *Pinus sylvestris* L. sul confine del cantiere.

In fase di predisposizione del cantiere si dovrà gestire al meglio le piante presenti in loco e verificarne lo stato di salute, al fine di predisporre eventualmente un piano di manutenzione ordinaria e straordinaria adeguato per favorire la loro crescita (soltimento, concimazione, irrigazione d'emergenza).

3.1.2.2 Barriere fono-assorbenti

Come precedentemente accennato, in base all'analisi dell'area in oggetto d'intervento si ritiene che non sia necessario installare delle protezioni provvisorie (barriere fono-assorbenti) nell'area di cantiere e lungo la viabilità di cantiere in prossimità dell'abitato di Bardonecchia. In particolare lungo la strada di accesso del cantiere si è constatato che la viabilità di cantiere interessa una zona già fortemente cantierizzata; infatti a monte si trova il viadotto dell'autostrada del Fréjus interessata dal cantiere del raddoppio delle corsie e nella zona dell'imbocco della strada vi è in progetto lo svincolo dell'autostrada verso Bardonecchia. A valle della strada si trova un'area urbanizzata con alcune case ad uso abitazione, ma si trovano sulla destra idrografica del torrente.

Tali strutture potranno tuttavia essere posizionate in corso d'opera a seguito dei risultati del monitoraggio ambientale lungo i confini del cantiere ovvero lungo la strada di cantiere dall'imbocco dell'autostrada sino al cantiere stesso. Queste scelte potranno essere fatte in accordo e in sinergia con gli altri cantieri presenti nel territorio interessato (cantiere raddoppio e svincolo dell'autostrada).

3.1.3 Sistemazione viabilità di cantiere

L'attuale viabilità necessita di alcuni interventi di adeguamento per dimensionarla alle esigenze del cantiere. Tali opere, consistenti nell'allargamento e nell'asfaltatura della strada oltre alla posa di sicurvia, non modificheranno il territorio circostante, pertanto non si ritiene che vi sia la necessità di predisporre degli interventi di mitigazione specifici. In progetto vi è la costruzione di un nuovo ponte che sorgerà in prossimità dell'attuale ponte in legno che verrà smantellato. Tale opera ovviamente non può essere considerata come un intervento di mitigazione, tuttavia la scelta progettuale è stata dettata dall'esigenza di semplificare la viabilità di cantiere per ridurre gli impatti sull'atmosfera. Con il nuovo ponte il percorso seguito dai camion sarà più breve e avrà un tracciato pianeggiante, pertanto si ridurranno certamente le emissioni e le polveri.

La realizzazione dell'opera e l'allargamento della strada non richiedono particolari scavi, movimenti e riporti di terra da ripristinare ambientalmente.

3.1.4 Sistemazione dell'area di cantiere

Nell'area di cantiere, in fase di predisposizione dello stesso, non vi sono delle opere di mitigazione specifiche da realizzare. Al fine di ridurre l'impatto ambientale, vi sono alcune azioni mitiganti da rispettare e che corrispondono in parte alle indicazioni contenute nei piani specifici di realizzazione e gestione del cantiere.

3.1.4.1 Azioni mitiganti nella predisposizione dell'area di cantiere

Negli interventi di mitigazione vengono annoverate le seguenti prescrizioni tecniche per la predisposizione dell'area di cantiere:

- preservare la vegetazione arborea a monte del cantiere;
- limitare lo sbancamento a monte del cantiere e realizzare delle scarpate dalle pendenze non eccessive al fine di facilitare gli interventi di recupero anche tramite ingegneria naturalistica a fine cantiere;
- nelle operazioni di movimentazione terra recuperare il terreno vegetale da depositare e da riutilizzare nelle fasi di recupero.

