

# 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

PARTE IN TERRITORIO ITALIANO – PROGETTO IN VARIANTE  
(OTTEMPERANZA ALLA PRESCRIZIONE N. 235 DELLA DELIBERA CIPE 19/2015)  
CUP C11J05000030001 – PROGETTO DEFINITIVO

ENVIRONNEMENT – AMBIENTE

ITALIE – ITALIA  
REVISION ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT – REVISIONE STUDIO DI IMPATTO  
AMBIENTALE

CADRE SUR L'ENVIRONNEMENT – QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

CADRE SUR L'ENVIRONNEMENT - VOLUME 2 - ANALYSE DES IMPACTS –  
QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE - TOMO 2 - ANALISI DEGLI IMPATTI

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérfié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	07/04/2017	Diffusion suite aux commentaires TELT (phase PRF-PRV) / Diffusione a seguito commenti TELT (fase PRF-PRV)	TCC LOMBARDI GEODATA	S. GARAVOGLIA C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
A	14/04/2017	Révision suite aux échanges avec T ELT (phase PRF-PRV) / Revisione a seguito condivisione commenti con TELT (fase PRF-PRV)	TCC LOMBARDI GEODATA	S. GARAVOGLIA C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI

CODE DOC	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>V</b>	<b>C</b>	<b>3</b>	<b>C</b>	<b>T</b>	<b>S</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>7</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		

ECHELLE / SCALA
-

**Nepsia**  
Maire Technimant Group  
Dott. Ing. Carlo Ognibene  
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 8386 T

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	<b>C3C</b>	<b>//</b>	<b>//</b>	<b>01</b>	<b>01</b>	<b>03</b>	<b>10</b>	<b>08</b>
------------------------------	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------



TELT sas – Savoie Technolac - Bâtiment "Homère"  
13 allée du Lac de Constance – 73370 LE BOURGET DU LAC (France)  
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 – Fax : +33 (0)4.79.68.56.75  
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952  
Propriété TELT Tous droits réservés – Proprietà TELT Tutti i diritti riservati

Ce projet est cofinancé par l'Union européenne (DG-TREN)



Questo progetto è cofinanziato dall'Unione europea (TEN-T)

## SOMMAIRE / INDICE

RESUME/RIASSUNTO .....	6
1. INTRODUZIONE .....	11
1.1 Principali elementi progettuali della “Variante Sicurezza” .....	12
1.2 Inquadramento delle pressioni ambientali della variante sicurezza .....	13
1.3 Definizione degli ambiti territoriali per le analisi ambientali.....	14
1.4 Percorso di lavoro e approccio metodologico .....	15
1.4.1 Matrici di analisi di impatto per la comparazione della fase di costruzione fra la variante di sicurezza dei cantieri e la configurazione del progetto definitivo approvato.....	16
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	20
3. PRESSIONI E IMPATTI: SOTTOSUOLO .....	21
3.1 Individuazione degli impatti .....	21
3.2 Gestione materiali di scavo.....	21
3.2.1 Valutazione degli impatti .....	25
3.3 Gestione materiali di scavo contenenti Arsenico.....	25
3.3.1 Valutazione degli impatti .....	26
3.4 Gestione materiali di scavo contenenti fibre asbestiformi.....	26
3.4.1 Valutazione degli impatti .....	28
3.5 Gestione materiali di scavo in relazione alla presenza di mineralizzazioni uranifere.....	33
3.5.1 Valutazione degli impatti .....	33
3.6 Emissione di gas Radon.....	33
3.6.1 Valutazione degli impatti .....	34
3.7 Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato .....	34
4. PRESSIONI E IMPATTI: RISCHIO IDROGEOLOGICO .....	37
4.1 Individuazione degli impatti .....	37
4.2 Area di imbocco de La Maddalena.....	38
4.2.1 Valutazione degli impatti .....	38
4.3 Area di Colombera.....	43
4.3.1 Valutazione degli impatti .....	43
4.4 Area Industriale di Salbertrand.....	43
4.4.1 Valutazione degli impatti .....	44
4.5 Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato .....	45
5. PRESSIONI E IMPATTI: AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO.....	48
5.1 Individuazione degli impatti .....	48
5.2 Fabbisogno idrico dei cicli di lavorazione.....	49
5.2.1 Valutazione degli impatti .....	51
5.3 Interferenze dello scavo con i sistemi di circolazione idrica sotterranea .....	52
5.3.1 Valutazione degli impatti .....	53
5.4 Portate attese in corso di scavo .....	53
5.4.1 Valutazione degli impatti .....	55
5.5 Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato .....	55
6. PRESSIONI E IMPATTI: AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE.....	58

6.1	Individuazione degli impatti .....	58
6.1.1	Cantiere di imbocco de La Maddalena .....	58
6.1.2	Area di Colombera - parcheggio .....	67
6.1.3	Area Industriale di Salbertrand .....	67
6.2	Valutazione degli impatti.....	69
6.3	Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato .....	70
7.	PRESSIONI E IMPATTI: ATMOSFERA .....	73
7.1	Individuazione degli impatti .....	73
7.2	Valutazione degli impatti.....	75
7.2.1	Inquadramento geografico .....	75
7.2.2	Stima delle emissioni .....	77
7.2.3	Inquadramento metodologico .....	98
7.2.4	Coefficienti per la stima del biossido di azoto.....	119
7.2.5	Concentrazioni attese .....	121
7.2.6	Conclusioni .....	136
7.3	Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato .....	137
8.	PRESSIONI E IMPATTI: RUMORE .....	140
8.1	Individuazione degli impatti .....	140
8.1.1	Documenti di riferimento.....	140
8.1.2	Costruzione dello scenario per la valutazione degli eventuali impatti.....	140
8.1.3	Definizione degli scenari di calcolo acustico.....	143
8.1.4	Esecuzione del calcolo e quantificazione dei livelli sonori relativi ai precedenti scenari .....	145
8.1.5	Sorgenti caratterizzanti la fase di costruzione dell'opera .....	145
8.1.6	Risultati delle modellazioni acustiche .....	150
8.2	Valutazione degli impatti.....	154
8.3	Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato .....	155
9.	PRESSIONI E IMPATTI: VIBRAZIONI.....	158
9.1	Individuazione degli impatti .....	158
9.1.1	Indicazioni sul modello di calcolo della propagazione delle vibrazioni sul terreno.....	158
9.1.2	Note sull'incertezza del calcolo previsionale.....	158
9.1.3	Impostazioni del modello previsionale .....	159
9.2	Valutazione degli impatti.....	159
9.2.1	Valutazioni previsionali per l'area Salbertrand .....	159
9.2.2	Valutazioni previsionali per l'area della Maddalena .....	161
9.2.3	Nota a riguardo delle attività nell'area di cantiere di Susa .....	163
9.3	Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato .....	164
9.4	Pressioni e impatti: RADIAZIONI IONIZZANTI .....	166
10.	PRESSIONI E IMPATTI: RADIAZIONI NON IONIZZANTI .....	167
10.1	Individuazione degli impatti .....	167
10.1.1	Fase di cantierizzazione.....	167
10.1.2	Fase di esercizio.....	168
10.1.3	Valutazione degli impatti.....	172
10.1.4	Confronto con scenario del Progetto Definitivo Approvato.....	174
11.	PRESSIONI E IMPATTI: SISTEMA NATURALE.....	177
11.1	Fase di cantiere .....	177
11.2	Fase di esercizio.....	177

11.2.1	Cantiere di imbocco de La Maddalena .....	177
11.2.2	Area industriale di Salbertrand .....	178
11.3	Pressioni e impatti: SUOLO .....	178
11.3.1	Individuazione degli impatti .....	178
11.3.2	Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato .....	179
11.3.2.1	Occupazione Suolo .....	179
11.3.2.2	Tempo di occupazione del suolo .....	180
11.3.2.3	Lavorazioni significative per gli impatti .....	181
11.3.2.4	Movimentazione materiale e flusso mezzi emissivi .....	181
11.4	Pressioni e impatti: FLORA, VEGETAZIONE E HABITAT .....	183
11.4.1	Impatti sulla componente floristico-vegetazionale .....	183
11.4.2	Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato .....	183
11.4.2.1	Occupazione di suolo e relativo tempo di occupazione .....	183
11.4.2.2	Lavorazioni significative per gli impatti .....	185
11.4.2.3	Movimentazione materiale e flusso dei mezzi emissivi .....	186
11.5	Pressioni e impatti: ECOSISTEMI .....	189
11.5.1	Individuazione degli impatti .....	189
11.5.2	Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato .....	190
11.5.2.1	Occupazione di suolo .....	190
11.5.2.2	Tempi di occupazione .....	191
11.5.2.3	Lavorazioni significative per gli impatti .....	191
11.5.2.4	Movimentazione materiale e flusso dei mezzi emissivi .....	191
11.5.3	Sintesi .....	192
11.6	Pressioni e impatti: FAUNA .....	194
11.6.1	Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato .....	194
11.6.1.1	Occupazione di suolo .....	194
11.6.1.2	Tempo di occupazione .....	196
11.6.1.3	Lavorazioni significative per gli impatti, movimentazione materiali e flusso mezzi .....	196
12.	PRESSIONI E IMPATTI: SALUTE PUBBLICA .....	200
12.1	Affidabilità dei modelli .....	202
12.2	Individuazione degli impatti .....	203
12.2.1	Emissioni in atmosfera .....	203
12.2.2	Emissioni acustiche .....	204
12.2.3	Radiazioni non ionizzanti .....	204
12.3	Valutazione degli impatti .....	204
12.3.1	Emissioni acustiche .....	205
12.3.2	Emissioni atmosferiche .....	205
12.3.3	Radiazioni non ionizzanti .....	205
12.4	Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato .....	205
13.	PRESSIONI E IMPATTI: PAESAGGIO E PATRIMONIO STORICO- CULTURALE .....	208
13.1	Individuazione degli impatti .....	208
13.1.1	Il sistema degli indicatori .....	208
13.1.2	I fattori di pressione .....	209
13.1.3	Fase di cantiere .....	209
13.2	Valutazione degli impatti .....	211
13.2.1	Fase di cantiere .....	211

13.2.2	Sintesi delle valutazioni.....	220
13.2.2.1	Fase di esercizio .....	221
13.3	Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato .....	222
14.	TABELLA DI SINTESI DELLA VARIAZIONE DEGLI IMPATTI AMBIENTALI RISPETTO AL PROGETTO DEFINITIVO APPROVATO.....	224

## RESUME/RIASSUNTO

La Délibération CIPE n.19 du 20 février 2015 d'approbation du « projet définitif » de la Nouvelle Ligne Turin-Lyon contient, parmi les nombreuses prescriptions pour la phase d'exécution, l'étude « *d'un emplacement alternatif des chantiers en fonction des besoins de sécurité des personnes et en conformité avec les besoins opérationnels des travaux* » (prescription n. 235).

Compte tenu de ses caractéristiques particulières, cette étude a été attribuée par TELT en 2016, dans le cadre d'un appel d'offre, à un Consortium Universitaire spécialisé dans le domaine de la sécurité (Consortium NITEL). L'étude a analysé plusieurs alternatives de chantiers à partir de la solution approuvée par le CIPE.

Dans le cadre global des évaluations techniques, la solution qui donne plus d'avantages en termes d'amélioration de la sécurité des personnes par rapport aux autres solutions étudiées est celle qui prévoit l'excavation du tunnel de base à partir du site de « La Maddalena » (commune de Chiomonte), en direction de Turin. Cette solution implique des modifications techniques et de localisation par rapport à ce qui a été approuvé par le CIPE, en synthèse :

- la localisation différente d'un nouveau chantier industriel dans la commune de Salbertrand ;
- l'agrandissement du chantier de la Maddalena et la réduction des activités ou des fonctions pour certaines aires dans la plaine de Suse;
- l'optimisation de la localisation de certains ouvrages définitifs avec l'élimination des interventions dans certaines aires du projet;
- la modification des chantiers pour l'excavation du tunnel de base.

Il est mis en évidence que le tracé et le tunnel ferroviaire approuvés par le CIPE avec la Délibération 19/2015 restent inchangés par

La Delibera CIPE n.19 del 20 febbraio 2015 di approvazione del progetto definitivo della Nuova Linea Torino-Lione prevede, fra le numerose prescrizioni da ottemperare in fase esecutiva, anche lo studio di “*una localizzazione alternativa dei cantieri in funzione delle esigenze di sicurezza delle persone e nel rispetto delle esigenze operative dei lavori*” (prescrizione n. 235).

In considerazione della sua particolarità, tale studio è stato affidato nel 2016, tramite gara, dal soggetto aggiudicatore TELT a un Consorzio Universitario specializzato in materia di sicurezza (Consorzio NITEL). Lo studio ha analizzato diverse ipotesi di localizzazione alternative dei cantieri a partire da quella approvata dal CIPE.

Nell'ambito delle complessive valutazioni tecniche eseguite, la soluzione che prevede l'avvio dello scavo del tunnel di base dall'attuale sito “La Maddalena” nel comune di Chiomonte (Torino), è quella che ha evidenziato i maggiori benefici, consentendo di garantire un adeguato livello di sicurezza delle persone rispetto alle altre configurazioni studiate. Tale soluzione comporta inoltre alcune modifiche tecniche e localizzative, rispetto a quanto approvato dal CIPE, che brevemente riguardano:

- la diversa localizzazione di un nuovo cantiere industriale nel comune di Salbertrand;
- l'ampliamento del cantiere di Maddalena e la riduzione di attività e di funzioni per alcune aree nella piana di Susa;
- l'ottimizzazione nella localizzazione di alcune opere definitive con eliminazione di intervento in alcune aree del progetto;
- la modifica della cantierizzazione per lo scavo del tunnel di base.

Si evidenzia come il tracciato e il tunnel ferroviario approvati dal CIPE con Delibera n.

rapport aux évaluations de l'EIE du « projet définitif approuvé ».

Du point de vue du territoire et de l'environnement, l'excavation du tunnel de base à partir du chantier actuel de La Maddalena:

- simplifie d'une façon importante les activités de chantier dans la plaine de Susa avec une réduction des impacts sur l'environnement en phase de construction;
- agrandit de 4,5 hectares le chantier actuel de La Maddalena et modifie les espaces, fonctions et types de travaux près de ce chantier; elle ajoute aussi une zone de stationnement à Colombera ;
- introduit une nouvelle zone de chantier industriel à Salbertrand ;
- implique l'excavation d'une nouvelle descenderie à La Maddalena ("Maddalena 2") avec galerie de connexion au tunnel de base. Cette descenderie sera utilisée en phase de construction pour la descente du tunnelier chargé de l'excavation vers Susa et dans la phase d'exploitation en tant que galerie de ventilation ;
  - comme conséquence du point précédent, on élimine le puit et la centrale de ventilation en Val Clarea en concentrant leurs fonctions dans la zone de La Maddalena;
  - déplace la zone de sécurité de Clarea en souterrain du territoire français à celui italien. Le déplacement est d'environ de 4 km en direction de l'Italie, de manière à la relier à la nouvelle galerie de ventilation («Maddalena 2» et sa connexion au tunnel de base) ;
  - permet le stockage de matériel avec roches vertes en galerie sans nécessité de manipulation en plein air, transport et mise en décharges près d'autres sites (en Allemagne dans la solution précédente) ;
  - élimine totalement le câble électrique et ses pressions environnementales sur

19/2015 rimangano invariati rispetto a quanto valutato nello studio di impatto ambientale del progetto definitivo approvato.

Sotto il profilo territoriale e ambientale l'avvio dello scavo del tunnel di base dall'attuale cantiere di La Maddalena:

- semplifica in modo significativo le attività di cantierizzazione nella piana di Susa con una diminuzione degli impatti sull'ambiente nel corso dei lavori;
- amplia di 4,5 ettari l'attuale cantiere di La Maddalena, e modifica le funzioni e le lavorazioni presso tale cantiere oltre ad aggiungere un'area di parcheggio a Colombera;
- introduce una nuova area di cantiere industriale a Salbertrand;
- implica lo scavo di una nuova discenderia a La Maddalena ("Maddalena 2") con relativa galleria di connessione al tunnel di base. Tale discenderia sarà utilizzata in fase di costruzione per la discesa della fresa preposta allo scavo in direzione Susa e in fase di esercizio quale galleria di ventilazione;
- come conseguenza del punto precedente si eliminano il pozzo e la centrale di ventilazione in Val Clarea concentrandole nell'area di La Maddalena;
- sposta l'area di sicurezza di Clarea in sotterraneo dal territorio francese a quello italiano. Lo spostamento è di circa 4 km in direzione dell'Italia, in modo da collegarla alla nuova galleria di ventilazione ("Maddalena 2" e relativa connessione al tunnel di base);
- consente lo stoccaggio del materiale con rocce verdi in galleria senza necessità di movimentazione all'aperto, trasporto e conferimento presso siti terzi (in Germania nella configurazione precedente);
- elimina integralmente in comune di Mompantero e Susa e parzialmente in

les communes de Mompantero et Suse et partiellement sur la commune de Venaus;

- laisse inchangées les zones intéressées par les sites d'amélioration et restauration environnementale de Caprie et Torrazza Piemonte ;
- prévoit de charger sur train de fret fermés à Salbertrand, plutôt qu'à Suse, les déblais qui seront utilisés pour la restauration environnementale des sites de Caprie et Torrazza selon la Délibération CIPE 19/2015. Cette solution prévoit le transport du matériel d'excavation de Chiomonte à Salbertrand avec l'utilisation exclusive de l'autoroute A32. L'augmentation du trafic dans la période de pointe sera inférieure à 10% du trafic actuel.

Selon la délibération n. 924 du 7 septembre 2016 de l'ANAC (Autorité Nationale de lutte contre la corruption) toutes les procédures, y compris d'autorisation, qui ont été lancées avant le 19 avril 2016 (en particulier celle de l'art. 169, alinéa 3 et 5 du D.lgs n. 163/2006) sont soumises à la précédente réglementation (ensemble de l'art. 216, alinéa 1 et 27 du D. Lgs 50/2016).

Conformément à la prescription 235, la variante en question, qui concerne des modifications significatives de localisation, sera soumise à l'approbation du CIPE avec les modalités prévues par l'art. 166 du D. Lgs n. 163/2006 selon l'alinéa 5 de l'art. 169, déjà été approuvé par la délibération du Comité 1<sup>o</sup> mai 2016.

Le Cadre Environnemental de l'Etude d'Impact Environnemental présente donc les résultats du travail réalisé par rapport aux modifications introduites pour se conformer à la prescription CIPE n. 235 (résolution n. 19 du 20 février 2015).

Pour le site de la Maddalena l'analyse prend en compte les résultats environnementaux disponibles. L'expérience des travaux de la galerie de reconnaissance facilite et donne plus de confiance aux évaluations du nouveau chantier.

comune di Venaus il cavidotto interrato e le relative pressioni ambientali;

- lascia inalterate le zone interessate dai siti di recupero e valorizzazione ambientale di Caprie e Torrazza Piemonte;
- prevede di caricare su treni merci chiusi a Salbertrand, anziché a Susa, lo smarino che sarà utilizzato per il recupero ambientale dei siti di Caprie e Torrazza, come da delibera CIPE 19/2015. Questa soluzione prevede il trasporto del materiale di scavo da Chiomonte a Salbertrand in modo tale da interessare esclusivamente l'autostrada A32 con incremento del traffico nel periodo di punta inferiore al 10% del traffico attuale.

Secondo la delibera n. 924 del 7 settembre 2016 dell'ANAC, a tutte le procedure, anche autorizzative, avviate prima del 19 aprile 2016, e in particolare a quelle dell'art. 169, commi 3 e 5 del D. Lgs n. 163/2006, si applica la disciplina previgente ai sensi e per gli effetti del combinato disposto dell'art. 216, commi 1 e 27, del D. Lgs. n. 50/2016.

Nel rispetto di quanto previsto dalla prescrizione 235, la variante in parola, riguardando modifiche sostanziali e rilevanti anche sotto l'aspetto localizzativo, sarà quindi sottoposta ad approvazione del CIPE con le modalità previste dall'art. 166 del D. Lgs. n. 163/2006 come richiamato dal comma 5 del citato art. 169, analogamente a quanto già approvato con delibera del Comitato 1<sup>o</sup> maggio 2016.

Il Quadro Ambientale dello Studio di Impatto Ambientale presenta pertanto gli esiti del lavoro svolto in relazione alle modifiche introdotte per ottemperare alla prescrizione CIPE n. 235 contenuta nella Delibera n. 19 del 20 febbraio 2015.

Per il sito di La Maddalena l'analisi tiene conto dei risultati ambientali sin qui acquisiti. L'esperienza dei lavori svolti per la realizzazione del cunicolo esplorativo facilita e rende più attendibile in tale area la valutazione previsionale per il nuovo cantiere.

Le Cadre Environnemental de l'EIE est divisé en trois tomes pour rendre plus simple la consultation de ce livrable qui constitue néanmoins un seul livrable.

Le tome I concerne l'état actuel de l'environnement, le tome III présente les réponses du projet (mesures de prévention et réduction).

Le présent tome II du « Cadre Environnemental » se situe entre les deux. Il analyse les pressions et les impacts dus à la variante sécurité à partir de l'état initial (tome I) et donne les éléments pour les mesures à adopter (tome III). Cette analyse a été faite par rapport à chaque composante de l'environnement, selon les normes techniques en vigueur en Italie pour la rédaction des études d'impact sur l'environnement. Le périmètre d'analyse correspond aux aires d'étude dans lesquels la variante donne lieu à des impacts différents par rapport à ceux objet de la Délibération CIPE n.19 du 20 février 2015.

L'approche et les critères ont été les mêmes utilisées pour l'Etude d'Impact sur l'Environnement du « projet définitif » approuvé.

Pour permettre la comparaison avec le scénario de construction du « projet définitif » approuvé, les évaluations environnementales ne se limitent pas seulement aux impacts modifiés mais mettent aussi en évidence les situations inchangées ou avec réduction des impacts.

La comparaison avec le « projet définitif » approuvé selon les résultats du tome II, est résumable dans les points suivants:

- réduction des impacts dans la phase d'exploitation, et leur élimination en Val Clarea en saisissant l'occasion, possible avec la variante, de réduire les effets des ouvrages accessoires tels que la centrale de ventilation et la ligne électrique en câble;
- élimination des risques en liaison au

Il Quadro Ambientale di SIA è suddiviso in tre tomi per favorirne la consultazione pur costituendo un documento unico.

Il tomo I descrive lo stato attuale dell'ambiente, il tomo III presenta le risposte del progetto (misure di prevenzione e mitigazione).

Il presente tomo II del Quadro Ambientale si colloca fra i due; analizza le pressioni e gli impatti determinati dalla variante sicurezza a partire dallo stato iniziale (tomo I) in modo da fornire gli elementi per le misure da adottare (tomo III). Tale analisi è stata svolta per ogni componente ambientale prevista dalle norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale in Italia. Il perimetro dell'analisi è quello delle aree di studio in cui la variante determina impatti diversi rispetto a quelli oggetto della Delibera di approvazione del CIPE n.19 del 20 febbraio 2015.

L'approccio e i criteri sono stati gli stessi applicati allo Studio di Impatto Ambientale del progetto definitivo approvato.

Per permettere la comparazione con lo scenario di costruzione del progetto definitivo approvato le valutazioni ambientali non si limitano alle aree in cui gli impatti risultano incrementali ma mettono in evidenza anche le situazioni che non si modificano o di variazione dell'impatto.

Il confronto con il progetto definitivo approvato secondo i risultati del presente tomo II, è riassumibile nei seguenti punti:

- riduzione degli impatti per la fase di esercizio, se non addirittura l'eliminazione in alcune aree quali l'alta Val Clarea, che coglie le opportunità della variante di riduzione dell'impatto di opere accessorie quali la centrale di ventilazione e l'elettrodotto in cavo;
- eliminazione dei rischi derivanti dal trasporto dello smarino con rocce verdi grazie alla possibilità di stoccaggio in galleria;
- trasferimento di parte delle attività di

transport des déblais avec roches vertes grâce à la possibilité de stockage en tunnel ;

- déplacement d'une partie des activités et des impacts de chantier de la plaine de Suse aux zones des chantiers de Chiomonte et Salbertrand en réduisant d'une façon importante les activités dans une zone habitée. Le transport routier du matériel en provenance de Chiomonte nécessaire pour atteindre la zone de chargement sur train à Salbertrand prévoit l'utilisation exclusive de l'autoroute A32, sans implication de la voirie ordinaire. Cette utilisation ne change pas d'une façon importante les capacités de transport de l'autoroute.

Les résultats des analyses du tome II ont amené à un bilan final des impacts dans lequel la variante sécurité conduit à une légère amélioration par rapport au scénario du « projet définitif approuvé ».

cantiere dalla piana di Susa alle zone di cantiere di Chiomonte e Salbertrand, riducendo in modo significativo le attività in un'area abitata. Il trasporto su gomma del materiale proveniente da Chiomonte necessario a raggiungere l'area di carico su treno a Salbertrand prevede l'esclusivo utilizzo dell'autostrada A32, escludendo l'utilizzo della viabilità ordinaria e non incidendo in modo significativo sulla capacità di trasporto dell'autostrada stessa.

Gli esiti delle analisi del tomo II hanno condotto ad un bilancio finale degli impatti in cui la variante sicurezza è risultata lievemente migliorativa rispetto al progetto definitivo approvato.

## 1. INTRODUZIONE

Il Quadro Ambientale di SIA costituisce un documento unico che è stato suddiviso in tre tomi, al fine di favorirne la praticità di consultazione.

- Il tomo I ha lo scopo di illustrare criteri e metodi mediante i quali è stata svolta l'analisi ambientale della variante sicurezza e di presentare lo stato attuale dell'ambiente nell'area di Studio interessata. Inquadra pertanto l'intero quadro ambientale dal punto di vista metodologico nel complesso quadro di ottemperanza alla prescrizione CIPE n. 235 e fornisce una completa trattazione delle caratteristiche del territorio interessato dalla variante. Il tomo I si completa con gli allegati cartografici illustrativi dello stato attuale.
- Il presente tomo II analizza le pressioni e gli impatti determinati dalla variante sicurezza.
- Il tomo III definisce le azioni di prevenzione e mitigazione degli impatti ritenute necessarie al fine di garantire un elevato profilo di qualità ambientale dell'opera a seguito delle modifiche introdotte con la variante sicurezza. In coerenza con il processo di progettazione integrata della fase preliminare e definitiva, tali azioni hanno riguardato sia il contenimento all'origine dell'impatto ambientale con ricerca di miglioramenti rispetto al progetto definitivo approvato che interventi di inserimento paesaggistico-ambientale in coerenza con le linee guida adottate per il progetto.

In questo contesto il tomo II costituisce il cuore dell'analisi ambientale che, partendo dallo stato del territorio e delle sue specificità e sensibilità, fornisce gli elementi indispensabili per una corretta definizione delle azioni progettuali di prevenzione e tutela siano esse opere ed interventi che modalità di lavoro, procedure e controlli. Per l'analisi è stata confermata la medesima impostazione metodologica (matrici per area di studio e sintesi cumulativa) al fine di mantenere continuità di approccio nelle valutazioni con quanto svolto per il progetto definitivo approvato e facilitare anche il confronto complessivo.

La chiave di lettura del presente tomo II è da ricercarsi nell'obiettivo delle analisi e delle valutazioni tese sia a valutare la compatibilità degli impatti laddove non presenti nella configurazione del progetto definitivo approvato sia di presentare un confronto globale fra i due scenari (considerando in questo caso anche gli impatti annullati/in diminuzione e le situazioni di invarianza). Riguardo le parti di progetto interessate dalla variante, la logica delle analisi ed i criteri adottati sono analoghi a quelli utilizzati per la definizione delle matrici nel Progetto Definitivo Approvato. Non essendoci modifiche rispetto allo scenario di impatto dell'opera ferroviaria in esercizio, così come già approvata con prescrizioni, quest'ultima non è infine oggetto di analisi.

Per comodità di lettura la presente parte introduttiva del tomo II riprende alcune parti già contenute nel tomo I di più diretto interesse rispetto alla fase di analisi di pressioni e impatti ambientali. Di seguito sono quindi riportati i principali elementi progettuali della variante sicurezza (pressioni), ulteriormente classificate per gruppi di componenti ambientali a integrazione di quanto esposto nel tomo I.

La successiva analisi di impatto è stata svolta per ogni componente ambientale prevista dalle norme tecniche per gli studi di impatto ambientale mentre il perimetro geografico è riferito sia alle aree di studio così come descritte nel loro stato attuale nell'ambito del tomo I che esteso ad un bilancio complessivo di confronto con il progetto definitivo approvato.

Come già in precedenza accennato, al fine di permettere la comparazione con lo scenario di costruzione del progetto definitivo approvato le valutazioni ambientali non si limitano alle aree in cui gli impatti risultano nuovi o potenzialmente incrementali ma mettono in evidenza anche le situazioni che non si modificano o che presentano variazione dell'impatto.

Per quanto di riferimento alla metodologia dell'analisi ambientale viene ripreso lo schema concettuale di riferimento definito come "Pressione, Stato, Risposte" e le matrici di analisi così come descritte nei capitoli introduttivi del tomo I del presente Quadro Ambientale.

### 1.1 Principali elementi progettuali della "Variante Sicurezza"

Come evidenziato in ogni documento dello Studio di Impatto Ambientale, la variante sicurezza è incentrata sulla migliore protezione possibile di cose e persone per l'intera fase di costruzione dell'opera e ha preso forma e contenuti secondo la configurazione dell'alternativa indicata come #3bis.

L'aspetto più rilevante della soluzione prescelta, in una lettura più tipicamente ambientale, è rappresentato dallo spostamento della maggior parte delle azioni e conseguenti pressioni di progetto previste nella piana di Susa in altre due zone più confinate: quella che ospita l'attuale cantiere della discenderia di Chiomonte (opportunamente ampliato per lo scavo del tunnel di base) e quella industriale prossima alla stazione di Salbertrand per la prefabbricazione conci, la valorizzazione e il carico del materiale di scavo destinato, via treno, ai due siti di Caprie e di Torrazza Piemonte.

Una ulteriore considerazione riguarda le modifiche ad alcune opere definitive indotte dal cambiamento di scenario della fase di costruzione a fini di sicurezza sia in sotterraneo che all'aperto.

Nella tabella che segue vengono messi sinteticamente a confronto (ved. Quadro Progettuale per ogni approfondimento) i principali aspetti di modifica o di invarianza fra lo scenario del progetto definitivo approvato e quello della variante di cantierizzazione oggetto del presente Studio di Impatto Ambientale.

Elementi di progetto	Modifiche rispetto al progetto definitivo approvato
Tunnel di Base	Invariato rispetto al progetto definitivo approvato dal punto di vista dello scenario di impatto ambientale del progetto definitivo approvato.
Centrale di ventilazione di Clarea	La costruzione della seconda discenderia a Chiomonte consente l'eliminazione di ogni opera in Val Clarea, zona sensibile sotto il profilo ambientale. L'area di Maddalena ospiterà pertanto anche la centrale di ventilazione in precedenza allocata a Clarea (con nuova soluzione integrata architettonicamente e parzialmente interrata) collegata al Tunnel di Base tramite la nuova discenderia di Maddalena 2 non presente nel progetto definitivo approvato.
Area di sicurezza (AdS) di Clarea	Si sposta l'area di sicurezza di Clarea in sotterraneo dal territorio francese a quello italiano. Lo spostamento è di circa 4 km in direzione dell'Italia dalla progressiva di linea km 47+998 alla progressiva 52+164,5.
Altre opere in sotterraneo	L'attuale discenderia di Maddalena 1 e quella di Maddalena 2 presenteranno entrambe un collegamento con l'Area di sicurezza in corrispondenza della caverna tecnica. Questi collegamenti sono denominati rispettivamente "galleria di connessione 1" e "galleria di connessione 2"
Cavidotto 132kV Venaus - Susa	Tracciato invariato fino a Venaus dove, tramite un collegamento verticale fino all'interno del Tunnel di Base, il cavidotto intercetterà la sede ferroviaria. Da questo punto fino all'imbocco est Tunnel di Base il cavo sarà posato in sede ferroviaria evitando il percorso più in superficie lungo la viabilità come previsto nel progetto definitivo approvato. All'interno della stazione internazionale di Susa il tracciato in variante

Elementi di progetto	Modifiche rispetto al progetto definitivo approvato
	ritorna sul tracciato del progetto definitivo approvato e prosegue in sede ferroviaria per circa 1 km sino alla sottostazione elettrica di Susa.
Cantieri a cielo aperto	Estensione del cantiere di imbocco de La Maddalena per un totale di circa 4.5 ha. Nuova area di Colombera - parcheggio. Nuova area industriale a Salbertrand. Gli impianti previsti nella Piana di Susa sono spostati e distribuiti fra Maddalena e Salbertrand. Restano invariate le occupazioni nella piana di Susa ma ridotte in modo significativo le lavorazioni (non vi è più lo scavo del tunnel di base), le pressioni e le sorgenti di potenziale impatto in precedenza studiate.
Stoccaggio materiale scavato in in zone con presenza di rocce verdi	Lo stoccaggio all'interno della discenderia di Maddalena 2 permette di evitare il trasporto su treno di questo materiale al sito di destinazione finale (in Germania nel progetto definitivo approvato) evitando ogni possibile rischio in caso di imprevisti ed incidenti.
Siti di Caprie e Torrazza Piemonte	Localizzazione e volumetria invariata, a Caprie e Torrazza nell'ambito delle aree già individuate e senza riflessi ambientali anche con le variazioni nella logistica del trasporto.
Logistica e gestione del marino	Lo scenario della variante sicurezza presuppone lo scavo del Tunnel di Base da Maddalena e il trasporto del materiale scavato via gomma a Salbertrand, dove è prevista la valorizzazione ed il caricamento su treno. L'utilizzo dello svincolo approvato di Chiomonte richiede quindi, in base ai nuovi percorsi, una ridefinizione della logistica di gestione dei materiali.
Altre opere definitive all'aperto e in sotterraneo	Invariate

*Tabella 1 – Elementi di progetto e sintesi delle modifiche apportate con la variante sicurezza*

## 1.2 Inquadramento delle pressioni ambientali della variante sicurezza

Le pressioni esercitate dall'opera nell'area di studio sono tipologicamente del tutto analoghe a quanto valutato nell'ambito del progetto definitivo approvato ma si ripartiscono in modo diverso sul territorio sia per localizzazione che per durata. Prima dell'analisi per singola componente ambientale l'inquadramento di tali pressioni può essere svolto in modo efficace in relazione alle seguenti categorie:

- Geologia, idrogeologia e geomorfologia
- Ambiente antropico
- Ambiente biotico
- Paesaggio.

### Geologia, idrogeologia e geomorfologia

Le principali pressioni (progetto definitivo approvato) erano state identificate nei rischi a vario grado di probabilità per amianto, arsenico, uranio e radon, nella vulnerabilità dell'acquifero, falda e sorgenti, nell'allocazione di terre e rocce da scavo oltre che, ovviamente, nell'azione stessa dello scavo. Nel caso della variante sicurezza l'aspetto più significativo è legato all'opportunità di ridurre i rischi nella gestione del materiale di scavo nelle rocce verdi risultando invariante ogni altro aspetto.

### Ambiente antropico

L'ambiente antropico può essere considerato sia come ricettore di impatto che come fattore di pressione nell'ambito del modello "pressioni-stato-risposte".

Gli impatti generati da tali pressioni dipendono ovviamente dalle relazioni fra la sorgente di impatto e i ricettori (edificato civile e produttivo) e dalla sensibilità del ricettore (impatto tanto più significativo quanto più diretto verso strutture particolarmente esposte quali scuole, ospedali e luoghi di culto). La pressione intrinseca di progetto è stata direttamente incrociata con la ricerca di risposte di tipo preventivo al fine di ridurre al minimo gli impatti all'origine. Questo concetto è evidente con la variante che, incrementando la sicurezza nei confronti delle persone, induce anche riduzione di pressioni all'origine sul sistema antropico nelle zone più densamente abitate della piana di Susa.

### **Ambiente biotico**

L'ambiente biotico analizzato per il progetto definitivo approvato si è basato in larga parte sullo studio delle aree protette e delle reti ecologiche, elemento prioritario anche per la pianificazione. Questo tipo di pressioni è stato ripreso ed analizzato a scala territoriale più circoscritta nell'ambito dello studio della variante con particolare riferimento alla nuova area di cantiere di Salbertrand, prossima al sito Natura 2000 "Gran Bosco di Salbertrand" per la quale è stata anche redatto uno specifico studio di incidenza ecologica. Lo spostamento di pressioni dal sistema antropico a contesti più inseriti in ambiti naturali ha tuttavia condotto, anche in tali situazioni, ad individuare opportunità di miglioramento quali il ripristino finale in ottica naturalistica dell'area industriale di Salbertrand.

### **Paesaggio**

Come nelle fasi precedenti della progettazione il lavoro svolto con il gruppo di architetti paesaggisti ha permesso di proseguire nell'analisi di pressioni e impatti nell'ambito del quadro e delle finalità poste dalla carta architettonica e paesaggistica. Nel corso dell'analisi della variante le attenzioni si sono concentrate in particolare nell'area di Maddalena in cui l'ampliamento della centrale di ventilazione e la sistemazione finale dell'intera area sono risultati temi centrali a livello sia architettonico che paesaggistico.

### **1.3 Definizione degli ambiti territoriali per le analisi ambientali**

Per l'analisi delle componenti ambientali sono stati presi in considerazione dieci diversi ambiti territoriali operativi. Alcuni di questi rientrano nelle aree di studio direttamente interessate da impatti nuovi o potenzialmente incrementali della variante (Salbertrand, Maddalena e Colombera) mentre le altre sono di invarianza o di impatti in eliminazione o riduzione:

- Salbertrand: nuova area di progetto (cantiere industriale);
- Colombera: nuova area di progetto (parcheggio);
- Maddalena: estensione del cantiere attuale e nuove funzionalità (cantiere e opere definitive);
- Piana di Susa: invarianza localizzativa ma riduzione delle attività in fase di costruzione;
- Clarea: eliminazione del cantiere e della centrale ventilazione;
- Sito di Caprie: invarianza;
- Sito di Torrazza: invarianza;
- Corridoio di sviluppo del cavidotto: riduzione della porzione di tracciato in superficie.

## 1.4 Percorso di lavoro e approccio metodologico

Come per l'impostazione generale anche nel caso degli indicatori ambientali e della matrice di analisi lo Studio di Impatto Ambientale della variante Maddalena ha ripreso in buona parte il percorso metodologico utilizzato nelle precedenti fasi di progetto.

Caratteristica principale resta inoltre, come in fase di progetto definitivo approvato, quella di rappresentare impatti che hanno la caratteristica di presentarsi nel contempo come temporanei (pressioni di cantiere) ma anche di lungo periodo vista la pluriennale durata dei lavori. Ulteriore specificità è data dalla necessità di comparazione con lo scenario della fase di costruzione del progetto definitivo approvato in modo da conservare, come obiettivo minimo, un analogo livello di tutela ambientale ma anche di migliorarlo laddove reso possibile dalla nuova configurazione dei cantieri. In questa ottica l'analisi di impatto è stata impostata basata sull'obiettivo di confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato, secondo lo schema di seguito rappresentato:

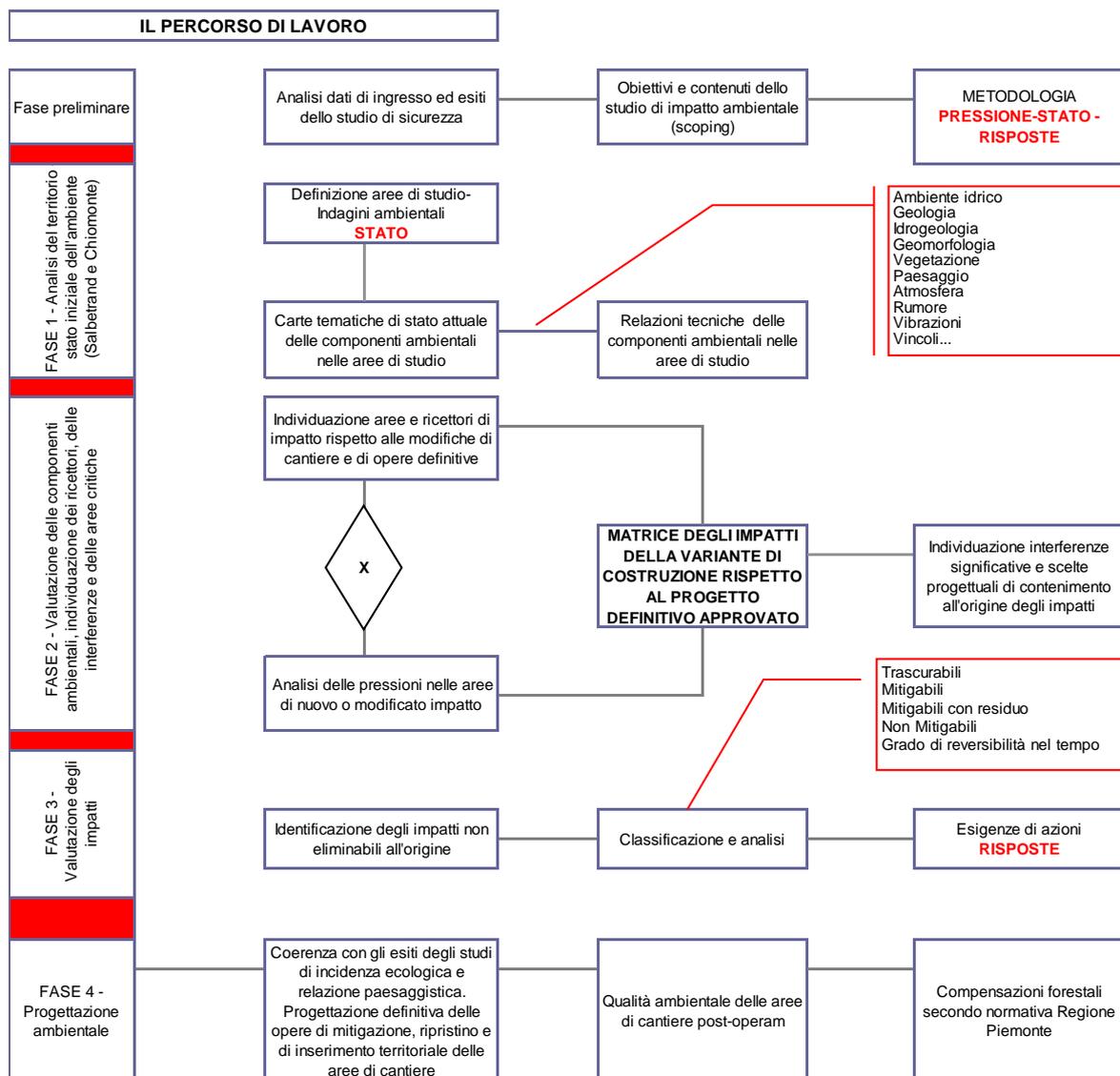


Figura 1 – Percorso di lavoro dello Studio di Impatto Ambientale

Il dettaglio degli indicatori e degli esiti delle analisi è compiutamente descritto nei singoli capitoli di ogni componente ambientale nell'ambito dei tre tomi del quadro ambientale.

Le analisi di impatto sono state svolte a partire dai seguenti assunti di base:

- la variante sicurezza è riferita alla fase di costruzione e, per sua natura, non comporta varianti significative rispetto all'opera infrastrutturale mentre incide sensibilmente sulle sue modalità di costruzione. Le analisi di impatto, sintetizzate in matrici, sono pertanto riferite a questa fase non essendo oggetto di valutazione l'esercizio ferroviario già approvato con prescrizioni con la precedente configurazione dei cantieri (Delibera CIPE n.19 del 20 febbraio 2015);
- la variante sicurezza ha permesso di modificare alcune opere finali sempre in ottica migliorativa rispetto al progetto definitivo approvato. La trattazione e la valutazione di impatto di tali singolarità (soppressione di opere in val Clarea, centrale di ventilazione a Maddalena, riduzione del tracciato in superficie del cavidotto) viene accuratamente effettuata nell'ambito di ogni componente ambientale e confrontata da un punto di vista quali-quantitativo con il progetto definitivo approvato;
- la variante sicurezza mantiene invariato il numero di aree di studio (sostituendo Clarea con Salbertrand). Tali aree si mantengono indipendenti sotto il profilo del manifestarsi di impatti. In altri termini le azioni di progetto in una determinata area non sono in grado di determinare impatti né diretti né indiretti sulle altre aree di studio interessate dai lavori. Per tale motivo l'analisi degli impatti è stata suddivisa in più ambiti territoriali: Salbertrand (nuova area), Chiomonte (ampliamento de La Maddalena rispetto all'attuale cantiere ed estensione a Colombera), Piana di Susa (invariata nell'estensione), Clarea (area eliminata), Caprie e Torrazza (invarianti) e tracciato del cavidotto (eliminato nei comuni di Susa e Mompantero e ridotto in quello di Venaus);
- per ciascuna azione di progetto e a seconda della componente ambientale la valutazione deriva da analisi previsionali di variazioni di indicatori qualitativi o quantitativi (modelli di calcolo) relazionati a standard di qualità tecnica o soglie normative ove applicabili;
- la scala di impatti è rappresentata quale variazione rispetto allo scenario del progetto definitivo approvato in cui i punteggi di carattere migliorativo o peggiorativo vengono descritti ed esplicitati nei capitoli relativi ad ogni singola componente ambientale;
- per quanto riguarda il sito di La Maddalena il confronto è stato svolto non soltanto in relazione al progetto definitivo approvato ma anche in rapporto al cantiere di scavo del cunicolo esplorativo.

#### ***1.4.1 Matrici di analisi di impatto per la comparazione della fase di costruzione fra la variante di sicurezza dei cantieri e la configurazione del progetto definitivo approvato***

Come evidenziato al paragrafo precedente il confronto fra le due configurazioni dei cantieri (variante sicurezza e progetto definitivo approvato) è stata svolta per ogni componente ambientale in relazione ai propri specifici indicatori tecnici e normativi. A valle di tale analisi gli esiti di ogni componente sono stati tradotti in scale di valori omogenee e qualitative espressione di invarianza, incremento o riduzione di impatto della nuova soluzione rispetto alla configurazione dei cantieri del progetto definitivo approvato.

Nella seguente **Figura 2** è riportato lo schema della matrice utilizzata che rappresenta quindi, per ogni componente ambientale e per ogni area di studio, l'esito del confronto.

Come si può notare, è stato attribuito il valore “zero” all'invarianza mentre una scala di tre valori in campo positivo e tre valori in campo negativo rappresentano l'entità di miglioramento o peggioramento degli impatti del progetto in variante rispetto allo scenario

del progetto definitivo approvato. La motivazione circa l'attribuzione di questi valori qualitativi è illustrata nell'ambito dei capitoli di analisi relativi ad ogni componente ambientale.

Quali azioni di progetto (ossia le pressioni ambientali della fase di cantiere) sono state previste cinque categorie, ossia:

- occupazione del suolo;
- durata delle attività di cantiere;
- lavorazioni significative;
- movimentazione dei materiali;
- flussi di mezzi con emissioni.

I valori ottenuti dall'incrocio di tali pressioni con le caratteristiche e le sensibilità di ciascun ambito territoriale di studio (tipologie e qualità dei ricettori in essa presenti) sono successivamente stati aggregati nel loro valore medio, espressione di sintesi della significatività dell'impatto per ogni singola componente ambientale in ogni singola area di studio. Questa operazione, necessaria per sintesi di rappresentazione, va tuttavia sempre letta unitamente al dato singolo in quanto ogni media tende, per definizione, a ridurre l'importanza di eventuali specificità sia in positivo che in negativo.

Al fine di favorire la valutazione di un bilancio complessivo di confronto è stata infine predisposta una ulteriore matrice di sintesi che pone in relazione l'insieme delle componenti ambientali in relazione a tutti gli ambiti territoriali di analisi (ved. **Figura 3**). Grazie a tale matrice viene così rappresentata la valutazione di impatto cumulativo svolto fra le diverse componenti ambientali in ogni singola area di studio.

Quest'ultima matrice, di carattere ancor più qualitativo, fa uso di colori differenziati in modo da rendere visivamente ancor più percepibile il confronto complessivo dei due scenari di costruzione.

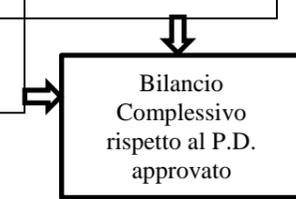
FASE DI CANTIERE										
Componente in analisi	Salbertrand	Colombera	Maddalena	Piana di Susa			Clarea	Sito di Caprie	Sito di Torrazza P.te	Cavidotto
COMPONENTE				Zona Est	Imbocco TdB	Area Tecnica di Susa				
<i>Occupazione suolo</i>										
<i>Tempo occupazione</i>										
<i>Lavorazioni significative per gli impatti<sup>1</sup></i>										
<i>Movimentazione materiale</i>										
<i>Flusso mezzi emissivi</i>										

Scala di variazione degli impatti ambientali rispetto allo scenario di progetto definitivo approvato	
-3	Variazione peggiorativa
-2	Variazione moderatamente peggiorativa
-1	Variazione lievemente peggiorativa
0	Nessuna variazione/nessun impatto sulla componente
+1	Variazione lievemente migliorativa
+2	Variazione moderatamente migliorativa
+3	Variazione migliorativa

*Figura 2 – Schema della matrice di analisi degli impatti per singola componente ambientale*

<sup>1</sup> *Lavorazioni significative per gli impatti: preparazione area, scavi in terreno, scavi in roccia, riporti, posa in opera prefabbricati, funzionamento impianti di cantiere*

FASE DI CANTIERE											
Componenti	Siti nuovi		Siti già presenti							Valutazione complessiva per componente	
	Salbertrand	Colombera	Maddalena	Piana di Susa			Clarea	Sito di Caprie	Sito di Torrazza P.te		Cavidotto
				Zona Imbocco Est TdB	Area Tecnica di Susa	Interconnessione e area Bussoleno					
Sottosuolo											
Rischio idrogeologico											
Ambiente idrico sotterraneo											
Ambiente idrico superficiale											
Atmosfera											
Rumore											
Vibrazioni											
Campi elettromagnetici											
Flora, Vegetazione											
Fauna											
Ecosistemi											
Suolo											
Paesaggio e patrimonio storico culturale											
Salute pubblica											
<b>VALUTAZIONE CUMULATIVA PER AREA DI STUDIO</b>											



Scala di variazione degli impatti ambientali rispetto allo scenario di progetto definitivo approvato	
$-3 \geq x > -2$	Variatione peggiorativa
$-2 \geq x > -1$	Variatione moderatamente peggiorativa
$-1 \geq x > 0$	Variatione lievemente peggiorativa
0	Nessuna variazione
$0 < x \leq 1$	Variatione lievemente migliorativa
$1 < x \leq 2$	Variatione moderatamente migliorativa
$2 < x \leq 3$	Variatione migliorativa

Figura 3 – Schema della matrice di confronto comparativo complessivo

## 2. Documenti di riferimento

I seguenti documenti costituiscono un riferimento per il presente studio:

- PRV\_TS3\_C3A\_6010: Relazione generale illustrativa - lato Italia
- PRV\_TS3\_C3A\_6037: Relazione illustrativa cantiere Maddalena e Area Colombera
- PRV\_TS3\_C3A\_7860: Area industriale di Salbertrand - Relazione tecnico-illustrativa
- PRV\_TS3\_C3A\_7861: Area industriale di Salbertrand – Planimetria
- PRV\_TS3\_C3A\_6431: Area cantiere Maddalena - Planimetria
- PRV\_TS3\_C2B\_2085-B e PRV\_C2B\_TS3\_2086-B: Corografia di tracciato con indicazioni recettori interferiti - tav. 1 di 2/ tav. 2 di 2;
- PRV\_TS3\_C2B\_2083: Dossier di raccolta Schede fabbricati interferiti;
- PRV\_TS3\_C2B\_2084: Approfondimento progettuale CEM – Relazione generale
- MAD\_EXE\_VEN\_0071: Opere di mitigazione ambientale per fattore acque - Impianto di depurazione - Relazione tecnica generale
- “Valutazione di impatto sulla salute: galleria geognostica della Maddalena”.