3.1.4.2 Azioni mitiganti nella gestione del cantiere

Nell'attività di cantiere è necessario rispettare alcune regole di corretta gestione al fine di ridurre gli impatti sull'ambiente, riassunte nel modo seguente:

- Copertura e bagnatura degli inerti stoccati e dei carichi;
- lavaggio regolare delle piste e dei mezzi di cantiere;
- curare la manutenzione dei mezzi d'opera per contenere il gocciolamento di lubrificanti.

3.2 Interventi di mitigazione in fase di fine cantiere

Gli interventi rientranti in questa categoria hanno lo scopo di mitigare gli effetti sulle componenti ambientali alla fine dei lavori dopo lo smantellamento del cantiere.

Gli interventi da realizzare rientrano nelle opere di sistemazione a verde e recupero ambientale con il principale scopo di riqualificazione paesaggistica del sito.

3.2.1 Sistemazioni idrauliche

3.2.1.1 Rete smaltimento acque piovane

A lavori ultimati le acque meteoriche incidenti sui piazzali, saranno raccolte da una rete interrata realizzata in PVC DN Ø 400/315/250 e convogliate in vasche di separazione ubicate a valle degli edifici (area di posizionamento delle vasche di trattamento in fase di cantiere). Il sistema di vasche è realizzato in parallelo con due elementi da 10 mc ciascuno al fine di permettere lo svuotamento e la manutenzione alternata senza interruzione di servizi.

Vasche di separazione con dimensione inferiore, con capacità pari a 2,5 mc sono posizionate a valle delle reti di raccolta sia del parcheggio esterno sulla sinistra anagrafica del torrente Rochemolles, sia del sottopasso-parcheggio interrato sul piazzale del traforo.

Le acque incidenti sulla copertura dei fabbricati saranno invece convogliate mediante pluviali e canalizzazioni interrate nel torrente Rochemolles. Le acque reflue derivanti dagli scarichi degli edifici saranno convogliate in una fossa settica tipo IMHOFF ubicata a valle degli stessi.

3.2.2 Sistemazione a verde

3.2.2.1 Opere a verde delle aree esterne agli edifici

Gli spazi esterni agli edifici di nuova costruzione non utilizzati come piazzali di servizio saranno interessati da una sistemazione a verde a scopo principalmente ornamentale.

Le specie arboree e arbustive impiegabili nella sistemazione a verde delle aree di pertinenza degli edifici dei tunnel del Fréjus sono elencate di seguito:

	Umidità	pH	nutrienti	Humus	Granulometria	Luce
<i>Pinus sylvestris L.</i>	3	3	3	3	3	3
<i>Fraxinus excelsior L.</i>	3	3	3	3	2	2
<i>Populus tremula L.</i>	3	3	3	3	4	4
<i>Sorbus aucuparia L.</i>	3	3	4	3	3	3
<i>Betula pendula ROTH</i>	3	3	4	3	3	3
<i>Prunus avium L.</i>	3	3	3	3	4	3
<i>Corylus avellana L.</i>	3	3	4	4	3	2
<i>Hippophae rhamnoides L.</i>	2	3	1	1	2	4
<i>Berberis vulgaris L.</i>	2	3	3	3	3	3
<i>Rosa canina L.</i>	3	3	3	4	4	3
<i>Rosa pendulina L.</i>	3	3	3	3	3	3
<i>Amelanchier ovalis MEDICUS</i>	2	4	2	1	2	4
<i>Prunus spinosa L.</i>	3	3	3	3	3	3
<i>Viburnum lantana L.</i>	3	3	4	4	3	2

Scala da 1 a 5 (< valori bassi; > valori alti)
 Umidità: < umidità minima; > umidità elevata
 pH: < pH acidi; > pH basici
 Nutrienti: < pochi nutrienti; > molti nutrienti
 Humus: < tenore basso; > tenore levato
 Granulometria: < fine; > grossolana
 Luce: < scarsa necessità; > elevata necessità

Fonte: Interventi di sistemazione del territorio con tecniche di ingegneria naturalistica - Regione Piemonte

Gli alberi e gli arbusti verranno scelti in funzione non solo delle loro esigenze pedoclimatiche ma anche per le loro caratteristiche ornamentali. Dovranno presentare portamento e dimensioni rispondenti alle caratteristiche richieste dal progetto. In un tale

contesto si potrà prevedere di mettere a dimora alberi forniti in contenitori e di altezza media di 1,5 - 2,5 m e di arbusti di medie dimensioni al fine di ottenere un risultato “pronto effetto”.