### 3. Pressioni e impatti: SOTTOSUOLO

Nel presente paragrafo si esaminano le principali pressioni indotte dalle previste azioni di progetto, sulla componente sottosuolo, nonché i conseguenti potenziali impatti attesi, relativamente alle nuove aree oggetto della variante di cantierizzazione (area di imbocco di Maddalena, area di lavoro di Colombera ed area industriale di Salbertrand).

#### 3.1 Individuazione degli impatti

La valutazione degli impatti sulla componente sottosuolo viene condotta attraverso l'impiego di indicatori che permettono di quantificare le modifiche indotte dalla variante di cantierizzazione rispetto allo scenario del progetto definitivo approvato. Gli indicatori scelti per valutare l'impatto nei confronti della componente sottosuolo sono riportati di seguito:

**Volume di materiale scavato:** quantifica il volume di materiale scavato per la realizzazione delle opere in progetto.

**Volume di rifiuti pericolosi:** quantifica i tratti lungo i quali le operazioni di scavo determinano la produzione di rifiuti pericolosi, non riutilizzabili. La possibile produzione di rifiuti pericolosi si localizza nell'ultimo tratto del Tunnel di Base per una lunghezza di 350-400 m.

**Volume di rifiuti:** quantifica i tratti lungo i quali le operazioni di scavo determinano la produzione di materiale non riutilizzabile da smaltire come rifiuto. La produzione di tali materiali si localizza nel tratto della Galleria della Maddalena 2 e verosimilmente del Tunnel di Base a causa della presenza di rocce contenenti arsenico in concentrazione superiore ai limiti di soglia definiti dal D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.

**Generazione di punti di diffusione del gas Radon:** identifica i tratti di scavo in sotterraneo lungo i quali si possono attivare punti di diffusione in atmosfera del gas Radon a seguito dell'intersezione di strutture, o zone particolarmente fratturate, o per l'interferenza con ammassi rocciosi a maggior tendenza alla generazione di gas Radon.

I risultati ottenuti dalla valutazione, sono riportati nella matrice degli impatti di confronto rispetto al progetto definitivo approvato.

#### 3.2 Gestione materiali di scavo

Il progetto di variante porta ad una variazione delle configurazioni di scavo e delle opere nella zona di Maddalena. Ciò ha determinato, insieme all'esperienza relativa allo scavo del cunicolo della Maddalena, la necessità della rivalutazione dei volumi di scavo e il loro riutilizzo. Al fine di valutare la possibilità di riutilizzo dei materiali provenienti dagli scavi delle gallerie è stato sviluppato uno specifico studio (PRV\_C3A\_TS3\_6042) che, oltre alle volumetrie di scavo delle opere in sotterraneo, ha preso in considerazione le caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni e le modalità esecutive degli scavi.

Lo studio ha permesso di differenziare e quantificare i materiali provenienti dagli scavi secondo la seguente classificazione finalizzata alla valutazione del loro possibile reimpiego nell'ambito dell'opera in progetto:

- Classe C11: materiali di ottime qualità che possono essere utilizzati per la produzione di aggregati per conglomerati cementizi;
- Classe C12: materiali di buona qualità che possono essere utilizzati per la formazione dei corpi dei rilevati;

- Classe C13: materiali che non possono essere reimpiegati per ottenere aggregati o per la formazione di rilevati e sono da destinarsi ad altri utilizzi quali recuperi ambientali.

La classe C13 è stata ulteriormente differenziata in:

- C13a: materiali non utilizzabili da destinare ad altri utilizzi (es: ripristini ambientali);
- C13b: materiali che presentano un carattere evolutivo, o che contengono minerali di amianto, o sostanze di cui alla Tabella 1, Allegato 5 alla Parte IV del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.

In funzione della classe di valorizzazione dei materiali prodotti dagli scavi, dei fabbisogni dei singoli cantieri e della logistica di gestione dei materiali di scavo è stato eseguito il bilancio complessivo con lo scopo di valutare:

- le produzioni complessive di materiali provenienti dagli scavi;
- i fabbisogni complessivi in calcestruzzi e in rilevati;
- i quantitativi di materiali prodotti dagli scavi e riutilizzati nell'ambito dell'opera in progetto;
- i quantitativi di materiali da destinarsi in discarica definitiva (C12 e C13a/b);
- gli eventuali deficit in aggregati.

Si riportano nel seguito le ipotesi assunte per la gestione dei materiali di scavo:

- Tutto il materiale proveniente dagli scavi (ad eccezione del C12 scavato nei tunnel di Interconnessione) verrà trasportato dai luoghi di produzione, all'area industriale di "Salbertrand" nel quale in funzione delle caratteristiche o verrà inviato al processo di valorizzazione o nel caso non risultasse idoneo ad un successivo riutilizzo verrà avviato ai siti di Caprie e Torrazza Piemonte;
- Il materiale scavato dal tunnel di interconnessione subirà una prima preparazione direttamente sul cantiere di Imbocco Ovest dell'interconnessione: il materiale idoneo ad essere steso in rilevati rimarrà sull'area per il suo successivo utilizzo come rilevato nell'area di Susa o Bussoleno; la quantità da destinare ai siti di Caprie e Torrazza Piemonte verrà inviata a Salbertrand via gomma e successivamente raggiungerà tali destinazioni via treno.
- Il materiale scavato nelle rocce potenzialmente amiantifere in corrispondenza del tratto terminale del tunnel di base (lato Susa) non verrà portato a cielo aperto e pertanto non rientrerà nel bilancio finale di materiale da prevedere a deposito o come aggregato per il suo utilizzo.

Le produzioni e fabbisogni per singola opera e per cantiere sono riportati con dettaglio nell'elaborato PRV\_C3A\_TS3\_6042 e nel quadro progettuale PRV\_C3C\_TS3\_7102.

Nella Tabella 2 si riporta il bilancio complessivo delle produzioni e dei fabbisogni nell'ambito delle opere in progetto.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
BILANCIO COMPLESSIVO	Scavo+depositi esistenti	Volume totale[t]	69'990	96'637	330'907	1'092'414	2'060'976	2'133'022	1'384'633	160'071	3'382	0	7'332'032	
		Cl1 [t]	0	57'800	157'875	584'845	717'828	684'224	720'380	0	0	0	2'922'953	
		Cl2 [t]	0	16'088	27'291	141'153	642'825	873'608	57'867	0	0	0	1'758'832	
		Cl3a [t]	69'990	22'428	120'863	366'208	638'383	574'160	541'378	8'116	3'382	0	2'344'909	
		Cl3b [t]	0	321	24'878	207	61'941	1'029	65'008	151'955	0	0	305'339	
	Fabbisogni	CIs	CIs - Complessivi [t aggregati]	0	72'469	49'633	243'856	402'519	762'039	552'237	198'594	173'730	316'758	2'771'836
			CIs - Spritz [t aggregati]	0	8'857	15'101	21'939	76'400	87'740	30'066	6'113	345	0	246'560
			CIs - Rivestimento [t aggregati]	0	63'612	34'533	115'230	215'756	469'944	354'032	66'866	85'586	70'081	1'475'638
			CIs - Finiture [t aggregati]	0	0	0	0	3'677	97'668	40'055	0	81'209	187'739	410'347
			CIs - Cielo aperto [t aggregati]	0	0	0	106'687	106'687	106'687	128'085	125'615	0	0	573'762
			CIs - Armamento [t aggregati]	0	0	0	0	0	0	0	0	6'590	58'938	65'528
		Bilancio aggregati	Defecit aggregati [t]	0	33'409	0	0	0	0	0	0	0	0	33'409
			Sur plus aggregati [t]											184'526
		Rilevati	Rilevati [t] (disponibilità)	0	0	0	141'153	642'825	873'608	57'867	0	0	0	1'715'453
			Cl2 a deposito definitivo [t]	0	16'088	27'291	0	0	0	0	0	0	0	43'379
	(Cl2+Cl3a) prodotto da evacuare [t]		69'990	38'516	148'154	366'208	638'383	574'160	541'378	8'116	3'382	0	2'388'288	
	(Cl3b) prodotto totale [t]		0	321	24'878	207	61'941	1'029	65'008	151'955	0	0	305'339	

Tabella 2 – Bilancio complessivo

Dalla tabella soprariportate emerge quanto segue:

- Il quantitativo di inerte prodotto dalla valorizzazione del materiale di scavo è sufficiente a garantire il fabbisogno richiesto durante tutto l'arco delle lavorazioni, fatta eccezione per un'aliquota di circa 30'000 t ad inizio lavori quando ancora non si è iniziato a scavare i tunnel.
- Il quantitativo di Cl2 idoneo ad essere steso in rilevati è di circa 1.750.0000 t a fronte di una necessità di circa 2.900.000 t, è presente pertanto un deficit significativo per poter completare i rilevati presenti a Susa e Bussoleno.
- Il materiale complessivamente inviato ai siti di Caprie e Torrazza Piemonte (tipologia Cl3a, in quanto tutto il Cl2 viene riutilizzato per i rilevati) è di circa 2.350.000 t.

La produzione di Cl11, valorizzato per il successivo utilizzo come inerte nei calcestruzzi, proverrà dallo scavo del Tunnel di Base: la produzione di aggregato risulta anticipata rispetto al fabbisogno per l'utilizzo nei calcestruzzi. È necessario prevedere, durante gli anni di attività dei cantieri, degli stoccaggi temporanei per gli aggregati. Tale surplus verrà infatti consumato gradualmente durante gli ultimi anni del cantiere per la realizzazione delle opere a cielo aperto e finiture della linea. A fine lavori, dalle stime condotte si avrà un surplus di circa 180.000 t; potrà pertanto essere valutata la possibilità di un suo riutilizzo come materiale per rilevati.

Per quanto riguarda il Cl2, come anticipato nei paragrafi precedenti, la produzione non è sufficiente a garantire il fabbisogno necessario per la realizzazione di tutti i rilevati nella zona di Susa e Bussoleno. L'aliquota proveniente dalla realizzazione dell'interconnessione verrà riutilizzata direttamente per i rilevati della Piana di Susa e Bussoleno. Arriverà invece da Salbertrand la quota parte proveniente dagli scavi condotti da Maddalena.

La necessità di materiale per rilevati è di circa 2.900.000 t; il deficit è pertanto di circa 1.300.000 t. A partire dal sito di Salbertrand non si avrà pertanto alcun allontanamento di Cl2; si valuterà la possibilità di riutilizzare anche una quota parte di Cl3, opportunamente trattato, per poter realizzare i rilevati. Per maggiori dettagli relativi a tale possibilità si faccia riferimento al documento di Analisi dei materiali di scavo e valorizzazione (PRV\_C3B\_TS3\_0085).

Il trasporto via treno per gli interventi di ripristino ambientale delle cave di Caprie e Torrazza, sarà necessario unicamente per il materiale di tipologia Cl3 proveniente dallo scavo dell'interconnessione e per quello proveniente dai tunnel principali scavati da Maddalena.

Non sono state considerate nel bilancio precedentemente descritto le aliquote di materiale di classe C13b per le quali è previsto lo smaltimento come rifiuto o, nel caso delle rocce verdi potenzialmente presenti nell'ultimo tratto del Tunnel di Base, lo stoccaggio in sotterraneo. Per maggiori dettagli si rimanda al Piano di gestione dei materiali di scavo (rif. PRV\_C3B\_TS3\_0084) e ai paragrafi successivi (Gestione materiali di scavo contenenti Arsenico, Gestione materiali di scavo contenenti fibre asbestiformi).

La soluzione, già identificata nella fase progettuale precedente, prevede l'utilizzo del materiale in eccedenza (escluso quello destinato a smaltimento) per gli interventi di recupero ambientale dei siti di Caprie e Torrazza Piemonte. Tale scelta ha determinato la necessità di definire le geometrie di tali interventi. Tutte le considerazioni in merito ai volumi e alle conclusioni svolte rimangono valide per l'attuale scenario di variante (PD2\_C3B\_TS3\_0015: Valutazione della capacità di stoccaggio per la cava nel Comune di Caprie, PD2\_C3B\_TS3\_0045: Relazione geotecnica del sito di Caprie e PD2\_C3B\_TS3\_0046: Relazione geotecnica del sito di Torrazza Piemonte).

Inoltre è stato redatto il Piano di gestione dei materiali di scavo (rif. PRV\_C3B\_TS3\_0084) a cui si rimanda per la trattazione di dettaglio, strutturato in accordo a quanto previsto dall'Allegato 5 del DM Ambiente 10 agosto 2012 n. 161.

Tale documento, secondo la normativa vigente, è suddiviso nelle seguenti sezioni:

- **PARTE 1:** ubicazione dei siti di produzione dei materiali; in cui viene indicata l'ubicazione dei siti di produzione dei materiali da scavo con i relativi volumi in banco suddivisi nelle diverse litologie. Per tali materiali viene fornito il quadro sinottico delle procedure di gestione distinguendo tra le differenti tipologie: materiali da gestire come terre e rocce da scavo e materiali da gestire come rifiuti pericolosi.
- **PARTE 2:** ubicazione dei siti di utilizzo dei materiali; qui è indicata l'ubicazione dei siti di destinazione e individuazione dei processi industriali di impiego dei materiali da scavo, con l'indicazione dei relativi volumi di utilizzo suddivisi nelle diverse tipologie e sulla base della provenienza dai vari siti di produzione.
- **PARTE 3:** operazioni di normale pratica industriale; in tale sezione vengono descritte le operazioni di normale pratica industriale finalizzate a migliorare le caratteristiche merceologiche, tecniche e prestazionali dei materiali da scavo per il loro utilizzo, con riferimento a quanto indicato all'allegato 3 del DM Ambiente 10 agosto 2012 n. 161.
- **PARTE 4:** caratterizzazione ambientale dei materiali da scavo eseguita in fase progettuale; in tali capitoli vengono illustrati i risultati della campagna di indagini condotte per il piano di utilizzo su campioni prelevati dalle carote dei sondaggi eseguiti da TELT (nel corso degli anni precedenti) in corrispondenza degli ammassi rocciosi interessati dalla realizzazione delle opere in sotterraneo. Vengono inoltre considerati i risultati delle analisi eseguite durante lo scavo del cunicolo esplorativo della Maddalena.
- **PARTE 5:** protocollo di caratterizzazione del materiale di scavo in fase di avanzamento lavori; vengono illustrati gli intervalli di campionamento e le modalità operative, il set di parametri da analizzare, la valutazione e la gestione del materiale contenete amianto, la caratterizzazione radiometrica
- **PARTE 6:** individuazione dei percorsi previsti per il trasporto materiale da scavo. In questa sezione sono descritti i percorsi previsti per il trasporto del materiale da scavo tra le diverse aree impiegate nel processo di gestione (siti di produzione, aree di caratterizzazione, aree di stoccaggio in attesa di utilizzo, siti di destinazione e processi

industriali d'impiego), con specificazione delle modalità di trasporto previste.

Il materiale che, a seguito della caratterizzazione ambientale, non dovesse essere compatibile con le condizioni definite dal DM Ambiente 10 agosto 2012 n. 161 e che non presenta amianto viene gestito in accordo con quanto previsto dalla normativa rifiuti valutando tra le seguenti possibilità di destinazione:

- 1) destinazione ad impianto di trattamento e recupero se il materiale risponde ai requisiti del DM 05/02/1998 e smi e risulta idoneo all'impiego come materiale da costruzione in funzione delle disposizioni della RP 112 e della RP122. Questo materiale potrà pertanto essere utilizzato presso i siti di destinazione o per la realizzazione di rilevati ai sensi del punto 7.31-bis dell'allegato 1 del DM 05/02/98 e smi;
- 2) destinazione a discarica autorizzata secondo i criteri definiti dal Dm Ambiente 27 settembre 2010 "Criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica -Abrogazione Dm 3 agosto 2005".

Per i dettagli si rimanda al Piano di gestione dei materiali di scavo (rif. PRV\_C3B\_TS3\_0084).

### **3.2.1 Valutazione degli impatti**

Gli impatti derivanti dalle attività di scavo e dai volumi di materiale prodotto sono sostanzialmente connessi al bilancio e al riutilizzo finale del materiale stesso. La variante presentata in tale fase si pone, dal punto di vista degli impatti, come migliorativa sia perché prevede un maggior utilizzo dei materiali di scavo rispetto al progetto definitivo approvato, ottimizzazione legata ai nuovi coefficienti di valorizzazione derivanti dall'esperienza dello scavo del cunicolo esplorativo della Maddalena, sia perché' permette di stoccare in sotterraneo le rocce contenenti fibre asbestiformi annullando qualsiasi eventuale rischio residuo.

Considerando che, come descritto nel bilancio dei materiali, solo una modesta quantità verrà trattata come rifiuto (vedi paragrafi successivi Gestione materiali di scavo contenenti Arsenico, Gestione materiali di scavo contenenti fibre asbestiformi), mentre l'impiego del materiale in esubero è volto, come già previsto nel progetto definitivo approvato, a porre in atto interventi di recupero e risistemazione di aree di cava, ovvero porzioni di territorio già compromesse dalle precedenti attività estrattive, si ritiene che gli impatti residui possano essere valutati come moderatamente significativi.

Gli interventi di ripristino ambientale, non oggetto di variante ma già previsti nel progetto definitivo approvato, prevedono di riportare i siti alle loro condizioni originarie, antecedenti l'inizio delle attività estrattive. Nel caso di Caprie, per esempio, il progetto di rimodellamento del versante consente il mascheramento di buona parte dei fronti di coltivazione, migliorando così la percezione visiva dei luoghi in ambito di area vasta e non solo a livello locale, con beneficio anche per la fruizione di altri luoghi di pregio. La parziale copertura dei fronti di coltivazione concorre alla riduzione del rischio residuo associato al possibile innesco di fenomeni di crollo/ribaltamento in roccia.

### **3.3 Gestione materiali di scavo contenenti Arsenico**

Come descritto nel PRV\_C3C\_TS3\_7106: Tomo 1 di 3 per quanto riguarda la Formazione degli Gneiss Aplitici dell'Ambin, nei test di controllo eseguiti sui materiali di smarino del Cunicolo della Maddalena (prelievo da cumulo) sono state riscontrate concentrazioni di arsenico superiori ai limiti di soglia definiti dal D Lgs. n. 152, 3 aprile 2006 s.m.i.

Le concentrazioni elevate di arsenico si distribuiscono all'interno degli gneiss aplitici (AMC) del Complesso di Ambin, nella fascia di contatto con le sovrastanti coperture (CMS) e sono state misurate tra le Pk 198 e Pk 265 circa, per un quantitativo di circa 6000 tonnellate.

Il materiale pertanto non è stato messo a deposito definitivo nel sito della Maddalena ma è stato portato in discarica e trattato come rifiuto presso i siti di Agriscavi – Caluso, SMC – Chivasso e Alice Ambiente - Alice Castello (si veda anche elaborato PRV\_C3B\_TS3\_7200).

### **3.3.1 Valutazione degli impatti**

La natura di tali anomalie nei tenori in Arsenico è verosimilmente legata a fenomeni idrotermali concentratisi lungo il contatto tra le coperture e gli gneiss aplitici; è pertanto plausibile che tali anomalie siano distribuite lungo tutto il contatto o buona parte di esso, sono quindi da attendersi sia nella Galleria della Maddalena 2, anche in ragione della sua vicinanza con il Cunicolo esplorativo della Maddalena, che lungo il Tunnel di Base (si veda anche elaborato PRV\_C3B\_TS3\_7201).

Verosimilmente, nella Galleria della Maddalena 2, il tratto con tale criticità dovrebbe ubicarsi in una porzione limitata, sempre nell'intorno del contatto tra i micascisti CMS e i litotipi afferenti agli gneiss aplitici AMC del Complesso di Ambin, all'incirca tra le pk 0+213 e 0+363 per una lunghezza stimata di circa 150 m.

Nel Tunnel di Base è verosimile vi siano due tratte interessate da queste anomalie, all'incirca tra le pk 54+550 e 54+700 e 54+747 e 54+830, per una lunghezza totale stimata in circa 230 m su entrambe le canne.

I volumi potenzialmente interessati da Arsenico, provenienti dallo scavo delle tratte indicate sopra, sono preliminarmente stimabili in 11.500 m<sup>3</sup> (in posto) relativi allo scavo di Maddalena 2 e 36.000 m<sup>3</sup> (in posto) provenienti dallo scavo del Tunnel di Base.

Il progetto di variante prevede che i materiali contenenti arsenico in concentrazioni superiori a quelle di soglia di contaminazione (CSC) verranno gestiti come rifiuto, secondo le procedure già attuate per i materiali con concentrazione oltre la soglia di contaminazione provenienti dallo scavo del cunicolo esplorativo della Maddalena.

### **3.4 Gestione materiali di scavo contenenti fibre asbestiformi**

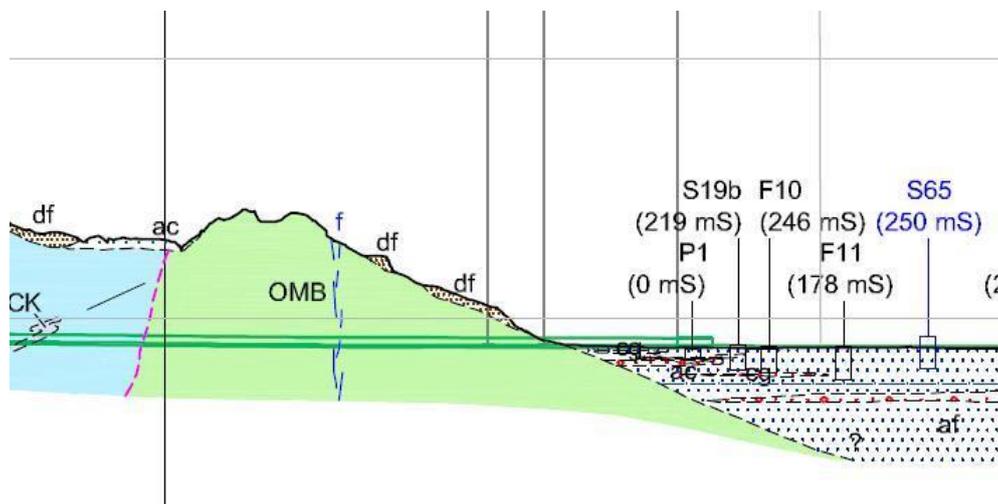
La determinazione della presenza di minerali asbestiformi è condizione necessaria (ma non sufficiente) per la corretta gestione dei materiali di risulta dello scavo e la definizione delle corrette misure di protezione dei lavoratori.

Secondo quanto definito dal recente DM 10/08/2012 n. 161, il materiale di scavo caratterizzato da una concentrazione in amianto totale superiore a 1000 mg/kg è da considerarsi non assoggettabile alla classificazione di sottoprodotto e pertanto questo deve essere gestito come rifiuto pericoloso caratterizzato da codice CER 170503\* terra e rocce, contenenti sostanze pericolose.

Sulla base dei risultati delle analisi condotte sui campioni derivanti dai sondaggi, descritti e riportati nello Stato attuale dell'Ambiente (rif. PRV\_C3C\_TS3\_7106: Tomo 1 di 3), è ipotizzabile che le metabasiti attese per il tratto finale del Tunnel di Base comprese tra pk 60+700 e l'imbocco Est (Mompantero) si possano caratterizzare per concentrazioni in amianto superiori al limite di legge. La distribuzione ubiquitaria di porzioni dell'ammasso con elevate concentrazioni e porzioni con tenori inferiori ai 1000 mg/kg rende inoltre difficile la previsione di un sistema di scavo che permetta una discriminazione certa del materiale con tenori superiori a 1000 mg/kg, dal prodotto di scavo con concentrazioni inferiori a tale soglia.

Per questo motivo tutto il prodotto di scavo ottenuto lungo il tratto ascritto alla formazione OMB (prasiniti e scisti prasinitici) è considerato come rifiuto pericoloso classificato dal codice CER 170503\*. Tenuto conto della possibile presenza di metabasiti intercalate in ammassi rocciosi della zona Piemontese (GCC e GCK) o del complesso di Clarea (CL), nella valutazione del volume di potenziale roccia amiantifera scavata nel corso della realizzazione delle opere in sotterraneo è stato preso in considerazione un volume ipotetico, pari a circa lo 0,05% del volume di scavo, che potrebbe presentare tenori in amianto totale superiore ai limiti di legge. Tale criterio è applicato per la formazione dei calcemicascisti (TCS) dell'Unità Meana-Monte Muretto, che interessa la quasi totalità del Tunnel di Interconnessione (Figura 5).

Dall'analisi dei volumi di marino derivanti dallo scavo del Tunnel di Base è possibile stimare la quantità di rocce ofiolitiche potenzialmente amiantifere da destinare a deposito speciale in quanto rifiuto pericoloso. Il Tunnel di Base nel settore di Mompantero dovrebbe attraversare uno spessore di rocce oceaniche di circa 350-400 m, di conseguenza, considerate entrambe le canne, il volume stimato di marino derivante dallo scavo di questa tratta dovrebbe essere di circa 100.000 m<sup>3</sup>.



**Figura 4** – Stralcio del profilo geologico in asse Tunnel di Base nella zona dell'imbocco est del Tunnel di Base

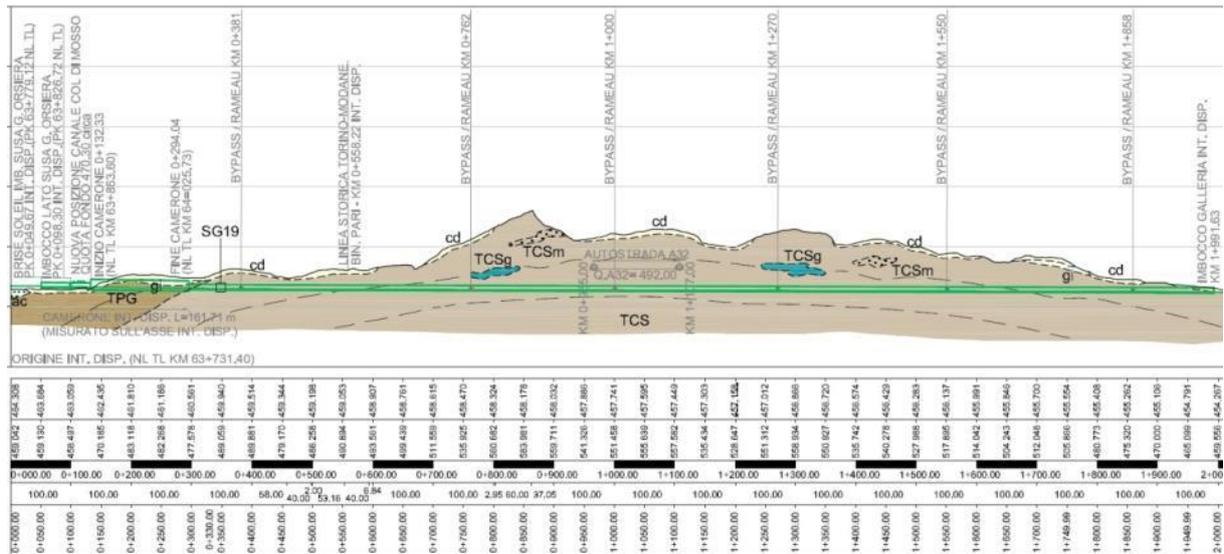


Figura 5 – Stralcio del profilo geologico in asse alla galleria d'Interconnessione

### 3.4.1 Valutazione degli impatti

Lo scavo in presenza di rocce contenenti minerali asbestiformi determina una configurazione operativa che deve garantire il rispetto delle condizioni di sicurezza negli ambienti di lavoro, oltre che il rispetto dei limiti di concentrazione previsti dalla normativa per le fibre asbestiformi in atmosfera negli ambienti esterni.

In progetto definitivo approvato era previsto lo scavo con Martello Demolitore Idraulico da Susa. La gestione del materiale di scavo prevedeva la sigillatura del marino in big bags e il successivo trasporto a discarica, a mezzo ferrovia, nei siti di smaltimento in Germania (distanze da percorrere fino a 1400 km).

Il progetto di variante porta ad una variazione delle configurazioni di scavo e delle opere nella zona di Maddalena (si veda ad es. la relazione PRV\_C30\_TS3\_7190), generando parti di opere che non hanno particolari funzionalità in fase di esercizio. Queste gallerie sono dunque utilizzate per lo stoccaggio delle rocce verdi. Lo stoccaggio in sotterraneo anziché l'evacuazione via treno ed il cambiamento del metodo di scavo (TBM anziché martello demolitore) porta a cambiamenti notevoli in merito alla logistica ed al confezionamento dello smarino.

Il volume da scavare in rocce verdi (OMB) nel settore di Mompantero è pari a circa 83 000 m<sup>3</sup> in posto. Di questo volume solo una ridotta parte potrà potenzialmente contenere asbesto, tuttavia la discriminazione certa dei settori con concentrazioni superiori ai limiti di legge è di difficile valutazione. Per questo motivo, tutto il prodotto di scavo ottenuto lungo il tratto nella formazione OMB (prasiniti e scisti prasinitici) è considerato come rifiuto pericoloso classificato dal codice CER 170503\*.

Lo scavo verrà condotto con TBM i cui vantaggi in contesti simili risultano essere molteplici, tra questi l'uso di utensili a disco che rompono la roccia senza abraderla e quindi senza creare polvere (mentre i martelli demolitori creano polvere), è già prevista una brumizzazione per il raffreddamento della testa, un maggiore automatismo ("industria viaggiante"), una produttività molto più alta di un martellone che permette complessivamente durata minore dei cantieri rispetto allo scavo tradizionale, nessuna presenza di lavoratori in prossimità del

fronte (solo in corrispondenza della macchina) e contatto meno diretto dei lavoratori con la roccia (presenza della testa fresante e dello scudo – TBM scudata).

In fase di avanzamento della TBM sono previsti sistemi integrati di verifica della morfologia del terreno ed è possibile creare delle aree compartimentate in depressione. Considerati tali vantaggi la scelta della TBM è risultata la metodologia più idonea per lo scavo del Tunnel di Base. Il martello demolitore sarà utilizzato in zone specifiche quali la preparazione dell'imbocco a Susa (riprofilatura del versante) e l'allargamento delle sezioni in vicinanza al portale di Susa che presentano una sezione di scavo maggiore rispetto alla sezione corrente del Tunnel di Base.

Data l'inalterabilità delle fibre, i provvedimenti di sicurezza sono tutti sostanzialmente orientati secondo tre principi base:

- Impedire il sollevamento nell'aria delle fibre eventualmente liberatesi (il provvedimento più efficace e più diffuso è l'irrorazione con acqua);
- Impedire la diffusione nell'ambiente delle fibre che potessero eventualmente liberarsi (il provvedimento più corrente è la ventilazione artificiale, orientata a tenere in depressione l'ambiente di lavoro);
- Meccanizzare ed automatizzare tutte le varie operazioni di scavo, sgombero, trasporto, deposito del materiale scavato (il "marino") allo scopo di ridurre al minimo indispensabile il numero degli operatori che devono essere presenti nell'ambiente potenzialmente inquinabile.

La gestione dello scavo, del trasporto del marino e della messa in deposito permanente ed isolato del marino stesso è organizzata secondo i tre criteri sopra elencati, con gli adeguamenti che sono illustrati nel seguito.

Nel presente caso del Tunnel di Base, tutte le operazioni di scavo, trasporto e deposito avvengono in ambiente chiuso (le gallerie) senza mai uscire all'esterno: ciò, già di per sé, evita la diffusione incontrollata di fibre e costituisce un elemento di rischio nullo dal punto di vista dell'impatto.

Nelle varie zone di lavoro, l'area di scavo viene compartimentata tramite barriere fisiche spostabili corredate da passaggi per mezzi e maestranze con suddivisione in tre aree distinte A1-A2-A3 rappresentate con apposito colore:

-  A3, area decontaminata;
-  A2, area di decontaminazione (intermedia);
-  A1, area contaminata.

La figura seguente illustra per esempio il trasporto dello smarino prima e dopo il suo confezionamento.

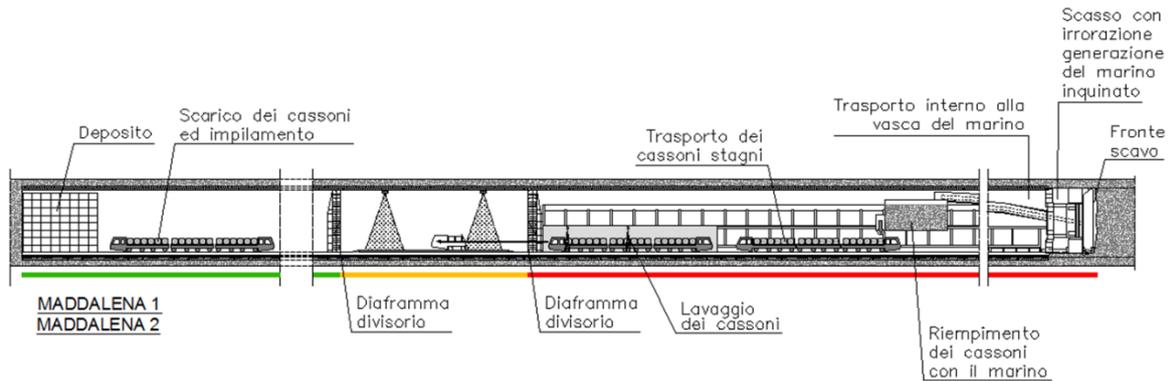


Figura 6 – Trasporto dello smarino e dei cassoni

Il nastro che trasporta lo smarino dalla testa della TBM è chiuso ed in depressione.

Lo smarino viene portato in un cassone sigillato installato a bordo della TBM nella sezione del back-up. Sul fondo a pareti inclinate del cassone si prevede l'installazione di un trasportatore a coclea. Il materiale vi viene spinto e non rotolato (quindi non viene sollevata polvere) e viene scaricato all'imboccatura del tubo in un punto preciso, con un flusso confinato e quindi senza rischio di sversamento.

Lo smarino viene trattato con utilizzo di polimeri creando un conglomerato addensato composto da marino di rocce verdi e polimeri e viene confezionato in contenitori rettangolari (casseri a perdere) di plastica. I contenitori verranno sigillati in modo da essere stagni. Saranno quindi trasportati ed accatastati tal quali nel deposito.

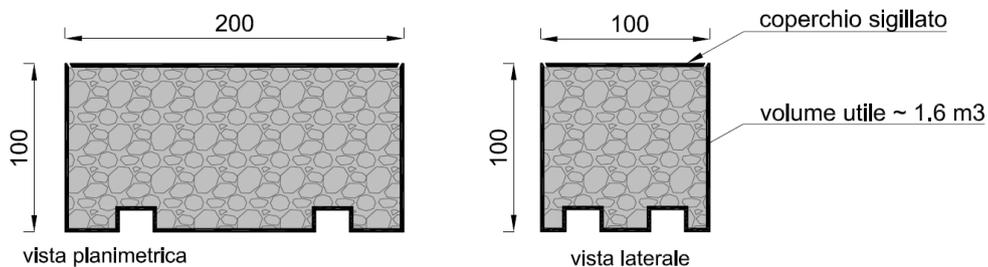
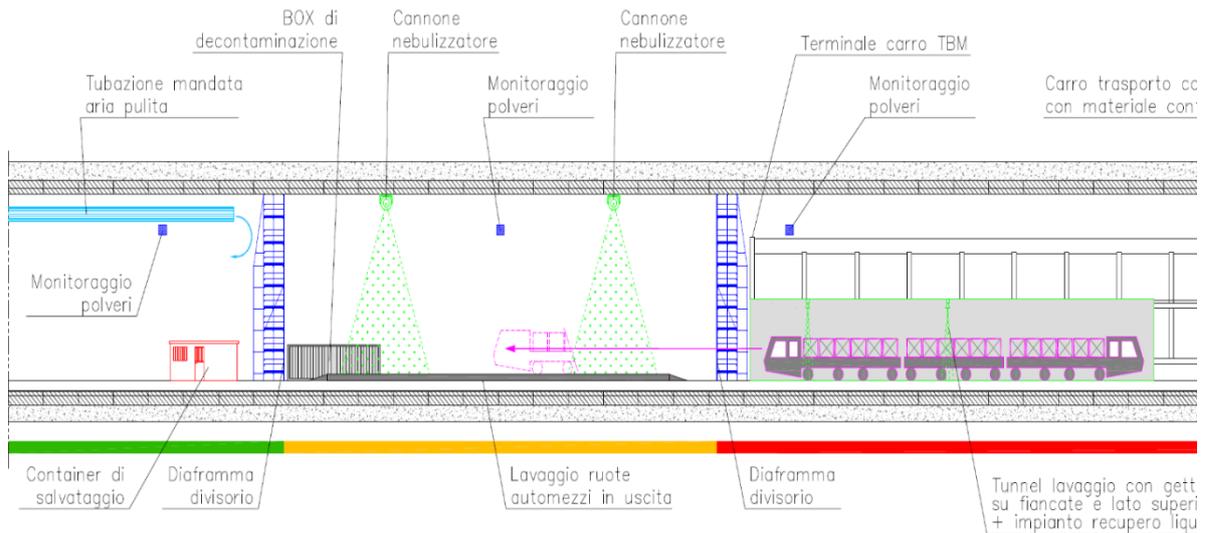


Figura 7 – Confezionamento in contenitori

Per il trasporto dei contenitori, potranno essere utilizzati carri gommati a doppia cabina così da invertire la marcia e non prevedere rami specifici per la manovra di inversione.

I mezzi vengono lavati nella zona di decontaminazione (A2) e proseguono verso le gallerie di stoccaggio in zona decontaminata (A3).



*Figura 8 - Trasporto dei contenitori e lavaggio dei mezzi*

Anche dove previsto l'allargamento delle sezioni all'imbocco realizzate con martello demolitore, la metodologia eseguita per il confezionamento dello smarino rimane invariata rispetto a quanto presentato precedentemente.

Le acque presenti in tali settori verranno sottoposte a trattamento attraverso un impianto costituito da ultra filtrazione, osmosi inversa e filtro pressa.

Tutto il volume di scavo potrà essere riposto nei depositi seguenti:

- Galleria Maddalena 1 che comprende: una tratta non utilizzata in fase di esercizio della linea ferroviaria di lunghezza 5.3 km circa con nicchie ubicate in generale ogni 400 m, due nicchie esistenti ed due rami di inversione; una galleria di stoccaggio di lunghezza 1 km circa, parallela a Maddalena 1 denominata "Maddalena 1bis";
- Galleria Maddalena 2 nella tratta non utilizzata in fase di esercizio, di lunghezza 820 m circa, compresa tra l'innesto della galleria di connessione 2 e l'innesto del Tunnel di Base

Le aree di stoccaggio sono rappresentate nella figura seguente, in corrispondenza dei tratti identificati con il colore verde:

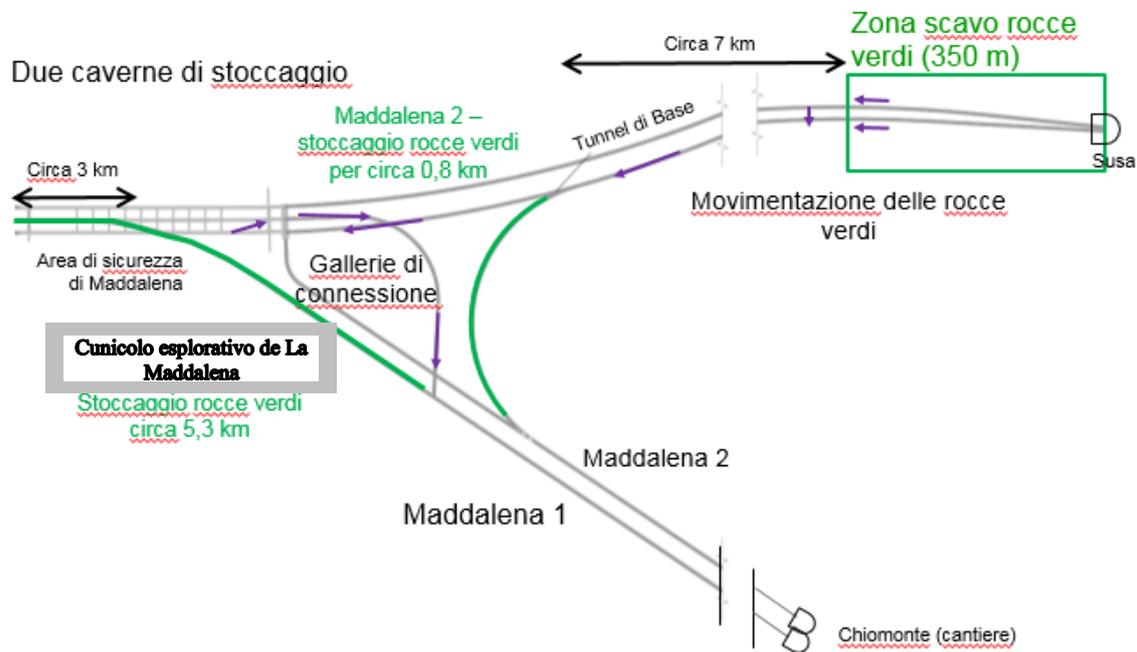


Figura 9 – Zone di stoccaggio in Maddalena 1 e Maddalena 2

Per quanto riguarda la fase finale di decontaminazione dei mezzi si prevede di fare uscire le TBM a Susa nella galleria artificiale (zona contaminata) precedentemente realizzata. Lo scatolare sarà completamente chiuso, evitando qualsiasi contatto dal cantiere verso l'esterno. Le TBM verranno traslate nella galleria artificiale; per permettere le operazioni di lavaggio e decontaminazione.

Nel caso di scavo in tradizionale (compreso Tunnel di Interconnessione) in cui si rinvenissero rocce ed intercalazioni con presenza di asbesto, si procederà con lo scavo in condizioni umide, sistema di depurazione dell'acqua con filtri assoluti per il suo riutilizzo per la bagnatura del fronte, indagine in avanzamento a ricoprimento totale tramite sondaggio orizzontale dal fronte di scavo, sistema di ventilazione in aspirazione con filtri assoluti e depressurizzazione del fronte che richiama esclusivamente aria dall'esterno per la ventilazione della galleria, sistema di compartimentazione della galleria. Il materiale di risulta sarà sigillato al fronte in big bags che una volta decontaminati (tramite lavaggio in sistemi a doccia) saranno trasferiti nello stoccaggio sotterraneo descritto nei paragrafi precedenti.

Come per i casi precedenti è previsto un sistema per il riconoscimento di minerali asbestiformi in fase di scavo con prelievo di campioni dal fronte e dalle carote dei sondaggi in avanzamento e analisi ottica e morfologica al microscopio che si eseguirà direttamente in cantiere nel laboratorio predisposto con quantificazione della concentrazione in amianto.

Sebbene i dati relativi al modello geologico di riferimento indichino per i tratti scavati con TBM (al di fuori della zona dell'imbocco Est) una probabilità da nulla a bassa di rinvenimento di rocce verdi, nel corso dell'avanzamento dello scavo saranno attivati presidi di controllo quali esecuzione di sondaggi in avanzamento per i tratti caratterizzati da condizioni mineralogiche o strutturali predisponenti la formazione di mineralizzazioni asbestiformi, monitoraggio del marino con campionamento del materiale di risulta e analisi di laboratorio nel corso dello scavo.

Le procedure che saranno eventualmente messe in atto sono le medesime di quanto previsto in precedenza ed in particolare lo stoccaggio avverrà sotterraneo già descritto.

### 3.5 Gestione materiali di scavo in relazione alla presenza di mineralizzazioni uranifere

La tematica di gestione del materiale di scavo in presenza di mineralizzazioni uranifere si basa sui risultati delle analisi di caratterizzazione radiometrica condotte, riportati nello Stato attuale dell'Ambiente (rif. PRV\_C3C\_TS3\_7106: Tomo 1 di 3). Per gli ammassi rocciosi analizzati sono stati rilevati valori dell'attività specifica degli isotopi  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  e  $^{40}\text{K}$  confrontabili con i valori medi riportati in letteratura per i materiali naturali della crosta terrestre.

Per i campioni analizzati nel corso della campagna indagini del 2012 e per quelli considerati dallo studio del Politecnico di Torino (Patrucco, et al., 2005<sup>2</sup>) i valori del Sum Index (SI) sono sempre inferiori al limite di rilevanza radiologica. I materiali prossimi o posti alla quota di scavo ed esaminati nel presente studio mostrano valori dell'indice di attività inferiori a 1 (limite per l'idoneità al reimpiego come materiali da costruzione).

Più in generale, su 95 campioni analizzati (di cui 50 nel presente studio e 45 nello studio del Politecnico di Torino), solo un campione, prelevato ad una profondità non corrispondente alla quota di scavo, risulta caratterizzato da un valore dell'indice superiore a 1 (campione S5\_C1 I=1,31). Tuttavia tale campione proviene da un sondaggio effettuato al di fuori dell'area di studio a cui questo studio si riferisce.

#### 3.5.1 Valutazione degli impatti

La caratterizzazione del rischio connesso alla possibilità che le attività di scavo possano interessare porzioni di ammassi rocciosi con livelli di attività specifica del  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  e  $^{40}\text{K}$  superiori ai tenori medi riscontrati con le analisi condotte prevede un livello di rischio basso per le due tratte in cui sono previste opere in sotterraneo (galleria della Maddalena 2, Gallerie di Connessione 1 e 2, Tunnel di Base e Tunnel di Interconnessione). Un livello di rischio molto basso è invece previsto per il settore della Piana di Susa, dove non sono previste opere in sotterraneo.

Adeguate misure di mitigazione del rischio saranno previste ed attivate in fase di avanzamento lavori, così come descritto nel Tomo 3 - Mitigazione impatti (rif. PRV\_C3C\_TS3\_7108: Tomo 3 di 3).

Per quanto riguarda le emissioni misurate nel Cunicolo della Maddalena solo in sporadici casi sono stati misurati valori superiori ai limiti di soglia di Sorveglianza (A), tuttavia in generale non sono state segnalate particolari criticità.

### 3.6 Emissione di gas Radon

La tematica di gestione del rischio Radon si basa sui risultati delle analisi di caratterizzazione della suscettibilità all'emissione di gas Radon condotte, così come riportato nello Stato attuale dell'Ambiente (rif. PRV\_C3C\_TS3\_7106: Tomo 1 di 3).

La caratterizzazione delle tratte di scavo in sotterraneo è stata effettuata sulla base dei dati sperimentali ottenuti mediante le analisi di laboratorio eseguite, unitamente ai dati pregressi relativi alle attività di monitoraggio durante i lavori di realizzazione dell'impianto di Pont-Ventoux. I criteri adottati per definire la propensione alla formazione di elevate concentrazioni di gas Radon in galleria, per ciascuna tratta omogenea del tracciato in sotterraneo, riguardano:

<sup>2</sup> Patrucco, M., De Salve, M. & Gozzelino, P., 2005. *Approfondimento sulla presenza di amianto, minerali radioattivi e radon nei luoghi interessati dalle opere per il collegamento ferroviario Torino-Lione, tratta comune St. Jean de Maurienne-Bussoleno*, Torino: Politecnico di Torino - DITAG.

- Natura degli ammassi rocciosi attraversati;
- Condizioni di fratturazione attese per l'ammasso roccioso;
- Grado di permeabilità;
- Probabilità di occorrenza di venute d'acqua.

Per quanto riguarda le emissioni di gas Radon misurate nel Cunicolo della Maddalena, solo in un singolo caso sono state misurate quantità superiori ai limiti di soglia di Sorveglianza (A), con valore di superamento = 150 Bq/ m<sup>3</sup>.

### **3.6.1 Valutazione degli impatti**

Lo scavo delle opere in sotterraneo può determinare una liberazione nell'aria dell'ambiente di lavoro di gas Radon. Sulla base dei criteri precedentemente definiti è stata dunque definita una caratterizzazione di ciascuna tratta del tracciato, sulla base del livello di Suscettibilità all'Emissione di gas Radon (SER). Le considerazioni riportate in fase di progetto definitivo approvato sono state aggiornate a seguito dei dati derivanti dallo scavo del cunicolo esplorativo della Maddalena (PRV\_C3C\_TS3\_7106 Tomo1 di 3).

La tratta di scavo del Tunnel di Base evidenzia una Suscettibilità all'Emissione di gas Radon (SER) variabile (alta-media-bassa) mentre per il Tunnel di Interconnessione risulta medio-bassa. Tuttavia sulla scorta dei dati a disposizione, il monitoraggio delle emissioni Radon nello scavo del Cunicolo esplorativo della Maddalena non ha evidenziato particolari criticità e i valori delle emissioni sono, in generale, risultati nella norma.

Pertanto, a prescindere dalla potenziale Suscettibilità all'Emissione (SER), la cui valutazione è stata definita su base geologica – idrogeologica, è ragionevole ipotizzare che lungo il settore di Tunnel di Base coperto dai dati del Cunicolo della Maddalena non si dovrebbero presentare particolari criticità.

Adeguate misure di mitigazione del rischio saranno previste ed attivate in fase di avanzamento lavori, così come descritto nel Tomo 3 - Mitigazione impatti (rif. PRV\_C3C\_TS3\_7108: Tomo 3 di 3).

### **3.7 Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato**

Per quanto riguarda il confronto tra l'attuale fase di Variante e quanto proposto in progetto definitivo approvato le più significative differenze relative alla componente in esame sono connesse al nuovo scenario di scavo e sono rappresentate dai seguenti punti:

- scavo del Tunnel di base dalla pk 52+598 alla pk 61+076.53 si effettuerà a partire dall'area di cantiere situata a Maddalena,
- soppressione della galleria di Clarea e spostamento della centrale di ventilazione alla pk 52+164 in area Maddalena,
- differente gestione del materiale di scavo contenente amianto, attraverso lo stoccaggio direttamente in sotterraneo, senza passaggi in superficie,
- potenziale presenza di rocce contenenti Arsenico (derivante dall'esperienza dello scavo del cunicolo di Maddalena).

Il nuovo scenario di costruzione prevede lo scavo del Tunnel di base a partire dal cantiere di imbocco della Maddalena rendendo necessaria la galleria della Maddalena 2 e le due gallerie di connessione. Allo stesso tempo il nuovo scenario rende inutile la galleria di Clarea e determina lo spostamento della centrale di ventilazione a Maddalena.

Relativamente alla gestione delle rocce verdi, l'attuale variante permette lo stoccaggio finale del materiale direttamente in sotterraneo escludendo qualsiasi passaggio in superficie e annullando completamente qualsiasi rischio.

Le evidenze derivanti dall'esperienza dello scavo del cunicolo esplorativo della Maddalena mostrano la potenziale presenza di rocce contenenti Arsenico per le quali si stima preliminarmente un volume complessivo in posto pari a circa 47.500 m<sup>3</sup> per le quali si prevede la gestione come rifiuto in analogia a quanto già eseguito per il cunicolo esplorativo.

Sulla base delle considerazioni esposte, si rileva un incremento della pressione ambientale rispetto al progetto definitivo approvato in corrispondenza dell'area di imbocco della Maddalena a seguito della cantierizzazione relativa al nuovo imbocco e alla nuova galleria e un annullamento delle pressioni presso l'area di Clarea poiché la cantierizzazione e lo scavo in sotterraneo non saranno più realizzati.

L'area di cantiere dell'imbocco est del Tunnel di Base sarà funzionale alla realizzazione della galleria artificiale determinando un ridimensionamento degli impatti rispetto al progetto definitivo approvato.

Le pressioni ambientali in corrispondenza della Piana di Susa risultano alleggerite in ragione del minor tempo di occupazione e delle minori lavorazioni previste, mentre le pressioni sulle aree del cantiere del Tunnel di Interconnessione Ovest e dell'area Bussoleno si mantengono costanti dal punto di vista della componente in oggetto così come per quanto relativo ai siti di Caprie e Torrazza.

Le aree di Salbertrand e Colombera, di interesse per lo scenario di variante, non subiscono pressioni significative per quanto attiene la componente sottosuolo.

Per quanto riguarda il cavidotto si evidenzia che la scelta progettuale del passaggio nel Tunnel di Base nell'intorno della progressiva km 1+400 del cavidotto, dove è prevista la realizzazione di due collegamenti verticali (pozzi profondi circa 50 m) per permettere ai cavi di raggiungere la quota a cui corre il tracciato ferroviario, determina nel complesso una riduzione delle pressioni rispetto al progetto definitivo approvato.