3.2.2.2 Mascheramento di alcune opere civili

Nell’ambito generale degli interventi di riqualificazione architettonica dell’imbocco (come peraltro suggerito in fase istruttoria nelle Delibere della Regione Piemonte n. 62 del 28/07/2003) è previsto un intervento di mascheramento dei prospetti dell’edificio esistente, destinato a centrale di ventilazione a servizio del traforo attuale. L’edificio che attualmente si presenta con pareti in cemento armato a vista sarà rivestito con pannelli metallici grigliati che miglioreranno l’inserimento del volume nel contesto complessivo, uniformando la percezione visiva e le caratteristiche cromatiche dell’insieme.

3.2.3 Recupero ambientale

3.2.3.1 Rifacimento dell’imbocco del Tunnel con una struttura spaziale ad archi inclinati in c.a.

Per migliorare l’attuale inquinamento visivo, coerentemente con il concetto dell’inserimento architettonico urbanistico relativo l’impostazione per un rilancio dell’immagine di tutti gli interventi esterni lato Italia, si prevede un nuovo portale all’imbocco attuale del traforo con forme dinamiche e innovative.

In particolare, a differenza della situazione attuale, il nuovo portale viene inserito nella montagna completamente indipendente e distaccato dai manufatti della centrale di ventilazione esistente.

Le sue dimensioni, in larghezza dettate dall’esigenza di poter disporre delle corsie di sicurezza laterali al campo stradale per il servizio della manutenzione e in altezza per l’eventuale inserimento dell’impianto di ventilazione, necessitano l’allargamento del viadotto autostradale esistente, contemporaneamente risanato.

Il nuovo portale concettualmente riprende l’architettura organica di una gabbia toracica con spina dorsale. Le costole del tronco di cono con nervature e torsioni variabili sono previste in calcestruzzo armato gettato in opera. Nell’intervallo tra una costola e l’altra sono inserite membrane traslucide in plexiglas (resistente all’usura del tempo e intemperie) per impedire la caduta dei depositi di neve e per creare oltre ad una

trasparenza visiva, effetti di illuminazione adeguati (evitando l'effetto zebra sulla carreggiata) e limitare l'inquinamento fonico.

La spina dorsale, composta da una trave orizzontale con elementi di calcestruzzo, oltre a servire come vano per l'impiantistica e l'illuminazione, permette di ricevere le spinte orizzontali di ogni elemento "costola" inclinato verso il punto di appoggio sull'imbocco.

3.2.3.2 Recupero della zona di cantiere dell'imbocco del tunnel

Nell'area utilizzata per il rifacimento dell'imbocco del tunnel, si provvederà a ripristinare il versante interessato da movimenti terra attraverso il rimodellamento del versante, la posa di geostuoia e l'idrosemina con un miscuglio di specie erbacee autoctone consolidatrici.

3.2.3.3 Riqualificazione ambientale dell'area di cantiere

Le aree occupate dal cantiere, se si presenteranno degradate alla fine dei lavori, saranno oggetto di riqualificazione. In particolare si prevede di utilizzare tecniche di ingegneria naturalistica ai fini di consolidare le eventuali scarpate e di ripristinare le zone alterate dal cantiere delle aree esterne ai nuovi edifici in progetto con palificate di sostegno rinverdite, grate vive e inerbimento.