FASE DI CANTIERE										
Componente in analisi	Salbertrand	Colombera	Maddalena	Piana di Susa			Clarea	Sito di Caprie	Sito di Torrazza P.te	Cavidotto
				Zona Imbocco Est TdB	Area Tecnica di Susa	Interconnessione e area Bussoleno				
<i>Occupazione suolo</i>	-1	0	-2	+1	0	0	+3	0	0	+2
<i>Tempo occupazione</i>	-1	0	-2	+1	+1	0	+3	0	0	0
<i>Lavorazioni significative per gli impatti<sup>3</sup></i>	-1	0	-2	+2	0	0	+3	0	0	-1
<i>Movimentazione materiale</i>	-1	0	-1	+1	0	0	+3	0	0	+1
<i>Flusso mezzi emissivi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Scala di variazione degli impatti ambientali rispetto allo scenario di progetto definitivo approvato	
-3	Variazione peggiorativa
-2	Variazione moderatamente peggiorativa
-1	Variazione lievemente peggiorativa
0	Nessuna variazione/nessun impatto sulla componente
+1	Variazione lievemente migliorativa
+2	Variazione moderatamente migliorativa
+3	Variazione migliorativa

**Tabella 3 – Matrice degli impatti: componente sottosuolo**

<sup>3</sup> *Lavorazioni significative per gli impatti: preparazione area, scavi in terreno, scavi in roccia, riporti, posa in opera prefabbricati, funzionamento impianti di cantiere*

## 4. Pressioni e impatti: RISCHIO IDROGEOLOGICO

### 4.1 Individuazione degli impatti

La valutazione delle pressioni e dei relativi impatti in riferimento alla componente Rischio idrogeologico viene condotta valutando come impatti, tutte le modificazioni del LIVELLO DI RISCHIO indotte dalle azioni progettuali previste.

La variazione del livello di rischio viene considerata alla luce della definizione del rischio idrogeologico come indicata nella *Circolare del Presidente della Giunta Regionale dell'8 maggio 1996, n.7/LAP - LR 5 dicembre 1977, n.56 e successive modifiche e integrazioni – Specifiche tecniche per l'elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici*:

$$R = P \times D$$

dove R è il rischio conseguente al verificarsi (implicando quindi una probabilità di occorrenza) di un dato fenomeno (P), il quale a sua volta determina un danno (D). Quest'ultimo parametro è legato al valore (E) degli elementi esposti alla dinamica del processo naturale ed alla loro vulnerabilità (V, percentuale del valore che verrà perduto nel caso dell'evento in esame), in riferimento al processo in esame.

Pertanto saranno considerate come inducenti a variazioni del rischio le seguenti situazioni:

- azioni che comportano un aumento del valore di P, in conseguenza a modificazioni dell'assetto idrogeologico indotte dalle azioni progettuali;
- azioni che determinano un aumento dei valori di D, a seguito della previsione di realizzazione di strutture in aree già note per essere esposte alla dinamica di processi naturali calamitosi.

Al fine della valutazione dell'impatto sono stati individuati gli indicatori che permettono una valutazione relativa alle modifiche indotte sulla tematica del Rischio idrogeologico da parte delle azioni progettuali.

Gli indicatori scelti per valutare l'impatto nei confronti del Rischio idrogeologico sono riportati di seguito:

**Superficie esposta a fenomeni di frana:** l'indicatore quantifica i tratti del tracciato rispetto alle superfici soggette a fenomeni di frana; inoltre per ciascuna area di stoccaggio/cantiere o tratta all'aperto, sono state valutate le intersezioni tra di esse e le aree di frana

**Superficie esposta all'attività torrentizia:** l'indicatore quantifica i tratti del tracciato rispetto alle superfici che determinano un incremento del rischio idrogeologico in relazione al passaggio di piene torrentizie e colate detritiche. Per ciascuna area di stoccaggio/cantiere o tratta all'aperto, sono state identificate le intersezioni tra di esse e le aree soggette ad attività torrentizia, ovvero i settori di conoide alluvionale e le aree soggette a colata detritica nel fondovalle

**Superficie esposta al pericolo valanghe:** l'indicatore quantifica i tratti del tracciato rispetto alle superfici che determinano un incremento del rischio idrogeologico in relazione all'interferenza con il normale scorrimento a valle dei fenomeni valanghivi.

**Superficie esposta all'attività fluviale:** l'indicatore quantifica i tratti del tracciato e/o le superfici di cantiere/stoccaggio che determinano un incremento del rischio idrogeologico in relazione all'interferenza con le diverse fasce fluviali.

Per ciascuna area di stoccaggio/cantiere o tratta all'aperto, sono state valutate le intersezioni tra di esse e le aree soggette ad attività fluviale, distinguendo le aree ricadenti nelle tre fasce fluviali (A, B, C).

## 4.2 Area di imbocco de La Maddalena

L'area interessata dall'imbocco della Galleria della Maddalena 2 e il relativo sito di cantiere si situano ai piedi del versante in destra idrografica del Torrente Clarea, immediatamente a monte della sua confluenza nella Dora Riparia, al di sotto del viadotto dell'Autostrada A32 "Torino-Bardonecchia".

L'area di cantiere coincide in buona parte con l'attuale cantiere del cunicolo esplorativo della Maddalena, includendo un'ulteriore area posta in sinistra orografica del Torrente Clarea, costituita da un vecchio alveo fluviale del torrente.

Dal punto di vista geomorfologico l'area si sviluppa al centro di un'ampia depressione modellata a conca entro depositi quaternari prevalentemente di origine fluviale, glaciale e fluvioglaciale.

### 4.2.1 Valutazione degli impatti

Dal punto di vista della valutazione dei rischi naturali, le criticità collegate a tale sito sono riconducibili a fenomeni di attività di versante e attività fluvio-torrentizia.

#### Attività di versante

Il versante a monte dell'area di cantiere è caratterizzato da ampi settori soggetti a crolli in roccia connessi alla presenza di un fenomeno gravitativo complesso di grandi dimensioni, detto "Frana della Maddalena". Le cause di innesco del fenomeno sono da ricercarsi in fenomeni di dissoluzione o di "compattazione" del livello verticalizzato di "carniole" posto alla base del pendio, nel detensionamento post-glaciale, e/o nella presunta presenza alla base di piani di rottura disposti a franapoggio (come descritto nel Tomo 1, PRV\_TS3\_C3C\_7106). I fenomeni di crollo più recenti sono stati ampiamente e dettagliatamente descritti da Carraro (1987) e i principali massi potenziante interferenti con le opere autostradali (viadotti Clarea e gallerie Ramat) sono monitorati da Musinet Engineering dal 1997 circa. La zona di arresto principale dei massi e dei blocchi comprende soprattutto la superficie terrazzata. Solo alcuni massi hanno superato il ciglio della scarpata e si sono arrestati lungo il fondo della val Clarea. Per tale motivo sono state realizzate opere passive (rilevati paramassi) per la protezione dell'imbocco della galleria Ramats, delle pile dei due viadotti Clarea. Barriere paramassi ad alto assorbimento di energia sono inoltre presenti lungo il versante a protezione del sito archeologico della Maddalena e nuove barriere paramassi sono state messe in opera a protezione dell'attuale cantiere del cunicolo esplorativo della Maddalena.

Tali elementi implicano la possibilità di potenziali crolli di massi di dimensioni considerevoli, e quindi la necessità di individuare soluzioni per la messa in sicurezza dell'area del cantiere. Nelle precedenti fasi progettuali la stabilità di tali blocchi è stata analizzata attraverso simulazioni numeriche di caduta massi, che hanno fornito gli elementi per proporre interventi di mitigazione del rischio. In questa fase, in considerazione dello studio dello spostamento dello scavo del tunnel di base alla Maddalena, sono stati estesi gli studi ed eseguite ulteriori simulazioni di caduta massi sull'area di cantiere più estesa; contestualmente sono anche state proposte soluzioni sia in fase di esercizio (come già previsto nel Progetto Definitivo Approvato) sia in fase di corso d'opera (si vedano anche gli elaborati PRV C3B TSE3 2040 e PRV C3B TSE3 2041).

Le nuove simulazioni condotte nella presente fase di progettazione, eseguite su volumetrie di circa  $1 \text{ m}^3$ , evidenziano come i potenziali distacchi dalla parte più alta del versante tendono a fermarsi sul ripiano più basso al di sopra dell'area di cantiere. Al contrario, come già evidenziato dalle simulazioni eseguite in fase di Progetto Definitivo Approvato, i massi presenti nel deposito glaciale costituente il terrazzo a monte del cantiere, in assenza di interventi, potrebbero potenzialmente raggiungere l'area dello stesso. Dai rilievi nell'area e dai nei primi scavi realizzati per l'installazione del cantiere del cunicolo esplorativo della Maddalena risulta che nel deposito sono presenti blocchi di dimensioni fino a circa  $15 \text{ m}^3$ .

Pertanto, sebbene la gran parte delle simulazioni mettano in evidenza il fatto che la maggioranza dei blocchi instabili, in caso di distacco, si arrestino sul ripiano a tergo dell'area di imbocco, la possibilità che alcuni di questi arrivino ad interessare l'area di imbocco non può essere del tutto esclusa, soprattutto nel caso si movimentino blocchi con elevate volumetrie.

A tal proposito, sulla scorta dei dati e delle simulazioni eseguite, le soluzioni che si propone di mettere in opera prevedono i seguenti interventi di mitigazione del rischio nei due diversi scenari:

1. *Fase di cantiere*: prevedere, in considerazione della temporaneità di tale fase, la messa in opera di una serie di barriere paramassi a elevata resistenza, distribuite lungo tutto lo sviluppo del cantiere a ridosso del versante (intervento attualmente già adottato nel cantiere del cunicolo esplorativo de La Maddalena), puntuali interventi di messa in sicurezza sul versante tipo la rimozione (disgaggio) o stabilizzazione (ad es. con ancoraggi o reti aderenti) dei massi individuati, contestuale messa in opera di un sistema di monitoraggio con lo scopo di registrare eventuali movimenti dei blocchi più instabili presenti sul versante, il monitoraggio sarà integrato in un sistema di allarme, con la definizione di soglie di attenzione e di allarme, a garanzia della sicurezza delle maestranze.
2. *Fase di esercizio: realizzazione di opere di difesa passive (es. rilevato paramassi) a monte della futura area che ospiterà la centrale di ventilazione a protezione della stessa per arrestare i massi di medie-grandi dimensioni, eventuale monitoraggio periodico del versante e dei massi instabili con rete di monitoraggio simile a quella attualmente adottata da SITAF per il settore a protezione dell'autostrada A32.*

#### Attività fluvio-torrentizia – Torrente Clarea

I rischi collegati alla dinamica fluviale sono legati al conoide attivo del torrente Clarea. I depositi legati al conoide alluvionale sono costituiti da depositi misti di limi sabbiosi e sabbie limose con ghiaia, ghiaie con ciottoli, sabbie ghiaiose e livelli di ciottoli in matrice limoso-sabbiosa. All'interno si rinvencono locali blocchi e trovanti lapidei derivanti dall'erosione del substrato roccioso. Tale unità occupa prevalentemente la porzione settentrionale dell'area di cantiere più vicina all'attuale corso del Torrente Clarea.

L'ubicazione dell'area di cantiere interessa parte dell'apparato di conoide alluvionale del Torrente Clarea. Il PAI, consultato sul sito web [http://www.adbpo.it/maplab\\_projects/webgis](http://www.adbpo.it/maplab_projects/webgis) nel mese di ottobre 2012, classifica il conoide del Torrente Clarea come conoide attivo – *Ca* (Figura 10).

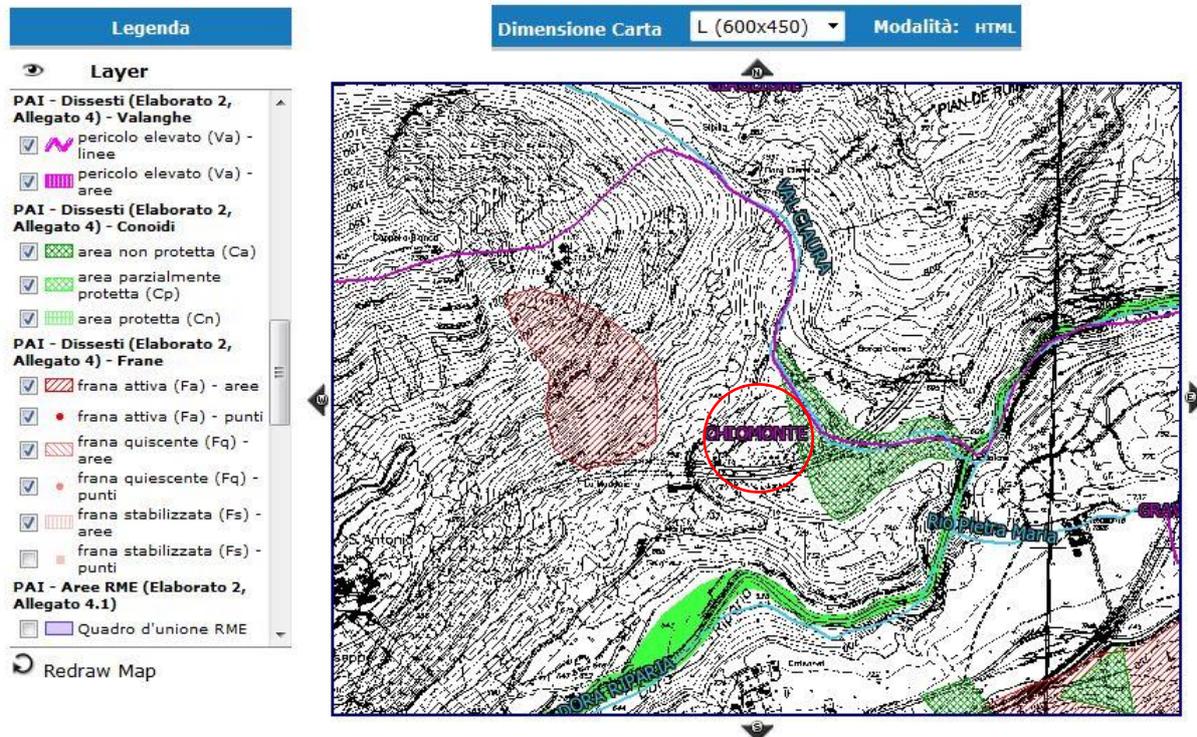


## Autorità di bacino del fiume Po

Bacino di rilievo nazionale

« Esci dall'area WebGIS e torna al portale informativo »

AtlanteDeiPiani



**Figura 10** – Stralcio carta dei dissesti e pericolosità geomorfologica del PAI: in verde retinato il conoide attivo non protetto del Torrente Clarea Ca, in verde la fascia fluviale A della Dora Riparia; in rosso rigato la frana attiva della Maddalena Fa (Fonte: sito web [http://www.adbpo.it/maplab\\_projects/webgis](http://www.adbpo.it/maplab_projects/webgis) consultato in ottobre 2017). Il cerchio rosso indica l'area di cantiere dell'imbocco Maddalena 2

Il torrente Clarea è stato caratterizzato nel corso dell'evento alluvionale del 2000 e del 2008 da localizzati fenomeni di trasporto e deposizione di materiale grossolano lungo l'asta torrentizia e da colamenti della coltre superficiale lungo i versanti.

Nella configurazione di progetto di Progetto Definitivo Approvato, dove il cantiere di Maddalena risultava distante dalle sponde del torrente, l'analisi dell'interferenza con il rio si configurava come verifica della protezione spondale delle pile dell'attuale viadotto e dello svincolo di Chiomonte in progetto.

Dallo studio idraulico condotto nel 2013 (rif. PD2-C3A-MUS-0850) risulta infatti che il deflusso idrico del torrente Clarea, in considerazione della posizione delle pile ed associato alle quote dell'impalcato, non risulta influenzato dalle opere in progetto e risulta confinato nell'alveo attuale.

Dal punto di vista complessivo del comportamento del corso d'acqua sul conoide appare critica la presenza del ponte esistente su Strada delle Gallie, ubicato a quota 680m s.l.m. circa.

Come già avvenuto nel 2008, anche nel corso di piene poco più che ordinarie il ponte è soggetto a rischi di ostruzione, connessi principalmente al trasporto di ramaglie e tronchi caduti in alveo operato dalla corrente che contribuiscono al deposito del materiale lapideo ed alla conseguente formazione dello sbarramento.

Quanto sopra, associato alla pericolosità del conoide attivo del torrente Clarea, impone la programmazione e realizzazione di interventi di pulizia del canale attivo e in generale la pulizia periodica dell'alveo del Clarea in corrispondenza e a monte del ponte per un tratto di circa 400 m (da quota 700 m a quota 760 m s.l.m.), da effettuarsi al termine di ogni evento di piena.

Con l'adozione della "Variante Maddalena" di cui in premessa, il sedime del cantiere di Maddalena previsto in Progetto Definitivo Approvato risulta insufficiente ai fini della realizzabilità delle opere; l'area viene pertanto ampliata prevedendo l'occupazione anche di una porzione di conoide presente in sponda sinistra.

Il torrente Clarea risulta pertanto interferente con il cantiere e a tal fine è stato operato uno studio idraulico che ha portato alla definizione delle opere di protezione dalle esondazioni previste in progetto (arginatura e strade perimetrali su rilevato).

Lo studio idraulico è rappresentato nei seguenti elaborati progettuali:

- PRV-C3A-TS3-7360 Relazione idraulica
- PRV-C3A-TS3-7361 Planimetria idraulica zone di esondazione – Ante operam
- PRV-C3A-TS3-7362 Planimetria idraulica zone di esondazione – Condizioni transitorie di cantiere

Dai calcoli condotti, viene confermato come il ponte su Strada delle Gallie rappresenti un punto critico già per le portate liquide con tempo di ritorno cinquantennale anche in assenza di sbarramento operato dai detriti trasportati dalla corrente; non si riscontrano viceversa fenomeni di esondazione in destra o sinistra.

Pur non essendo noti eventi di esondazione del torrente a valle del ponte, nell'ambito della Direttiva 2007/60/CE, cosiddetta "Alluvioni", recepita con D.lgs. 49/2010, le carte inerenti la conoide individuano uno scenario di probabilità da alluvione "Elevata" in sponda destra e "Media" in sponda sinistra (cfr. tavola P2015\_153NE) associata ad una classificazione di rischio "R1 – Rischio moderato" (cfr. tavola R2015\_153NE).

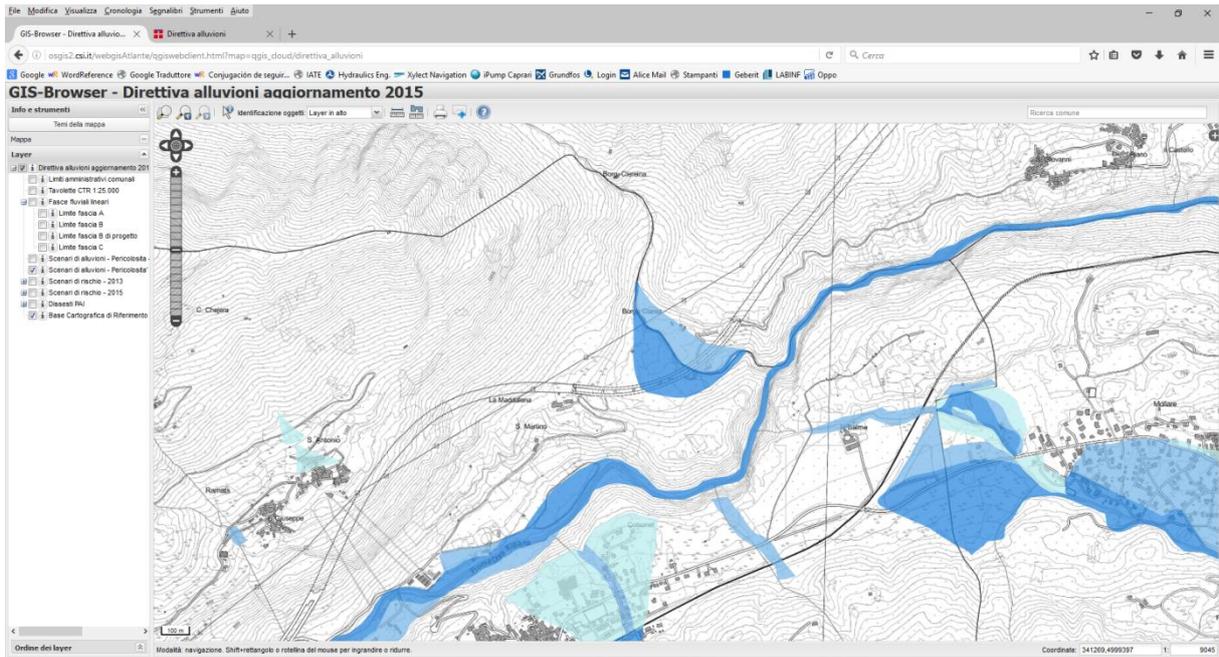


Figura 11 – Stralcio della “Carta della pericolosità da alluvione” della Direttiva 2007/60 CE “Alluvioni”:

Considerando il tratto di torrente sul conoide, in azzurro medio le aree con Probabilità di alluvioni “Media” (TR 100/200 – Sponda sinistra) ed in azzurro scuro le aree con Probabilità di alluvioni “Elevata” (TR 20/50 – Sponda destra)

Fonte: sito web <http://www.regione.piemonte.it/difesa-suolo/cms/direttiva-alluvioni.html> consultato il 11.11.2016

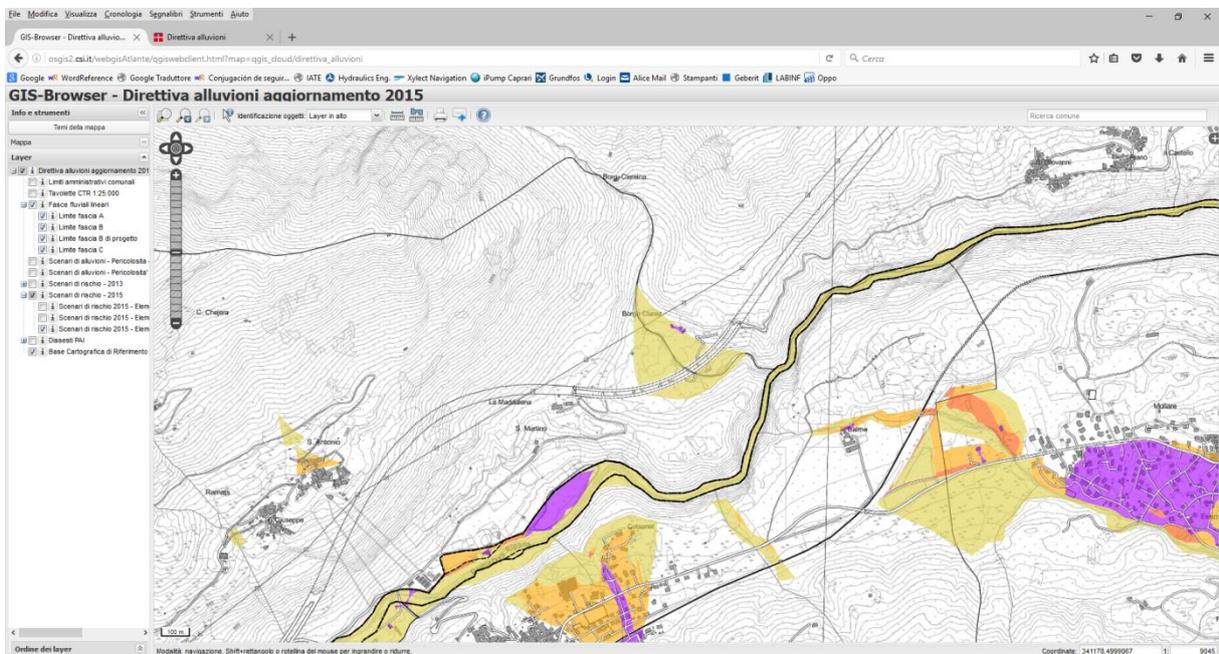


Figura 12 - Stralcio della “Carta del rischio da alluvione” della Direttiva 2007/60 CE “Alluvioni”:

Considerando il tratto di torrente sul conoide, in giallo le aree con scenari di rischio “R1 – Rischio moderato”

Fonte: sito web <http://www.regione.piemonte.it/difesa-suolo/cms/direttiva-alluvioni.html> consultato il 11.11.2016

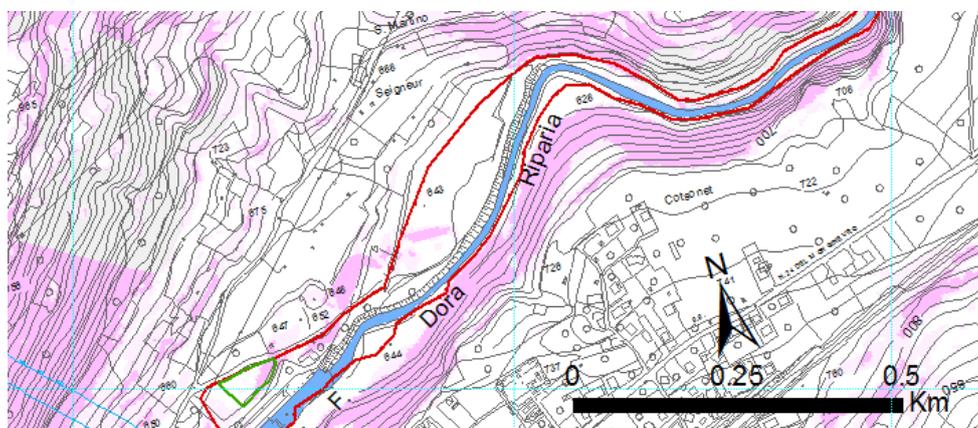
### 4.3 Area di Colombera

Il sito individuato in località Colombera è previsto sarà destinato al solo uso parcheggio.

L'area è localizzata su un terrazzo alluvionale in sinistra idrografica collocato ad una quota di circa 650 m s.l.m

Il ripiano su cui verrà realizzata l'area di parcheggio, deriva la sua formazione dall'attività fluviale della Dora Riparia in epoca post glaciale. Il letto di quest'ultima, incassato e inciso, è scavato entro i calcescisti ed ubicato entro una forra che da origine alle Gorge di Susa.

I rischi naturali che possono interessare tale area sono principalmente quelli legati alla dinamica fluviale della Dora Riparia, l'area ricade all'interno della fascia di esondazione Fascia B del PAI (Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico) dell'Autorità di Bacino.



*Figura 13 – Stralcio della carta geomorfologica di sintesi (non in scala) relativa all'area di Colombera (contorno verde). Le linee rosse rappresentano la fascia B del PAI (PRV\_C3B\_TS3\_0003\_00-05-03)*

#### 4.3.1 Valutazione degli impatti

Dal punto di vista della valutazione dei rischi naturali, le criticità connesse a tale area sono potenzialmente riconducibili a fenomeni attività fluvio-torrentizia.

Si evidenzia, tuttavia, che l'area è stata già oggetto di un precedente studio idraulico che aveva lo scopo di destinare tale sito a stoccaggio del marino nell'ambito del progetto del 2004 per lo scavo del cunicolo esplorativo di Venaus. In tale ambito le verifiche idrologiche ed idrauliche preliminari del corso della Dora Riparia hanno permesso di escludere esondazioni nel terrazzo di Colombera.

Nel medesimo studio, sulla base di dati idrologici raccolti ed analizzati per il dimensionamento della Diga alle Gorge di Susa, è stata calcolata pari a circa 1000 m<sup>3</sup>/s la piena millenaria a Chiomonte, cui corrisponde una quota del pelo libero in prossimità di Colombera di 635.65 m s.l.m., con un franco di oltre 2 metri.

Si ritiene pertanto di poter escludere rischi connessi all'attività fluvio torrentizia e i relativi impatti connessi.

### 4.4 Area Industriale di Salbertrand

L'area di cantiere prevista a Salbertrand ricoprirà un ruolo fondamentale per lo smistamento e valorizzazione dei materiali di scavo provenienti dalla Maddalena; si prevede di installare

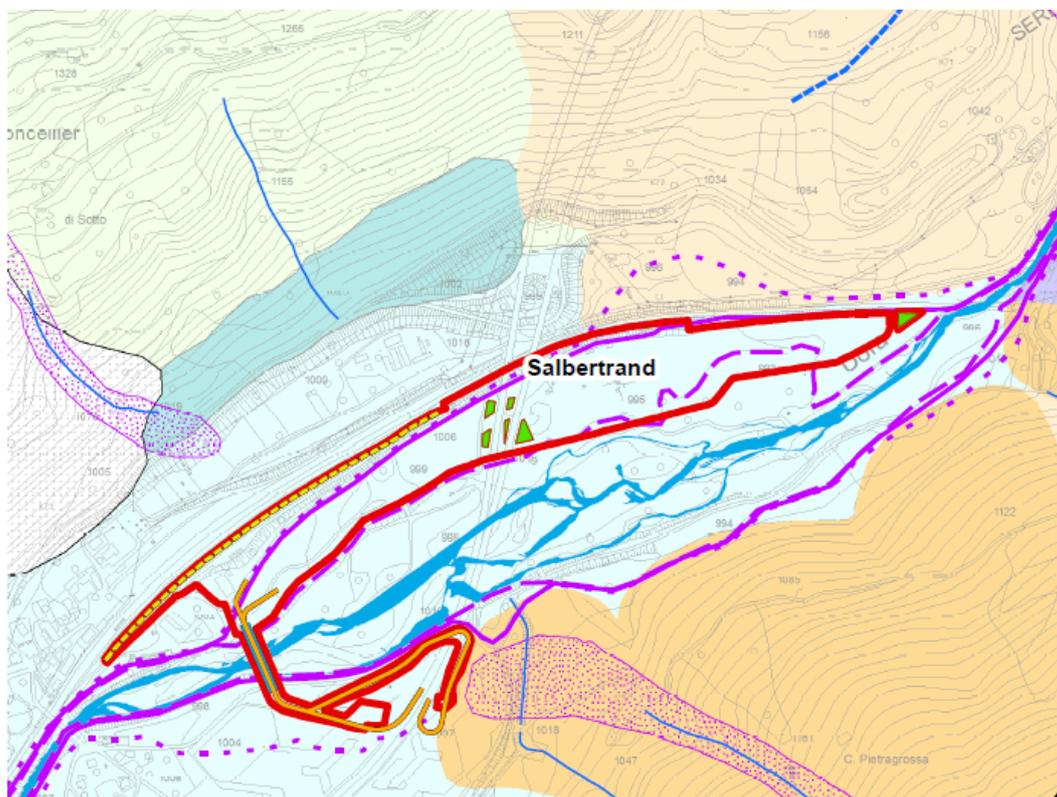
nell'area posta in orografica sinistra della Dora l'impianto di valorizzazione. Sulla stessa sarà presente l'impianto di produzione conci.

Gli ulteriori spazi disponibili saranno utilizzati per lo stoccaggio dell'inerte nell'attesa di essere inviato all'impianto di produzione conci, o direttamente all'impianto di betonaggio di Maddalena, e sarà presente una apposita area di stoccaggio temporaneo dei conci in attesa della loro "maturazione".

Il settore fa parte della piana di Oulx-Salbertrand, settore pianeggiante di fondovalle, che rappresenta un'area di maggiore sedimentazione da parte dei corsi d'acqua principali.

Nello specifico l'area del sito di cantiere è caratterizzata da un settore pianeggiante prossimo all'alveo attuale della Dora, alveo che in questo tratto presenta evoluzione fluviale tipo braided (canali intrecciati).

I rischi naturali che possono interessare l'area sono principalmente quelli legati alla dinamica fluviale della Dora Riparia, l'area ricade principalmente all'interno della fascia di esondazione Fascia B del PAI (Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico) dell'Autorità di Bacino.



**Figura 14** – Carta Geomorfologica del cantiere di Salbertrand (contorno rosso) con indicazione delle Fasce PAI Fascia A (linea tratteggiata viola), Fascia B (linea continua viola) e Fascia C (linea puntinata viola)

#### **4.4.1 Valutazione degli impatti**

Dal punto di vista della valutazione dei rischi naturali, le criticità connesse a tale sito sono potenzialmente riconducibili all'attività fluvio-torrentizia.

A tale scopo sono stati condotti studi idraulici con l'obiettivo di valutare l'eventuale rischio di inondazione dell'area industriale di Salbertrand, area a supporto dei cantieri per la costruzione delle opere in sotterraneo e delle opere a cielo aperto per la fornitura degli inerti.

L'area in oggetto è interessata da un tratto del fiume Dora Riparia, trattandosi di aree soggette ad una occupazione limitata nel tempo, la portata di riferimento è quella relativa ad un Tempo di Ritorno pari a 50 anni. Sono anche stati determinati i livelli idrometrici della Dora per un Tempo di Ritorno pari a 200 anni. Le elaborazioni sono state condotte in moto monodimensionale. L'area di esondazione definita per un evento meteorico con TR200 è inoltre stata confrontata con le Fasce Fluviali A e B definite dall'Autorità di Bacino.

Dagli studi e dalle valutazioni svolte emerge che l'area in esame risulta in totale sicurezza in caso di eventi meteorici con tempo di ritorno 50 anni, in quanto completamente al di fuori delle aree coinvolte dalla corrente; dalle simulazioni condotte, anche i livelli corrispondenti ad una portata TR200 risultano inferiori al piano di quota di progetto dell'area di cantiere: ciò però non risulta congruente con le Fascia B fornita dall'Autorità di Bacino, che include invece tutta l'area destinata all'occupazione temporanea: pertanto si è ritenuto utile procedere ad un confronto fra i risultati ottenuti e lo *Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Dora Riparia nel tratto da Oulx alla confluenza in Po* condotto dall'Autorità di Bacino del Po volto alla definizione della Fascia A e della Fascia B.

Da tale confronto è emerso che l'area in oggetto, in caso di eventi eccezionali, potrebbe rappresentare un'area di laminazione: pertanto, al fine di garantire la corretta progettazione del cantiere in sicurezza, tutti i principali impianti e le principali utenze presenti sul cantiere saranno tenute sopraelevate di 1 m rispetto alla quota prevista di esondazione. I muretti demandati a tale funzione saranno realizzati longitudinalmente rispetto alla direzione di deflusso del fiume per garantire la trasparenza all'eventuale passaggio dell'acqua.

I silos di stoccaggio dello smarino ed inerti saranno posizionati su strutture sopraelevate con piloni di fondazione di altezza superiore ai 3 m per permettere il caricamento dei camion.

In analogia al posizionamento degli impianti saranno rese trasparenti al passaggio dell'acqua anche le recinzioni esterne di cantiere poste a ridosso delle zone che potrebbero essere interessate da un'eventuale piena del fiume.

Si rimanda agli elaborati di progetto per un maggior dettaglio e la definizione dei calcoli svolti (PRV\_C3A\_TSE3\_7390).

#### **4.5 Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato**

In relazione alla componente in esame ed alla luce della configurazione cantieristica di variante sopra descritta, di seguito si descrivono i principali scostamenti, in termini di impatti ambientali attesi, rispetto allo scenario di progetto definitivo approvato.

Per la componente rischio idrogeologico, lo scenario di variante comporta una delocalizzazione delle fonti di pressione ambientale che, nel quadro progettuale precedente, venivano concentrate nell'area di Susa.

In relazione alle aree di imbocco di Maddalena e all'area industriale di Salbertrand, per le motivazioni di cui sopra, si registra un incremento della pressione ambientale rispetto al progetto definitivo poiché' in precedenza non interessati o interessati marginalmente dal progetto.

In tali aree è necessario ricorrere ad accorgimenti ed interventi tecnici allo scopo di superare alcune criticità connesse con il rischio idrogeologico come illustrato nei capitoli precedenti.

Relativamente alle aree di cantiere, Imbocco est del Tunnel di Base e Piana di Susa, si evidenziano pressioni minori in ragione sia del minor tempo di occupazione sia di minori

lavorazioni impattanti sulla componente; ciò determina un miglioramento rispetto al progetto definitivo approvato.

Per quanto relativo all'Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione e ai siti di Caprie e Torrazza le pressioni restano le medesime trattate nel corso del progetto definitivo approvato.

FASE DI CANTIERE										
Componente in analisi	Salbertrand	Colombera	Maddalena	Piana di Susa			Clarea	Sito di Caprie	Sito di Torrazza P.te	Cavidotto
				Zona Imbocco Est TdB	Area Tecnica di Susa	Interconnessione e area Bussoleno				
RISCHIO IDROGEOLOGICO										
Occupazione suolo	-3	-1	-3	+1	+1	0	+3	0	0	+2
Tempo occupazione	-3	-1	-3	+1	+1	0	+3	0	0	0
Lavorazioni significative per gli impatti <sup>4</sup>	-2	-1	-3	+1	+1	0	+3	0	0	0
Movimentazione materiale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flusso mezzi emissivi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Scala di variazione degli impatti ambientali rispetto allo scenario di progetto definitivo approvato	
-3	Variazione peggiorativa
-2	Variazione moderatamente peggiorativa
-1	Variazione lievemente peggiorativa
0	Nessuna variazione/nessun impatto sulla componente
+1	Variazione lievemente migliorativa
+2	Variazione moderatamente migliorativa
+3	Variazione migliorativa

**Tabella 4** – Matrice degli impatti: componente rischio idrogeologico

<sup>4</sup> Lavorazioni significative per gli impatti: preparazione area, scavi in terreno, scavi in roccia, riporti, posa in opera prefabbricati, funzionamento impianti di cantiere  
 PRV\_C3C\_7107\_01-01-03\_10-08\_QA\_Tomo2\_A.docx

## 5. Pressioni e impatti: AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO

### 5.1 Individuazione degli impatti

Nel presente paragrafo vengono esaminate le pressioni indotte sulla componente dalle azioni di progetto previste dalla variante di cantierizzazione.

Le principali azioni di progetto che potrebbero comportare un impatto sulla componente in esame sono:

- scavi in sotterraneo;
- gestione delle acque drenate dalle gallerie;
- gestione delle acque di lavorazione;
- prelievo di acque sotterranee per usi di cantiere;
- eventi accidentali principalmente dovuti a rotture e/o incidenti con conseguente dispersione e infiltrazione di sostanze inquinanti e/o pericolose.

I potenziali effetti negativi derivanti dalle pressioni indotte dall'opera in progetto potrebbero dunque riguardare:

- alterazione dello stato quantitativo delle falde localizzate negli ammassi rocciosi e negli acquiferi di fondovalle attraversati;
- alterazione dello stato qualitativo delle falde localizzate negli ammassi rocciosi e negli acquiferi di fondovalle interessati, a seguito di infiltrazione di sostanze inquinanti/pericolose nel corso degli scavi in galleria o per sversamenti accidentali nelle aree di cantiere;
- consumo di risorse idriche sotterranee, connesse a prelievi per uso industriale;
- interferenze negative con l'attuale sistema di distribuzione delle acque (a scopo potabile, irriguo, industriale);
- inquinamento di corpi idrici sotterranei per infiltrazione di acque meteoriche di prima pioggia.

La valutazione degli impatti è stata condotta attraverso l'impiego di indicatori, che permettano evidenziare le modifiche indotte dalla realizzazione delle opere in progetto.

Gli indicatori scelti per valutare l'impatto nei confronti della componente Ambiente idrico sotterraneo sono riportati di seguito.

**Grado di interferenza con la qualità dell'acquifero (Rq):** valuta le alterazioni qualitative indotte sulla componente, in conseguenza delle opere in progetto. La valutazione può essere sviluppata sia per le aree in cui si realizzano scavi in sotterraneo, sia per le aree di cantiere/stoccaggio.

Per le tratte di scavo in sotterraneo, i fattori che influenzano l'indicatore sono la lunghezza dei tratti in cui le rocce si presentano maggiormente fratturate o dove sono presenti zone di faglia, ed il grado di permeabilità delle rocce interessate. Per ciascuna area di stoccaggio/cantiere, i fattori che influenzano l'indicatore sono la superficie totale dell'area e la vulnerabilità della falda superficiale.

**Permeabilità degli acquiferi:** valuta la variazione indotta dalle operazioni di scavo in sotterraneo alla permeabilità degli acquiferi.

## 5.2 Fabbisogno idrico dei cicli di lavorazione

Il fabbisogno di acqua industriale dei cantieri sarà soddisfatto prevedendo l'utilizzo dell'acqua drenata dagli scavi e il riciclo dell'acqua ad uso industriale previo opportuno trattamento presso l'impianto di trattamento delle acque reflue.

Tuttavia, nei primi anni dall'inizio dei lavori, l'acqua drenata dallo scavo delle gallerie potrebbe non essere sufficiente a garantire il fabbisogno idrico necessario dei diversi cantieri. In tale periodo dovranno essere realizzati nelle zone di cantiere dei pozzi di alimentazione i cui calcoli di dimensionamento saranno realizzati in fase di progettazione esecutiva.

### *Area di imbocco Maddalena*

I fabbisogni idrici del cantiere Maddalena intesi sia per le aree esterne sia per il cantiere sotterraneo sono schematizzati nella tabella seguente:

Periodo	Installazioni	Consumo giornaliero complessivo	Portata max e portata mediata sulle 24h	Approvvigionamento
To+19 a To+29	Acqua industriale	424 m <sup>3</sup>	17 l/s (4,9 l/s)	Acque di galleria
	Acqua per uso idropotabile	42 m <sup>3</sup>	2,5 l/s (0,5 l/s)	Rete idrica pubblica
To+30 a To+45	Acqua industriale	644 m <sup>3</sup>	19 l/s (7,5 l/s)	Acque di galleria
	Acqua per uso idropotabile	42 m <sup>3</sup>	2,5 l/s (0,5 l/s)	Rete idrica pubblica
To+46 a To+52	Acqua industriale	1124 m <sup>3</sup>	37 l/s (13,0 l/s)	Acque di galleria
	Acqua per uso idropotabile	42 m <sup>3</sup>	2,5 l/s (0,5 l/s)	Rete idrica pubblica
To+53 a To+90	Acqua industriale	1504 m <sup>3</sup>	44 l/s (17,4 l/s)	Acque di galleria
	Acqua per uso idropotabile	42 m <sup>3</sup>	2,5 l/s (0,5 l/s)	Rete idrica pubblica
To+91 a To+103	Acqua industriale	584 m <sup>3</sup>	25 l/s (6,8 l/s)	Acque di galleria
	Acqua per uso idropotabile	42 m <sup>3</sup>	2,5 l/s (0,5 l/s)	Rete idrica pubblica

**Tabella 5** – Cantiere “Maddalena”- Ricapitolativo dei fabbisogni idrici da PRV\_C3A\_TS3\_6037

L'approvvigionamento idrico del cantiere sarà garantito dalle portate in uscita dell'attuale cunicolo esplorativo e da quelle drenate dalla galleria della Maddalena 2 fino a che le sue portate non saranno drenate per gravità al portale di Susa, a scavo del Tunnel di Base terminato.

Per i dettagli si rimanda alla relazione PRV\_C3A\_TS3\_6037 – Relazione illustrativa cantiere Maddalena e Colombera.

### Area di Colombera

In corrispondenza dell'area di lavoro Colombera, ubicata in sinistra idrografica del fiume Dora Riparia, in adiacenza all'eliporto, verrà predisposto un parcheggio per i veicoli (un servizio navetta collegherà internamente tale parcheggio al cantiere di Imbocco di Maddalena). In tale area non sono pertanto previste attività interferenti con la componente in oggetto.

### Area Industriale di Salbertrand

L'area di Salbertrand ospiterà le attività di smistamento e trattamento/valorizzazione del materiale prodotto dallo scavo del tunnel, proveniente da Maddalena, nonché gli impianti di betonaggio e prefabbricazione per la produzione dei conci (necessari al rivestimento delle gallerie) e l'impianto di caricamento dello smarino su treno verso i siti di Caprie e Torrazza Piemonte (previsto in precedenza in corrispondenza dell'imbocco ovest dell'interconnessione).

I fabbisogni di acqua industriale che ne derivano risultano necessari per l'impianto di betonaggio (prefabbricazione conci), per l'impianto di valorizzazione, per le aree esterne e per l'impianto di produzione vapore (prefabbricazione conci).

L'entità delle portate industriali è stata stimata attraverso l'analisi dei consumi medi giornalieri e orari, in funzione del numero di addetti, della superficie del cantiere e della tipologia delle attività industriali e di cantiere.

I fabbisogni di acqua industriale sono stati distinti in funzione della fase di cantierizzazione (vedere **Tabella 6**).

Periodo	Installazioni	Portate di picco	Consumo giornaliero complessivo	Portata max e portata mediata sulle 24h
To a To+23	Acqua industriale per le aree esterne	0,6 l/s (2 m <sup>3</sup> /h)	48 m <sup>3</sup> (x 24 h/gg)	0,6 l/s (0,5 l/s)
To+24 a To+91	Acqua industriale per le aree esterne	0,6 l/s (2 m <sup>3</sup> /h)	48 m <sup>3</sup> (x 24 h/gg)	19 l/s (7,1 l/s)
	Impianto di valorizzazione	11 l/s (40 m <sup>3</sup> /h)	320 m <sup>3</sup> (x 16h/gg x 50%)	
	Impianto di betonaggio (per la prefabbricazione conci)	3,4 l/s (200 l/min)	66 m <sup>3</sup>	
To+92 a Fine Lavori	Impianto produzione vapore (prefabbricazione conci)	4 l/s	180 m <sup>3</sup> (x 16h/gg x 80%)	5 l/s (5,6 l/s)
	Acqua industriale per le aree esterne	0,6 l/s (2 m <sup>3</sup> /h)	48 m <sup>3</sup> (x 24 h/gg)	

**Tabella 6** - Area Industriale "Salbertrand" – Fabbisogno di acqua ad uso industriale in funzione delle fasi di cantierizzazione da PRV\_C3A\_TS3\_7860

L'approvvigionamento idrico del cantiere inizialmente sarà garantito da pozzi posti all'interno dell'area di cantiere e da autobotti ed in seguito dall'acquedotto di valle. Al fine di ridurre le portate massime emunte sarà necessario poter disporre in cantiere di cisterne di accumulo di capacità tale da compensare le portate di picco

### Gestione delle acque reflue di lavorazione

Le acque reflue, prodotte dalle lavorazioni e dalle attività nelle diverse aree di cantiere, avranno diversa provenienza:

- Acqua di drenaggio di galleria: prodotte durante le operazioni di scavo a seguito del contatto con le malte cementizie o con additivi utilizzati in fase di scavo, possono variare le relative caratteristiche chimico fisiche;
- Acqua industriale di galleria: le differenti operazioni di scavo (perforazione delle volate, abbattimento polveri, raffreddamento utensili di scavo della TBM) necessitano dell'utilizzo di acqua. Tali acque cadendo sul suolo trasportano quindi quantità variabili di solidi in sospensione ed inquinanti.

Le acque reflue saranno sottoposte a depurazione, in appositi impianti ubicati nelle aree di cantiere, per poi essere riutilizzate nell'ambito del cantiere per fini industriali. L'impianto dovrà prevedere la possibilità di riciclo completo delle acque reflue di lavorazione per il loro riutilizzo nel ciclo di produzione.

Il surplus di tali acque, che non sarà riutilizzato per i cicli produttivi, potrà essere scaricato in corpo idrico recettore previa verifica di compatibilità delle relative caratteristiche chimico-fisiche con i valori limite di emissione di cui alla Tabella 3 dell'Allegato 5 alla parte III del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. Per lo scarico nel fiume Dora Riparia, si prevede l'utilizzo del sistema di drenaggio previsto nell'attuale progetto del cunicolo esplorativo de La Maddalena, previa eventuale opportuno adeguamento.

In relazione alle acque di drenaggio, per quanto attiene l'area di Maddalena, un parametro critico che dovrà essere oggetto di controllo ai sensi del D.Lgs. 152/06 è rappresentato dalla temperatura. Infatti, nel prosieguo dello scavo delle gallerie, si attendono acque progressivamente più calde, che saranno captate e successivamente convogliate al trattamento in tubazioni in pressione alimentate da apposite pompe. Tali acque calde, qualora non utilizzate completamente per valorizzare il calore per fini energetici, saranno raffreddate in modo da ottenere una temperatura complessiva allo scarico tale da rispettare quanto previsto dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152: *“per i corsi d'acqua la variazione massima tra temperature medie di qualsiasi sezione del corso d'acqua a monte e a valle del punto di immissione non deve superare i 3 °C. Su almeno metà di qualsiasi sezione a valle tale variazione non deve superare 1 °C”* (per tali finalità, nell'attuale impianto di depurazione presente nell'area Maddalena, è prevista la presenza di due torri di raffreddamento).

Un ulteriore parametro critico caratterizzante le acque reflue industriali del cantiere potrà essere rappresentato dal pH; esso infatti può essere fortemente alcalino, per effetto di componenti dei cementi ed additivi dei calcestruzzi, ma anche con  $\text{pH} < 7$  per le naturali caratteristiche delle acque profonde. Tale parametro dovrà essere corretto prima dello scarico.

Si rimanda al capitolo successivo “acque superficiali” per tutta la trattazione e la gestione delle acque di superficie dei diversi cantieri, dove, per completezza di esposizione si riportano alcune delle considerazioni precedentemente esposte.

### **5.2.1 Valutazione degli impatti**

L'approvvigionamento di acque per usi industriali è garantito mediante l'utilizzo dell'acqua drenata dagli scavi e il riciclo dell'acqua ad uso industriale previo opportuno trattamento presso l'impianto di trattamento delle acque reflue. Tuttavia nelle fasi iniziali di cantierizzazione, durante le quali il cantiere non è autosufficiente dal punto di vista della disponibilità idrica, sarà necessario realizzare dei pozzi di alimentazione. Considerato che le fonti di approvvigionamento delle reti idropotabili presenti in valle attingono a falde localizzate negli acquiferi di fondovalle o in quelli degli ammassi rocciosi, è da prevedere un possibile impatto indiretto sulla risorsa, con incremento dei fattori di pressione sulla stessa.

Al fine di ridurre le portate emunte è necessario disporre in cantiere di cisterne di accumulo di capacità tale da compensare le portate di picco.

### 5.3 Interferenze dello scavo con i sistemi di circolazione idrica sotterranea

I nuovi dati derivanti dallo scavo del cunicolo esplorativo de La Maddalena hanno permesso di migliorare il grado di affidabilità del modello idrogeologico e delle previsioni dei possibili impatti e delle misure di mitigazione. In particolare hanno permesso di osservare l'impatto causato dallo scavo in sotterraneo della galleria sulle manifestazioni idriche in superficie, permettendo di verificare l'affidabilità della metodologia DHI adottata nella previsione dei possibili impatti. La stessa metodologia è applicata nella presente fase di progettazione.

Si rimanda al documento PRV\_C3C\_TS3\_7106 Tomo1 di 3 per la descrizione puntuale di quanto svolto in tale fase di progettazione allo scopo di valutare il rischio sulle sorgenti.

E' stato, infatti, realizzata una valutazione lungo tutto il tracciato basata sul ritorno di esperienza del cunicolo esplorativo de La Maddalena, il monitoraggio della risorsa idrica sotterranea oltre alle analisi isotopiche per definire il potenziale grado di isterilimento delle sorgenti a causa dello scavo in sotterraneo.

Sono quindi considerati l'insieme dei punti acqua per i quali è stata effettuata la valutazione della probabilità d'impatto tramite il metodo DHI e quelli per i quali la probabilità d'impatto è ritenuta a lungo termine nulla per la impermeabilizzazione delle opere sotterranee. Tali punti, quindi, ricadono automaticamente nella classe DHI 1 con probabilità di isterilimento nulla o molto bassa.

Nello specifico, i punti acqua per i quali è stato calcolato il DHI sono complessivamente 98 e sono ubicati nell'area d'influenza del tunnel di base ad alte coperture topografiche, tra la pk 48+672 (Confine di Stato) e la pk 54+800 circa. I punti acqua che ricadono nell'area di influenza delle tratta del tunnel di base tra la pk 54+800 e il portale di Susa e delle gallerie d'interconnessione per cui è prevista l'impermeabilizzazione full-round sono complessivamente 96.

I punti analizzati sono complessivamente 194, di cui 37 attualmente inseriti nel Piano di Monitoraggio 2012, relativo al settore del Tunnel di Base e 23 nel Piano di Monitoraggio relativo alla galleria Maddalena (Rete Maddalena). Dall'analisi della distribuzione delle classi di probabilità si evince che la maggioranza (98%) dei punti acqua analizzati, ovvero 191 punti, non presentano alcuna probabilità d'impatto mentre il 2%, ovvero 3 punti, presentano probabilità bassa. Nessun punto presenta probabilità d'isterilimento alta.