3.2.3.4 Recupero ambientale relativo alla viabilità di cantiere

A fine cantiere, la viabilità sarà ripristinata attraverso il rifacimento della pavimentazione e il posizionamento della segnaletica orizzontale e verticale definitiva. Se dopo tali lavori si verificherà l'esigenza di intervenire a recuperare aree degradate, quali banchine e scarpate, si interverrà con la sistemazione a verde di questi spazi (inerbimento, impianto di specie arboree e arbustive).

4. BREVE DESCRIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE (PMA)

Il PMA relativo al progetto in oggetto analizza, definisce e presenta le principali attività di controllo, periodiche o continuative, di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali potenzialmente impattate dalla realizzazione dell'opera.

Si ricorda che le componenti ambientali individuate nel SIA sono: "Atmosfera e clima", "ambiente idrico", "suolo e sottosuolo", "vegetazione, flora, fauna e ecosistemi", "rumore e vibrazioni" e "paesaggio e patrimonio storico". In base alle linee guida della Commissione il PMA prende anche in considerazione le componenti "Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti" e "rifiuti, rocce e terre di scavo".

Il presente piano di monitoraggio ambientale, fin dalle prime fasi di pianificazione, garantirà un coordinamento tra le azioni stesse del PMA e i controlli che verranno posti in essere dagli Enti di controllo territorialmente competenti, in accordo con il SIA e con le prescrizioni di carattere ambientale.

Il presente piano di monitoraggio è sviluppato in fasi temporali sequenziali (ante operam di durata di un anno, corso d'opera di durata di 5 anni e post operam di durata di 1 anno).

In particolare nella prima fase di **ante operam** sarà definito lo stato fisico dei luoghi ovvero saranno identificate le caratteristiche dell'ambiente naturale e antropico del territorio esistenti nei mesi precedenti l'avvio dei lavori e registrate ed analizzate le tendenze di sviluppo del territorio in assenza dell'opera in raccordo con le reti di monitoraggio ambientali eventualmente esistenti nell'area.

Tale punto di verifica, anche definito "livello o stato 0" rappresenta la situazione delle aree d'indagine rispetto alla quale s'intende modulare il monitoraggio ed interpretare i risultati alla luce della sostenibilità dell'intervento valutata in sede di giudizio di compatibilità ambientale.

Durante la realizzazione dell'opera, fase di **corso d'opera**, il monitoraggio ha la specifica finalità di valutare l'evoluzione degli indicatori ambientali presi a riferimento ovvero confrontare le tendenze già registrate ed analizzate nella fase di *ante operam* ed evidenziare gli impatti diretti od indiretti riconducibili alla realizzazione dell'opera stessa. Qualora in questa fase fossero evidenziate delle significative alterazioni della qualità ambientale, anche e soprattutto al di sotto dei limiti o delle soglie di legge,

rispetto allo stato di ante operam, sarà possibile richiedere ed attuare (per mezzo del responsabile del PMA) tutte le misure di mitigazione previste o meno all'interno dello studio di compatibilità ambientale fino ad adeguare le lavorazioni del cantiere con il fine di consentire il controllo delle situazioni di criticità specifiche. Qualora dovessero emergere in questa fase dei nuovi elementi ambientali (parametri e indicatori) non considerati nello studio di compatibilità ambientale o non monitorati nella fase di ante operam ma in grado di meglio specificare i problemi o le criticità ambientali riconducibili alla realizzazione dell'opera, il responsabile del PMA potrà richiederne l'approfondimento all'interno del PMA nei tempi e nei modi consoni alla risoluzione di ciascuna emergenza o criticità rilevata.

Per quanto riguarda poi la fase di *post operam* di monitoraggio, ovvero i parametri ambientali rilevati durante la fase d'esercizio ordinario della galleria di sicurezza del Frejus, questa sarà rivolta a garantire la completa restituzione al territorio delle aree interessate dal progetto nei modi e nei termini espressi nel parere di compatibilità ambientale del progetto. In questa fase avverrà quindi il confronto tra lo stato di ante operam, le previsioni d'impatto e lo stato finale post collaudo ovvero della sostenibilità territoriale del progetto al lordo delle mitigazioni e delle compensazioni attuate.