La tabella che segue (**Tabella 7**) elenca i punti che presentano probabilità d'impatto bassa specificando il comune di appartenenza e il tipo di utilizzo. Si rimanda a PRV\_C3B\_TS3-0097 per i dettagli che determinano l'indice DHI per la totalità dei punti

Codice Sorgente	Comune	Tipo punto acqua
AST_011	Giaglione	Sorgente idropotabile
AST_648		Vasca alimentata da AST_011
*AST_184	Susa	Pozzo abbandonato

*Tabella 7 – Ubicazione e tipologia di utilizzo dei punti acqua con DHI basso. \*Il pozzo AST\_184 presenta rischio basso rispetto all'opera in rilevato ad esso adiacente*

La sorgente idropotabile AST\_011 (Boscocedrina), ubicata nel comune di Giaglione in Val Clarea, dista dall'opera più di un chilometro e nello studio attuale il punto risulta soggetta a probabilità d'isterilimento bassa.

Si evidenzia che durante lo scavo della galleria idroelettrica dell'impianto di Pont Ventoux (IREN) non si è verificato nessun disseccamento della sorgente AST\_011-Boscocedrina. Tale galleria è ubicata al di sotto del fondovalle Clarea. La copertura d'ammasso roccioso tra la base dell'acquifero di fondovalle e la galleria è compresa tra 17 e 28 m. Il suo andamento è semicircolare e contorna le sorgenti AST\_010-Pratovecchio e AST\_011 Boscocedrina. In questo contesto lo scavo della galleria non ha generato interferenze apprezzabili sulle sorgenti soprastanti, né sono state rilevate venute d'acqua significative in galleria durante lo scavo.

Il punto AST\_184-Autoporto (in passato captato come idropotabile, ora in disuso) consiste in un pozzo ubicato in asse al tracciato nella Piana di Susa, in corrispondenza della tratta in esterno: esso dunque pur non essendo influenzato dallo scavo del Tunnel di Base, è stato classificato come pozzo con interferenza data la sua vicinanza rispetto alle opere in rilevato ed all'interazione del tracciato con le sue aree di salvaguardia (Zona di Tutela Assoluta).

Per i 27 i punti acqua in oggetto non è stato calcolato l'indice DHI poiché lungo l'intera lunghezza della Galleria di Interconnessione è prevista la messa in opera di rivestimento con impermeabilizzazione full round. Si è assunto quindi che tutti i 27 i punti acqua ricadano nella classe con probabilità d'impatto nulla o molto bassa (classe 1).

### **5.3.1 Valutazione degli impatti**

Considerando il modello idrogeologico aggiornato sulla base dei dati derivanti dal cunicolo esplorativo della Maddalena, gli studi specialistici condotti e descritti nel documento PRV\_C3C\_TS3\_7106 Tomo1 di 3 e le analisi dei dati di monitoraggio eseguiti, e tutt'ora in fase di misura sulla componente idrico sotterraneo presso il cantiere della Maddalena, si valuta che gli impatti sulla componente risultano essere nel complesso poco significativi. La probabilità di interferenza delle tratte di scavo previste nel progetto, è classificata infatti molto bassa.

## **5.4 Portate attese in corso di scavo**

### Tunnel di base

Una valutazione è stata realizzata per fornire le indicazioni utili alla gestione delle acque drenate durante la fase di scavo del tunnel di base e della galleria d'interconnessione. Relativamente al Tunnel di base la valutazione ha messo a frutto quanto emerso nel corso dello scavo del cunicolo della Maddalena mentre per la galleria di interconnessione le considerazioni permangono quelle già condotte in fase di progetto definitivo approvato.

La valutazione delle portate in fase transitoria, considerati i molteplici fattori coinvolti (scenario idrogeologico, tipologia di scavo, velocità di avanzamento, scavo su fronti paralleli o distanziati, lavorazioni al fronte, etc...) comporta una alea di incertezza. Le osservazioni eseguite durante lo scavo del cunicolo esplorativo della Maddalena hanno permesso di osservare la natura delle portate in fase transitoria nel complesso idrogeologico del Massiccio d'Ambin. In sintesi, le portate transitorie nel Massiccio d'Ambin sono evolute in stabilizzate o quasi stabilizzate in un arco di qualche settimana, con un fatto di riduzione variabile dal 50% al 80%. Queste considerazioni sono state utilizzate per definire alcuni scenari di massima per lo scavo delle opere nella tratta a partire da pk 50 verso il portale Susa.

Al portale dell'area di cantiere della Maddalena, coerentemente al planning di riferimento per la costruzione (doc. PRV C30 TS3 0086), si prevedere che afferiscano le acque drenate durante lo scavo delle seguenti opere:

- scavo della Galleria Maddalena 2 fino al raccordo con il TdB;
- scavo della Connessione 1 e 2;
- 2 fronti di scavo con TBM verso Susa da pk 53+650 a 54+800 (da pk 54+800 la TBM lavora a pressione per cui non si prevedono venute idriche);
- scavo del Sito di Sicurezza di Clarea da pk 51+700 a 52+600 e della caverna tecnica;
- 2 fronti di scavo in D&B del Tunnel di Base a valle dell'area di sicurezza da pk 52+600 a pk 53+417 (BP) e pk 53+650 (BD).

Alle portate, prima transitorie poi in via di stabilizzazione, che queste opere determineranno, si dovrà aggiungere la portata del cunicolo esplorativo de La Maddalena oramai ultimata che apporta circa 80 l/s nella sua totalità. Questa portata differisce da quella computata per la fase di esercizio (7 ÷ 15 l/s in aggiunta al totale del TdB verso il portale Susa) in quanto non considera la tratta che sarà impermeabilizzata per lo stoccaggio delle pietre verdi e la quota parte che è convogliata per gravità al portale Maddalena.

La somma dei diversi apporti permette di quantificare il totale della portata in arrivo all'area di cantiere della Maddalena al fine dimensionare gli impianti di trattamento e le opere di drenaggio. La seguente tabella, partendo dalle valutazioni fatte per la condizione stabilizzata, elenca i contributi transitori ipotizzati delle varie opere e i tempi di realizzazione in accordo al planning costruttivo. I contributi transitori sono valutati partendo dalle stime di quelli stabilizzati, per tener conto del maggior drenaggio che si realizza nella fase di scavo.

Opere	Portate stabilizzate	Portate transitorie considerate per la fase di scavo	Mesi
Cunicolo esplorativo de La Maddalena	80	80	già realizzata
Galleria Maddalena 2	30-40	60	15
Connessione 1	2 ÷ 5	10	9
Connessione 2	3 ÷ 6	15	14
Caverna tecnica	n.d.	5	4
Sito sicurezza Clarea	3 ÷ 5	15	38
D&B BP pk 52+600-53+417	7 ÷ 11	20	5
D&B BD pk 52+600-53+650		10	7
TBM BP pk 53+650-54+800	3 ÷ 4	10	7
TBM BD pk 53+650-54+800		5	9

*Tabella 8 – Valutazione delle portate transitorie suddivise per opera.*

Sulla scorta di quanto osservato durante lo scavo del cunicolo esplorativo de La Maddalena, ai contributi transitori considerati sono stati aggiunti n.2 eventi transitori di 30 l/s ciascuno che si riducono in quattro mesi del 50%. La loro collocazione temporale è stata ipotizzata nel periodo di scavo della Maddalena 2 e dell'avanzamento in D&B 52+600-53+650.

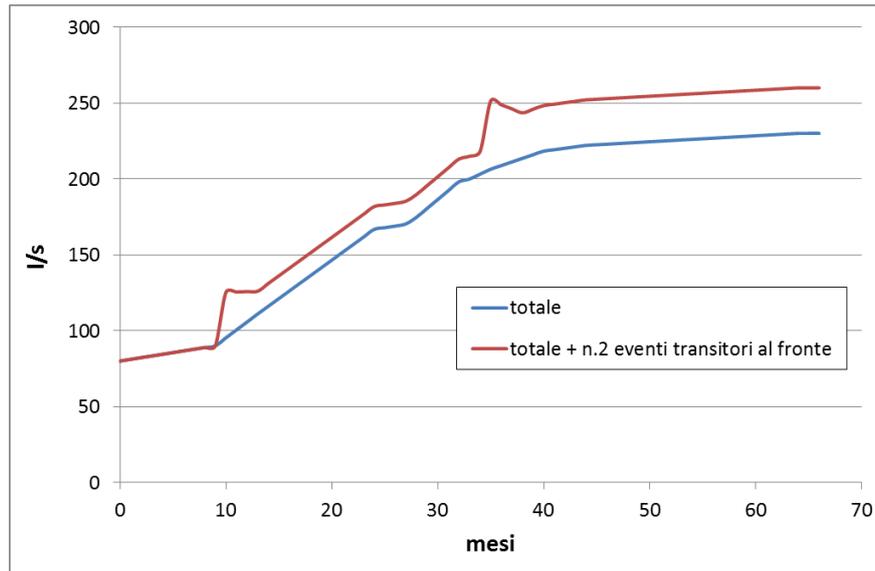


Figura 15 : Grafico delle portate transitorie in arrivo all'area di cantiere della Maddalena.

In definitiva nello scenario ragionevolmente cautelativo di considerare portate transitorie costanti (maggiori di quelle stabilizzate) per tutto il periodo di scavo (circa 65 mesi, pari a 5 anni e mezzo) e aggiungendo n. 2 eventi transitori che si dimezzano nell'arco di 4 mesi, il totale delle portate transitorie convogliate all'area di cantiere della Maddalena dovrebbe attestarsi intorno a 250 l/s.

#### 5.4.1 Valutazione degli impatti

Le tratte di scavo considerate comportano un impatto dal punto di vista quantitativo, nella fase transitoria, in linea con quanto previsto nella fase di progetto definitivo approvato.

Accanto all'alterazione quantitativa del flusso idrico sotterraneo associato all'interferenza determinata dall'azione progettuale, è da considerare un'alterazione di tipo qualitativo della componente. In tratto di scavo infatti è previsto l'attraversamento di rocce contenenti minerali asbestiformi.

Dal punto di vista qualitativo le operazioni di scavo ed il conseguente ciclo di lavorazione potrebbero determinare una variazione/dispersione di fibre asbestiformi nelle acque sotterranee. Per tale tratto si prevede che le acque di drenaggio provenienti dallo scavo del tratto del Tunnel di base eseguito nelle "rocce verdi" (350-400 m circa), saranno opportunamente captate e sottoposte, in sotterraneo, ad un apposito trattamento depurativo basato sui processi di ultra-filtrazione ed osmosi inversa, nonché sull'impianto filtropressa per i fanghi.

A questo fenomeno si possono accompagnare infiltrazioni di sostanze inquinanti impiegate nelle fasi di scavo. L'impatto sullo stato qualitativo della componente risulta essere moderato e del tutto confrontabile con lo scenario progettuale precedente.

#### 5.5 Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato

Lo scenario di variante comporta una delocalizzazione e distribuzione delle fonti di pressione ambientale che precedentemente erano ubicate nella piana di Susa e attualmente si distribuiscono tra Salbertrand e Maddalena.

In particolare, relativamente alla componente in oggetto si evidenzia un lieve incremento della pressione ambientale rispetto al progetto definitivo approvato nell'area di Maddalena a favore di quanto avveniva all'imbocco est del Tunnel di Base.

Le acque drenate dai tratti in scavo, con portate paragonabili a quelle del progetto definitivo approvato, vengono raccolte e utilizzate per scopi industriali alla Maddalena.

Per quanto concerne l'impatto quantitativo, si può concludere che sia paragonabile allo scenario di progettazione precedente e si evidenzia che si ottimizzerà, per quanto possibile, la strategia del riutilizzo dell'acqua reflua trattata per fini industriali, evitando in tal modo prelievi diretti della risorsa idrica sotterranea.

Lo scavo in TBM del tratto nelle "rocce verdi", la gestione completamente in sotterraneo delle stesse, oltre che la captazione e il trattamento della acque interessate dal medesimo tratto consentiranno di rendere poco significativi gli impatti derivanti dalle azioni progettuali previste in tale tratto.

Gli impatti potranno essere ulteriormente limitati o eliminati tramite un'attenta gestione della risorsa idrica e la progettazione ed installazione di idonei impianti di trattamento e depurazione delle acque di scarico.

La predisposizione degli impianti e il continuo monitoraggio delle acque ante e post depurazione/trattamento rappresentano le principali misure di mitigazione, legati alla risorsa idrica sotterranea.

FASE DI CANTIERE										
Componente in analisi	Salbertrand	Colombera	Maddalena	Piana di Susa			Clarea	Sito di Caprie	Sito di Torrazza P.te	Cavidotto
				Zona Imbocco Est TdB	Area Tecnica di Susa	Interconnessione e area Bussoleno				
<b>ACQUE SOTTERRANEE</b>										
<i>Occupazione suolo</i>	-1	0	-2	+1	0	0	+3	0	0	+1
<i>Tempo occupazione</i>	-1	0	-2	+2	+1	0	+3	0	0	+1
<i>Lavorazioni significative per gli impatti<sup>5</sup></i>	-1	0	-3	+2	+1	0	+3	0	0	-1
<i>Movimentazione materiale</i>	-1	0	-2	0	0	0	+3	0	0	0
<i>Flusso mezzi emissivi</i>	-1	0	-1	0	+1	0	+3	0	0	0

Scala di variazione degli impatti ambientali rispetto allo scenario di progetto definitivo approvato	
-3	Variazione peggiorativa
-2	Variazione moderatamente peggiorativa
-1	Variazione lievemente peggiorativa
0	Nessuna variazione/nessun impatto sulla componente
+1	Variazione lievemente migliorativa
+2	Variazione moderatamente migliorativa
+3	Variazione migliorativa

**Tabella 9** – Matrice degli impatti: componente acque sotterranee

<sup>5</sup> Lavorazioni significative per gli impatti: preparazione area, scavi in terreno, scavi in roccia, riporti, posa in opera prefabbricati, funzionamento impianti di cantiere

## 6. Pressioni e impatti: AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE

In relazione alle nuove aree oggetto della variante di cantierizzazione (cantiere di imbocco de La Maddalena, area di Colombera - parcheggio ed area industriale di Salbertrand), nel presente paragrafo si esaminano le principali pressioni indotte dalle previste azioni di progetto, sulla componente “acque superficiali”, nonché i conseguenti potenziali impatti attesi.

Si evidenzia che la logica di gestione delle acque, nelle previste aree oggetto di variante, mutuerà, dal Progetto Definitivo Approvato, i medesimi principi e criteri previsti per gli ulteriori cantieri.

### 6.1 Individuazione degli impatti

In generale, nell'ambito della fase di cantierizzazione, le principali azioni di progetto che potrebbero influire negativamente sulla componente ambiente idrico superficiale sono di seguito elencate:

- lavorazioni connesse alla realizzazione di opere in progetto in alveo o in prossimità di corpi idrici;
- gestione delle acque drenate dalle gallerie;
- gestione degli scarichi delle acque di lavorazione;
- gestione delle acque meteoriche in aree di cantiere;
- prelievo di acque superficiali per usi di cantiere;
- deviazione temporanea o permanente di corsi d'acqua;
- taglio della vegetazione, occupazione/rimozione di suolo;
- eventi accidentali principalmente imputabili a rotture/malfunzionamenti dell'impianto di trattamento e/o incidenti con conseguente dispersione di sostanze inquinanti e/o pericolose.

In particolare, in relazione alla nuova configurazione di cantierizzazione, di seguito si descrivono le principali fonti di pressione attese, nelle aree oggetto di variante, potenzialmente critiche per lo stato quali-quantitativo delle risorse idriche superficiali interessate.

#### 6.1.1 Cantiere di imbocco de La Maddalena

Nell'ambito della variante di cantierizzazione, il futuro cantiere di imbocco de La Maddalena si configura a supporto della realizzazione delle opere in sotterraneo (gallerie lato Italia e sito di sicurezza). In particolare, a partire da tale cantiere, saranno condotte le attività di scavo per la realizzazione delle seguenti gallerie:

- galleria di connessione 1;
- galleria Maddalena 2;
- galleria di connessione 2;
- area di sicurezza di Clarea;
- tunnel di base (entrambi i fornic, dal sito di sicurezza fino all'imbocco est di Susa lato Italia).

In corrispondenza del cantiere di imbocco de La Maddalena, in seguito alla conclusione delle attività di scavo e finitura dei tunnel, sarà realizzata la centrale di ventilazione. Le attività di cui sopra, contemplate dalla variante di cantierizzazione, prevedono, rispetto alla

configurazione prevista dal Progetto Definitivo Approvato, la soppressione della centrale di Clarea e lo spostamento delle relative funzionalità nell'area de La Maddalena.

Il cantiere di imbocco de La Maddalena si svilupperà a partire dall'attuale configurazione del cantiere preposto alla realizzazione del cunicolo esplorativo, prevedendo un opportuno adeguamento ed ampliamento al fine di garantire le nuove funzionalità a supporto delle attività di scavo, evacuazione dello smarino e rivestimento dei vari tunnel/area di sicurezza in sotterraneo.

Si evidenzia che è previsto un ampliamento ed un ribasso della quota del piazzale esistente, nonché un'estensione del cantiere verso est, in sinistra orografica del torrente Clarea, che sarà accessibile in virtù di un ponte bailey provvisorio (di collegamento tra le porzioni est ed ovest del cantiere di imbocco de La Maddalena).

Pertanto, la nuova area di cantiere sarà localizzata in destra ed in sinistra idrografica del torrente Clarea ed in sinistra idrografica del Fiume Dora Riparia.

Le principali installazioni che caratterizzeranno il cantiere sono di seguito riportate:

- officina, magazzino, uffici, spogliatoio, zona lavaggio macchine e pesa automezzi;
- centrale di betonaggio e relativa area di stoccaggio degli aggregati;
- aree di stoccaggio dei materiali necessari alla costruzione (bulloni, centine, etc.);
- aree di stoccaggio dello smarino;
- aree di stoccaggio conci;
- laboratorio per la prima analisi di caratterizzazione dello smarino;
- attrezzatura per la movimentazione in piazzale dei materiali.

Ai fini dell'individuazione degli impatti generati, durante l'esecuzione dei lavori, sulla componente in esame, risulta fondamentale fornire il quadro progettuale del previsto ciclo di gestione delle acque in fase di cantierizzazione.

A tal proposito, si evidenzia che i principi generali che regoleranno la gestione integrata delle acque reflue e di approvvigionamento, nell'area in esame, saranno coerenti con il ciclo delle acque applicato nell'attuale cantiere del cunicolo esplorativo. Pertanto, in virtù della logica di continuità dei criteri operativi che saranno adottati, risulta opportuno fornire dapprima una panoramica dell'attuale architettura di gestione della risorsa idrica implementata da Telt nel cantiere del cunicolo esplorativo.

### **Gestione delle acque nel cantiere del cunicolo esplorativo de La Maddalena**

Il cantiere presenta attualmente una distribuzione plano-altimetrica caratterizzata da tre gradoni corrispondenti ad altrettanti piazzali, sui quali sono collocati tutte le strutture e gli impianti funzionali.

#### ***Approvvigionamento***

Presso l'insediamento cantieristico attuale, è previsto l'utilizzo dell'acqua proveniente da risorsa idrica sotterranea regolarmente concessa.

#### ***Acque reflue***

L'attività di cantiere per la realizzazione del cunicolo esplorativo dispone attualmente dell'*Autorizzazione Unica Ambientale (Provvedimento Autorizzativo unico n. 411 del 29/09/2016)* per lo scarico delle acque reflue industriali e domestiche in corpo idrico

superficiale (Fiume Dora Riparia), nonché per le emissioni in atmosfera derivanti dall'impianto produttivo.

Gli scarichi insistono nell'area idrografica identificata dal Piano di Tutela delle Acque (P.T.A.) come A11 denominata "Dora Riparia" e dal Piano di Gestione del fiume Po nel sottobacino della Dora Riparia.

Il provvedimento autorizzativo contempla quanto segue:

*“Dal cantiere si origina uno scarico di acque reflue che, congiunto con le acque di venuta e meteoriche, recapita in acque superficiali (Fiume Dora Riparia) per una portata massima di circa 300 l/s. In particolare le acque reflue sono costituite da:*

- *acque reflue domestiche: provenienti da uffici, servizi, aree ristori, trattate in una vasca sgrassatrice, una imhoff ed un filtro percolatore...;*
- *acque reflue industriali che si originano dal fronte scavo della galleria e dalle linee di lavorazione attivate presso i piazzali (raffreddamento, stazione di betonaggio), che confluiscono in un impianto di trattamento di tipo chimico-fisico e filtrazione.*

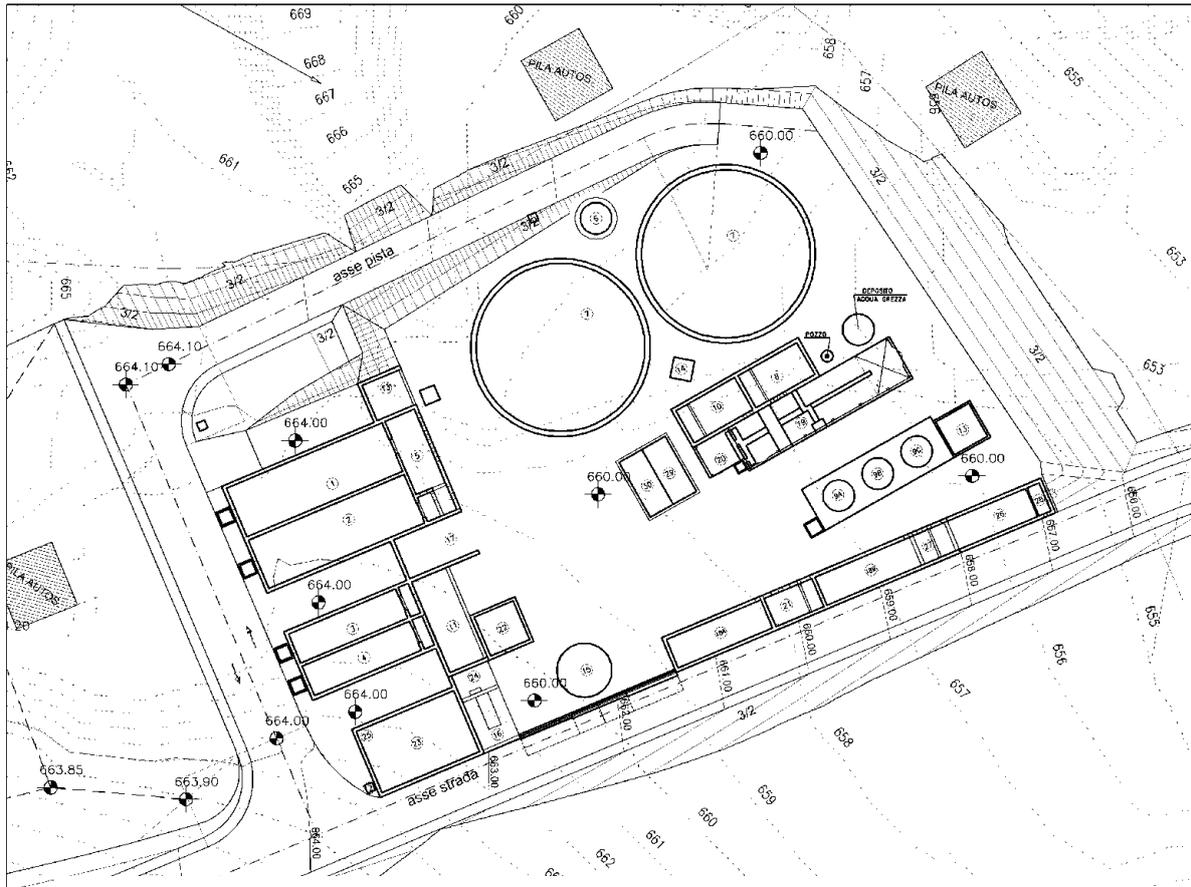
*All'impianto di depurazione chimico-fisico e filtrazione giungono quattro linee di input che corrispondono ad un equivalente numero di linee di trattamento, che operano in parallelo all'interno dell'impianto di depurazione:*

- *acque torbide: costituite da acque reflue di processo (queste subiscono un pretrattamento di sedimentazione e disoleazione presso il piazzale di lavorazione), acque di dilavamento e meteoriche raccolte su tutta la superficie dei piazzali operativi (in questa linea convergono anche le acque di ricircolo originatesi internamente all'impianto e il rilancio delle acque di prima pioggia dei piazzali non operativi); tali acque sono sottoposte ad un trattamento completo chimico – fisico;*
- *acque chiare calde: costituite da acque di infiltrazione/venuta considerate "calde", raccolte all'interno del cunicolo dopo il passaggio del fronte scavo e indisturbate dalle lavorazioni del fronte scavo ed indisturbate dalle lavorazioni;*
- *acque fredde potabilizzabili: costituite da acque di infiltrazione/venuta raccolte in modo differenziato una volta passato il fronte scavo;*
- *acque fredde non potabilizzabili: costituite da acque di infiltrazione/venuta raccolte in modo differenziato una volta passato il fronte scavo....”.*

La differenziazione di cui sopra risponde ad una logica prescrittiva della Delibera CIPE n. 86/2010 con cui è stato approvato il progetto definitivo del cunicolo de La Maddalena.

In virtù della necessità di separazione delle quattro linee di cui sopra, presso l'attuale cantiere sono previste differenti modalità di raccolta del sistema di aggotamento delle acque di venuta, realizzato in galleria nelle varie fasi di scavo.

Si evidenzia che, durante gli eventi meteorici, in testa all'impianto di trattamento chimico-fisico giungono tutte le acque meteoriche raccolte dalle superfici dei piazzali operativi ritenute più critiche (piazzale di imbocco del cunicoli, aree officina, area operativa, area gestione terre e rocce, piazzale impianto di depurazione) e le sole acque di prima pioggia raccolte dalla superficie scoperta dei piazzali non operativi (uffici e servizi), tramite l'attivazione di un apposito pozzetto scolmatore.