Per quanto riguarda invece la modalità di esecuzione e di rilevamento del monitoraggio queste sono state definite in prima istanza utilizzando tutti gli elementi che scaturiscono dall'analisi della normativa vigente, nazionale ed internazionale, e successivamente dall'analisi della letteratura di settore (linee guida e metodologie di ricerca consolidate e validate). Sulla base delle indicazioni precedenti, per ciascun parametro monitorato, sono richiamati gli obiettivi da raggiungere e da mantenere oltre che le soglie di attenzione e di allarme.

La scelta delle stazioni di monitoraggio individuati dal PMA è stata condotta sulla base dell'individuazione delle aree sensibili ovvero sulla sensibilità e vulnerabilità del territorio in correlazione con le azioni progettuali e con la loro successione temporale.

Ciascuna stazione di monitoraggio è stata identificata e caratterizzata sulla base delle coordinate geografiche, della sua altezza, della distanza dalla fonte di possibile interferenza, dello stato del luogo e della sua sensibilità agli impatti; le risultanze di questa analisi sono riportate in una apposita scheda monografica corredata da iconografie.

Nel PMA viene fornita la definizione di massima, per ogni componente indagata, delle modalità di trattamento ed analisi dei dati, della loro trasmissione agli organi di controllo ed utilizzo all'interno di un sistema informativo territoriale (SIT).

Infine viene presentato il quadro economico che quantifica il costo delle tre fasi di monitoraggio e i costi specifici del sistema informatico e del personale addetto al piano.

5. ANALISI DEI COSTI

Dalla stima complessiva dei costi che riguardano le opere esterne, per ciascuna delle quali vi sono gli interventi di mitigazione specifici sopra descritti, si sono stralciati nel prospetto che segue gli importi relativi a tali interventi.

I costi in dettaglio sono indicati nel computo metrico estimativo generale.

Allargamento viadotto esistente	1.213.927,48
Allargamento tratto scatolare	27.703,34
Tratto in galleria artificiale	416.918,95
Struttura spaziale nuovo imbocco	1.185.814,55
<u>TOTALE SISTEMAZIONE IMBOCCO</u>	<u>2.844.364,32</u>

Sistemazione idraulica Rochemolles e aree antistanti	830.201,33
Nuovo ponte torrente Rochemolles	676.408,44
<u>TOTALE SISTEMAZIONE TORRENTE</u>	<u>1.506.609,77</u>

Canalizzazioni - infrastrutture in fase di cantiere	91.097,07
Adeguamento viabilità di accesso in fase di cantiere	190.146,30
Infrastrutture interrato - canalizzazioni definitive	137.925,37
Viabilità esterna - arredi	840.317,10
Sistemazione facciate centrale di ventilazione esistente	742.847,71
<u>TOTALE SISTEMAZIONI ESTERNE</u>	<u>2.002.333,55</u>

Per la gestione del Piano di Monitoraggio Ambientale si sono valutati i seguenti costi, da ritenersi in questa fase indicativi, e che potranno subire modifiche in funzione delle indagini di mercato e delle offerte che perverranno alla Committenza per l'effettuazione dei servizi.

Campagna di monitoraggio ante-operam (1 anno)	120.000,00
Campagna di monitoraggio corso d'opera (5 anni)	400.000,00
Campagna di monitoraggio post-operam (1 anno)	80.000,00

Predisposizione e gestione dei sistema informativo	50.000,00
Costo del personale (responsabile ambientale)	200.000,00
<u>TOTALE PMA</u>	<u>850.000,00</u>
<u>TOTALE GENERALE</u>	<u>2.852.333,55</u>