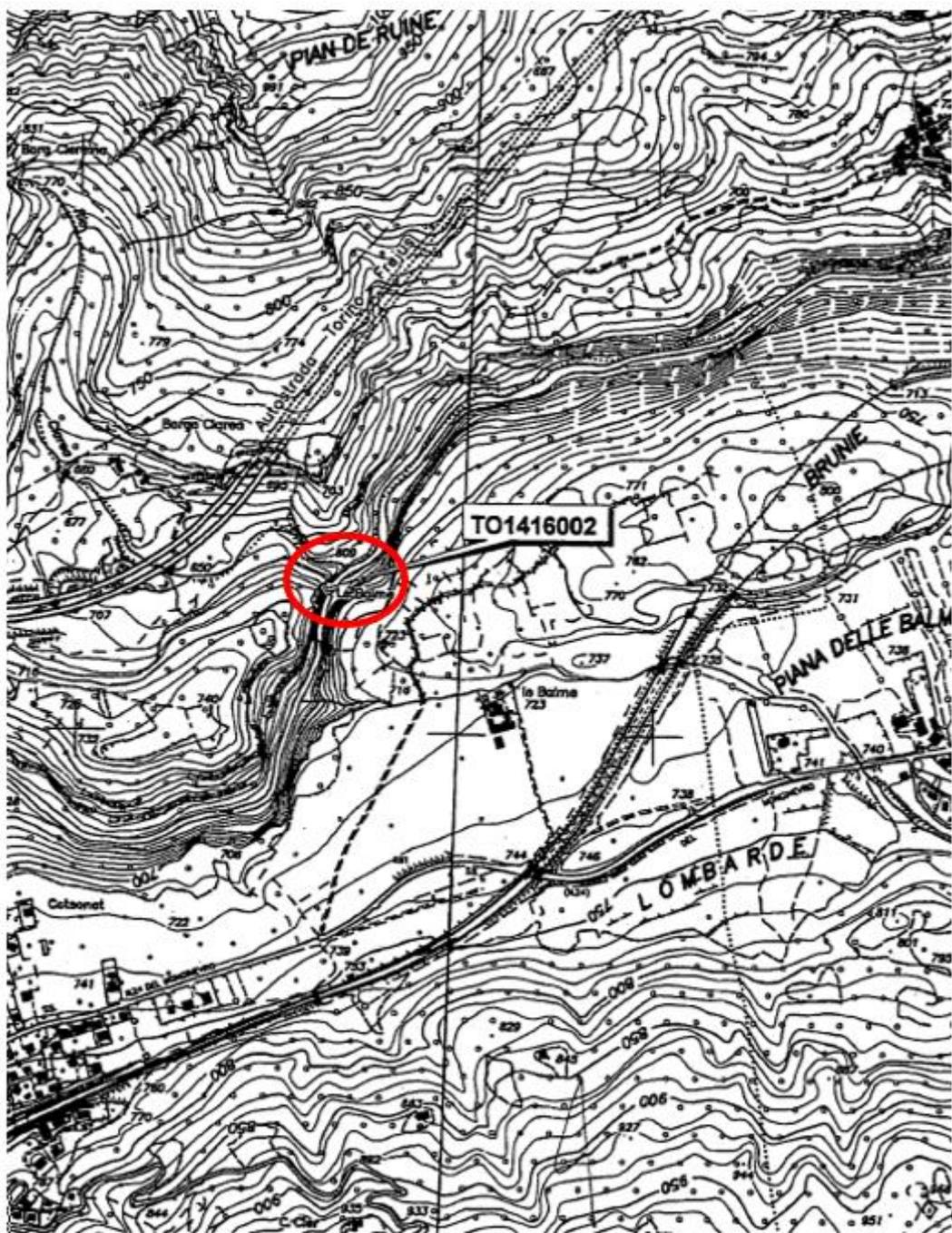
LEGENDA

1	DISSABBIATURA ACQUA TORBIDA E MISURE ACQUA IN INGRESSO	16	FILTRO PRESSA
2	DISSABBIATURA ACQUA CHIARA CALDA	17	ESSICCAMENTO SABBIE
3	DISSABBIATURA ACQUA FREDDA NON POTABILIZZABILE	18	TORRI DI RAFFREDDAMENTO ACQUA DEPURATA
4	DISSABBIATURA ACQUA FREDDA POTABILIZZABILE	19	LOCALE MACCHINE
5	PRIMA CORREZIONE PH E SOLLEVAMENTO	20	LOCALE QUADRI ELETTRICI E COMANDO
6	FLOCCULAZIONE	21	SOLLEVAMENTO ACQUA ALLE TORRI DI RAFFREDDAMENTO
7	CHIARIFICAZIONE	22	SOLLEVAMENTO RICICLI
8	STOCCAGGIO ACQUA CHIARIFICATA	23	VASCA DI PRIMA PIOGGIA
9	FILTRAZIONE A SABBIA	24	POMPA CARICAMENTO FILTRO PRESSA
10	STOCCAGGIO ACQUA FILTRATA	25	POMPA SOLLEVAMENTO ACQUA DI PRIMA PIOGGIA
11	STOCCAGGIO COAGULANTE E ACIDO CLORIDRICO	26	CORREZIONE PH FINALE E MISURA ACQUA TRATTATA
12	POZZETTO DI SCOLMATURA ACQUE DI SECONDA PIOGGIA	27	STOCCAGGIO ACQUA PER SERVIZI INDUSTRIALI
13	STOCCAGGIO SODA	28	POZZETTO DI ISPEZIONE FISCALE
14	SOLLEVAMENTO FANGHI DEI CHIARIFICATORI	29	CABINA DI TRASFORMAZIONE
15	ISPESITTORE FANGO	30	GRUPPO ELETTROGENO

**Figura 16** – Indicazione planimetrica dell’Impianto di trattamento installato presso l’attuale Cantiere del Cunicolo Esplorativo De La Maddalena (fonte immagine: Impianto di Depurazione - Relazione tecnica generale MAD-EXE-VEN-0071)

L’art. 27 delle norme del Piano di Tutela delle Acque della Regione Piemonte indica che i limiti di accettabilità degli scarichi di cui al D. Lgs. 152/06 (Tabella 3 dell’Allegato 5 alla parte III) costituiscono valori limite di emissione funzionale.

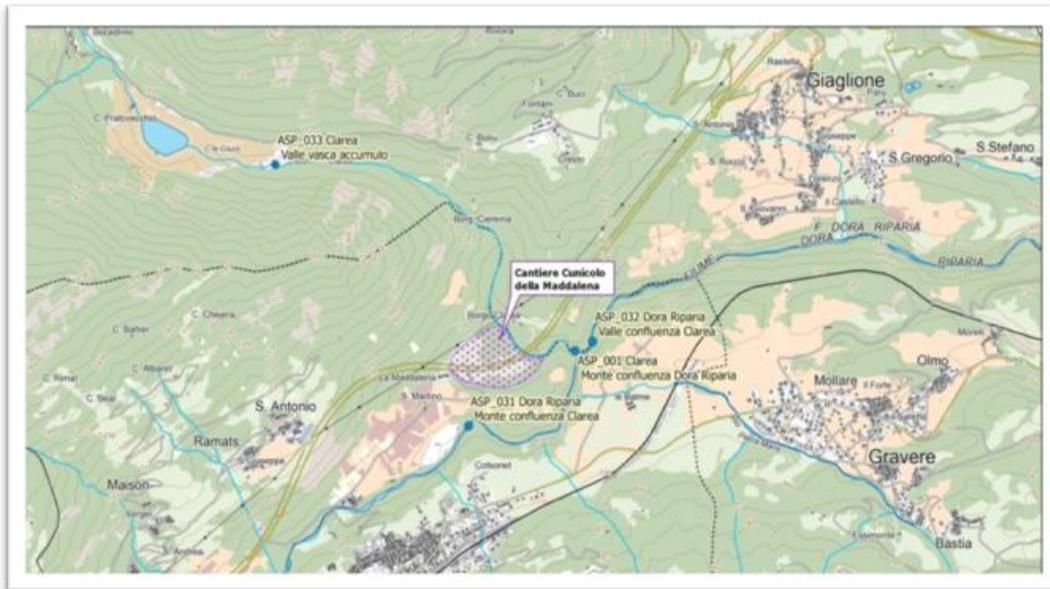
Attualmente il punto di scarico TO1416002 delle acque reflue industriali e domestiche, autorizzato per una portata pari a 300 l/s, risulta localizzato in corrispondenza del fiume Dora Riparia come da immagine sottostante:



*Figura 17 – Indicazione planimetrica del punto di scarico autorizzato TO1416002 Fiume Dora Riparia (fonte immagine: Provvedimento Autorizzativo Unico n. 411 del 29/09/2016)*

Si evidenzia la presenza di un pozzetto fiscale di campionamento posto immediatamente a monte del microtunnel, che convoglia lo scarico nel fiume Dora Riparia. In corrispondenza di tale pozzetto, con frequenza quindicinale, sono effettuate le analisi dei parametri chimico-fisici richiesti dal provvedimento AUA.

Attualmente risulta in atto, da parte di TELT, un'attività di monitoraggio ambientale delle risorse idriche superficiali Torrente Clarea (punti ASP-033 e ASP-001) e Fiume Dora Riparia (punti ASP-031 e ASP-032), articolata con misure chimico-fisiche mensili in situ, analisi chimiche, biologiche e radiometriche trimestrali/semestrali e analisi tossicologiche semestrali.



*Figura 18 – Localizzazione dell'attuale Cantiere La Maddalena indicazione dei punti di monitoraggio Acque superficiali (fonte immagine: ARPA Piemonte)*

## **Gestione delle acque nel futuro cantiere di imbocco de La Maddalena – Individuazione degli impatti**

### **Acque reflue**

Nel futuro cantiere di imbocco de La Maddalena, un aspetto potenzialmente critico in termini di pressione qualitativa sul torrente Clarea ed il limitrofo fiume Dora Riparia (rischio di intorbidimento/inquinamento), sarà rappresentato dalla tematica della gestione delle acque reflue. In particolare, in tale area, le acque reflue del cantiere deriveranno principalmente da:

- *acque di drenaggio di galleria provenienti dalle varie attività di scavo in sotterraneo (gallerie Maddalena 1 e 2, gallerie di connessione 1 e 2, area di sicurezza, tunnel di base), che saranno captate e, tramite sollevamento, inviate all'area di Maddalena (durante le operazioni di scavo, le acque delle falde sotterranee, in origine aventi le caratteristiche proprie dell'acquifero, a seguito del contatto con le malte cementizie o con additivi utilizzati in fase di scavo, possono essere interessate dalla variazione delle caratteristiche chimico-fisiche);*
- *acque industriali di lavorazione (contenenti oli, grassi e notevolmente torbide) provenienti dagli impianti di produzione del conglomerato cementizio (lavaggio delle autobetoniere), dalla pulizia dei piazzali e automezzi, dal lavaggio delle ruote dei camion in uscita dal cantiere, dalle differenti operazioni di scavo in galleria che necessitano dell'utilizzo di acqua (abbattimento polveri, raffreddamento utensili di scavo della TBM: tali acque, al suolo, operano trasporto di quantità variabili di solidi in sospensione ed inquinanti) ecc.*

Le acque reflue di cui sopra saranno sottoposte ad un trattamento depurativo, per poi essere riutilizzate, per quanto possibile, nell'ambito del ciclo di produzione del cantiere, per finalità industriali.

In conformità all'attuale logica di gestione, anche le seguenti tipologie di acque saranno convogliate in un sistema di drenaggio e trattate alla stregua delle acque reflue di lavorazione:

- *acque meteoriche di prima pioggia*, provenienti dai piazzali "puliti" (aree non adibite alle lavorazioni in cui sono presenti uffici);
- *acque meteoriche provenienti dal dilavamento di tutti piazzali "sporchi"*, in cui si svolgeranno attività operative e di deposito/stoccaggio potenzialmente "contaminanti" (ad esempio area delle piazzole di caratterizzazione dello smarino nella zona di imbocco, officine meccaniche, zona betonaggio, piazzali di imbocco, stoccaggio smarino ecc.).

In particolare, per il trattamento delle acque reflue e meteoriche, di cui sopra, si prevede l'utilizzo dell'impianto di depurazione già presente nel cantiere del cunicolo esplorativo, previa opportuno ampliamento al fine di garantire il trattamento di una portata superiore alla capacità nominale attuale, pari a 300 l/s (rif. Elaborato PRV\_C3A\_TS3\_6037 – Relazione illustrativa cantiere Maddalena e Colombera).

Infatti, in base alla stima delle future portate idriche previste in alimentazione all'impianto, si perviene ad una portata massima complessiva pari a circa 415 l/s così articolata:

- acque di drenaggio provenienti dagli scavi in sottoterraneo: come da elaborato PRV\_C3B\_TS3\_0095 - Relazione idrogeologica di sintesi (lato Italia), con un approccio cautelativamente conservativo è stata stimata una portata massima pari a ~250 l/s;
- acque meteoriche di prima pioggia provenienti dai piazzali puliti: ~2 l/s (rif. Elaborato PRV\_C3A\_TS3\_6037 – Relazione illustrativa cantiere Maddalena e Colombera).
- acque meteoriche provenienti dai piazzali sporchi: ~119 l/s (rif. Elaborato PRV\_C3A\_TS3\_6037 – Relazione illustrativa cantiere Maddalena e Colombera);
- acque reflue di lavorazione: ~44 l/s nella fase costruttiva più critica (rif. Elaborato PRV\_C3A\_TS3\_6037 – Relazione illustrativa cantiere Maddalena e Colombera);

Il trattamento depurativo, alla stregua di quello attuale, sarà di tipo chimico/fisico basato sulle seguenti principali fasi di trattamento relative alle Linee "Acque e Fanghi":

➤ LINEA ACQUE:

- dissabbiatura (sedimentazione naturale per eliminare le sabbie grossolane) e disoleatura (separazione oli non emulsionati);
- prima correzione del pH e flocculazione;
- chiarificazione;
- filtrazione (filtri a sabbia in pressione);
- eventuale raffreddamento (torri di raffreddamento);
- correzione del pH a monte dello scarico in corpo recettore.

➤ LINEA FANGHI:

- addensamento dei fanghi separati durante il processo di chiarificazione di cui sopra (ispessimento in vasca cilindrica);
- disidratazione dei fanghi addensati mediante filtropressa a piastre (le acque ottenute dal processo di disidratazione saranno inviate alla vasca di decantazione di cui sopra).

In relazione alle acque reflue di galleria ed industriali da trattare, si indicano di seguito i principali parametri critici:

- la temperatura rappresenta un parametro che dovrà essere oggetto di controllo ai sensi del D. Lgs. 152/06; infatti, nel prosieguo dello scavo delle gallerie, si attendono acque progressivamente più calde, che saranno captate e successivamente convogliate al trattamento in modo da ottenere una temperatura complessiva allo scarico tale da rispettare quanto previsto dalla normativa: *“per i corsi d'acqua la variazione massima tra temperature medie di qualsiasi sezione del corso d'acqua a monte e a valle del punto di immissione non deve superare i 3 °C. Su almeno metà di qualsiasi sezione a valle tale variazione non deve superare 1 °C”* (torri di raffreddamento);
- il pH rappresenta un ulteriore parametro critico, che dovrà essere oggetto di “correzione” nell’ambito del ciclo di trattamento, nonché a monte dello scarico; esso infatti potrà essere fortemente alcalino, per effetto di componenti dei cementi ed additivi dei calcestruzzi, ma anche con  $\text{pH} < 7$  per le naturali caratteristiche delle acque profonde;
- ulteriori parametri oggetto di trattamento chimico saranno: solidi sospesi, oli e idrocarburi, metalli, parametri chimici organici, presenza di fibre d’amianto, tensioattivi, solventi organici, composti azotati ecc.

Si evidenzia che il trattamento depurativo dovrà garantire la compatibilità delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque con i valori limite di emissione di cui alla Tabella 3 dell’Allegato 5 alla parte III del D. Lgs. 152/06 e s.m.i..

In corrispondenza delle sezioni poste a monte e valle dell’impianto di depurazione (sezioni di ingresso ed uscita delle acque), saranno effettuate in continuo le seguenti misure:

- misura di portata;
- misure di pH, temperatura e conducibilità con sonda ad immersione.

Come precedentemente indicato, le acque depurate, in uscita dall’impianto di trattamento, saranno riutilizzate per soddisfare i fabbisogni idrici industriali del cantiere di superficie (impianto di betonaggio ed aree esterne) ed in sotterraneo.

Il surplus di tali acque, che non sarà riutilizzato nell’ambito di cicli produttivi, sarà scaricato nel corpo idrico recettore Fiume Dora Riparia in corrispondenza dell’attuale sezione di scarico TO1416002. Pertanto, in considerazione del ricircolo di una certa percentuale di acqua trattata, si stima, con un approccio conservativo, una portata massima di scarico pari a circa 370 l/s.

Come previsto dall’art. 101 del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. ed in coerenza con il provvedimento autorizzativo attuale (AUA n. 411 del 29/09/2016), a monte dello scarico nel corpo idrico recettore sarà introdotto un appropriato punto di controllo delle acque trattate, al fine di poter verificare il rispetto dei limiti sopra citati ed evitare anche solo temporanei intorbidimenti del fiume Dora, interessato dallo scarico, o alterazioni della qualità chimica delle acque. In particolare, si riportano di seguito i parametri chimico-fisici che dovranno essere analizzati:

	Solfati
	Cloruri
	Fluoruri
<b>Parametro</b>	Fosforo totale
pH	Azoto ammoniacale
Conducibilità	
Temperatura	Azoto nitroso
Solidi Sospesi totali	Azoto nitrico
Colore	
Odore	Azoto totale
BOD5	Grassi e oli animali e vegetali
COD	Idrocarburi totali
Metalli (elenco D.Lgs. 152/06)	Solventi organici aromatici
	Solventi organici azotati
Cianuri totali	Tensioattivi totali
	Solventi clorurati
Solfuri	Saggio di tossicità acuta
Solfiti	Amianto

*Figura 19 – Set di parametri da analizzare - Stralcio dal provvedimento AUA n. 411 del 29/09/2016) relativo al Cunicolo Esplorativo de La Maddalena*

Inoltre, durante la fase di cantierizzazione, è prevista l'esecuzione di attività periodiche di monitoraggio della qualità del corpo idrico recettore (fiume Dora), nella sezioni ubicate a monte e valle dello scarico, al fine di rilevare le eventuali alterazioni chimico/fisiche ascrivibili alla pressione del cantiere.

Si precisa che le acque di drenaggio, provenienti dallo scavo del tratto del Tunnel di base eseguito nelle "rocce verdi" (350-400 m circa), saranno opportunamente captate e sottoposte, in sotterraneo, ad un apposito trattamento depurativo basato sui processi di ultra-filtrazione ed osmosi inversa, nonché sull'impianto filtropressa per i fanghi.

Infine, per quanto concerne le acque reflue civili, analogamente all'approccio attuale, si prevede il relativo convogliamento in una vasca Imhoff.

### **Approvvigionamento idrico**

L'approvvigionamento idrico del cantiere per usi industriali sarà garantito dal riutilizzo delle acque di drenaggio (in arrivo agli imbocchi delle gallerie Maddalena 1 e 2), provenienti dallo scavo delle opere in sotterraneo, previa opportuno trattamento. Attualmente è già presente un apposito pozzo autorizzato, realizzato dall'appaltatore del cunicolo esplorativo, che potrà essere utilizzato per eventuali necessità di integrazione.

Si evidenzia che il fabbisogno idrico industriale sarà connesso alle esigenze del cantiere di superficie (impianto di betonaggio e servizi generali) e del cantiere in sotterraneo. In relazione al cantiere in sotterraneo, si evidenzia il fabbisogno idrico connesso alla TBM che, nei periodi di picco, necessita di una portata pari a circa 5 l/s (per raffreddamento fresa, attività di pulizia, brumizzazione ecc...).

Pertanto, per le finalità di approvvigionamento idrico industriale, non risulta contemplato il prelievo di acqua dai corpi idrici superficiali e, conseguentemente, non si prevedono ripercussioni dirette sul deflusso minimo vitale, che garantisce la capacità autodepurativa del corso d'acqua e la conservazione degli habitat acquatici.

### **6.1.2 Area di Colombera - parcheggio**

In corrispondenza della nuova area Colombera, ubicata in sinistra idrografica del fiume Dora Riparia, in adiacenza all'eliporto, verrà predisposto un parcheggio per i veicoli (un servizio navetta collegherà internamente tale parcheggio al cantiere di Imbocco de La Maddalena). In tale area non sono pertanto previste attività interferenti con il limitrofo fiume Dora Riparia. Tuttavia, si evidenzia l'occupazione di una porzione di area dedicata al parcheggio, avente un'estensione pari a circa 0,6 ha, e la prevista presenza di un sistema di regimazione dell'acqua meteorica di dilavamento (proveniente dalla superficie pavimentata del piazzale), nonché di un disoleatore a monte dello scarico nel fiume Dora (rif. Elaborato PRV\_C3A\_TS3\_6037 – Relazione illustrativa cantiere Maddalena e Colombera).

### **6.1.3 Area Industriale di Salbertrand**

Nell'ambito del nuovo scenario di variante, l'area industriale ubicata nel Comune di Salbertrand, a ridosso del fiume Dora Riparia, si configura a supporto dei cantieri per le opere in sotterraneo e a cielo aperto, ai fini della fornitura degli inerti.

Infatti, tale area ospiterà le attività di smistamento e trattamento/valorizzazione del materiale prodotto dallo scavo del tunnel, proveniente via camion dal cantiere di imbocco de La Maddalena, nonché gli impianti di betonaggio e prefabbricazione per la produzione dei conci (necessari al rivestimento delle gallerie) e l'impianto di caricamento dello smarino su treno verso i siti definiti (previsto in precedenza in corrispondenza dell'imbocco ovest dell'interconnessione).

Pertanto, le principali attività che saranno sviluppate in tale area saranno:

- valorizzazione dello smarino in arrivo dall'area di imbocco de la Maddalena;
- stoccaggio dell'inerte valorizzato in attesa del fabbisogno previsto dai vari cantieri;
- prefabbricazione e stoccaggio provvisorio dei conci della TBM;
- processo di caricamento su treno dello smarino da inviare presso i siti di Caprie e Torrazza Piemonte;
- caricamento su camion del materiale idoneo a essere riutilizzato per rilevati nella zona di Susa autoporto e di Bussoleno.

Inoltre, per garantire l'accesso al cantiere, nell'ambito dell'adeguamento della viabilità, è prevista la realizzazione di un ponte provvisorio, reticolare metallico, con fondazioni non in alveo.

Si evidenzia che l'area in esame, dallo studio delle fasce PAI dell'Autorità di Bacino, interferisce in parte con la fascia fluviale B (esondazione con tempo di ritorno di 200 anni). A tal proposito, la progettazione in sicurezza del cantiere ha previsto che tutti i principali impianti/utenze presenti siano realizzati in configurazione "sopraelevata" di 1 m rispetto alla quota prevista di esondazione (i muretti demandati a tale funzione saranno realizzati longitudinalmente rispetto alla direzione di deflusso del fiume, al fine di garantire la trasparenza all'eventuale passaggio dell'acqua). Alla stregua degli impianti, anche le recinzioni esterne di cantiere, poste a ridosso delle zone potenzialmente interessate da un'eventuale piena del fiume, saranno rese trasparenti al passaggio dell'acqua. I silos di stoccaggio dello smarino ed inerti saranno posizionati su strutture sopraelevate con piloni di fondazione di altezza superiore ai 3 m per permettere il caricamento dei camion. Gli unici elementi che rimarranno interferenti con impronta a terra saranno l'impianto di prefabbricazione dei conci, la coclea di scaricamento dello smarino e l'impianto di trattamento delle acque.

Un elemento di criticità ambientale, in termini di fonte di pressione sul Fiume Dora Riparia, è rappresentato dalle operazioni di movimentazione e lavorazione del materiale di scavo che potrebbero indurre un intorbidimento delle acque, con conseguente alterazione o sottrazione degli habitat naturali. In particolare, si sottolinea che la presenza degli impianti di lavorazione del materiale di scavo, che comportano l'incremento di polveri totali in atmosfera, potrebbe causare ricadute delle relative frazioni più pesanti anche nel reticolo idrografico limitrofo all'area (anche per dilavamento operato dalle precipitazioni meteoriche), con possibili effetti indiretti sulla qualità delle acque superficiali. Pertanto, le aree di lavoro dovranno essere adeguatamente delimitate e protette al fine di limitare ed evitare i potenziali impatti derivanti dal trasporto di materiale solido nelle acque superficiali e/o sversamenti accidentali nelle diverse fasi di lavoro. A tal proposito il progetto di variante prevede che la movimentazione degli aggregati e dello smarino tra le diverse zone di lavorazione dell'area industriale (impianto di valorizzazione, impianto di caricamento su treno, stoccaggio inerti etc.) avvenga mediante nastri trasportatori chiusi ed insonorizzati, limitando le emissioni di polveri. Inoltre, anche le attività di trattamento dei materiali di scavo (produzione di aggregati) e i siti di deposito temporanei in cantiere saranno ubicati all'interno di strutture chiuse.

Un ulteriore significativo aspetto da considerare in tale area afferisce alla gestione delle acque reflue di lavorazione provenienti dall'impianto di valorizzazione dello smarino (in particolare dall'attività di lavaggio e di frantumazione degli inerti) e dall'impianto di betonaggio. Nel dettaglio, le principali acque reflue di lavorazione, che saranno generate nell'area in esame, sono ascrivibili alle seguenti attività:

- trattamento del marino e produzione di aggregati;
- produzione di calcestruzzi e prefabbricazione dei conci di rivestimento;
- lavaggio dei mezzi di cantiere.

Alla luce di quanto sopra, si evidenzia che sarà realizzato nell'area un appropriato impianto di trattamento delle acque reflue e meteoriche (di prima pioggia e di dilavamento di superfici "potenzialmente contaminate") che garantirà la compatibilità delle relative caratteristiche chimico - fisiche con i limiti di emissione allo scarico (in acque superficiali), previsti dalla vigente normativa di settore (tabella 3 Allegato V parte III D.L. 152/06 e ss.mm.ii. salvo soglie più restrittive prescritte in sede di rilascio di autorizzazione). Come da relazione di cantierizzazione PRV\_C3A\_TS3\_7860, si stima una portata di dimensionamento dell'impianto pari a circa 50 l/s, considerando anche il contributo dell'acqua meteorica di prima pioggia.

L'impianto dovrà prevedere la possibilità di riutilizzo delle acque reflue di lavorazione per il loro reinserimento nel ciclo di produzione. L'acqua non riutilizzata per i cicli produttivi sarà scaricata, previa trattamento, nel fiume Dora Riparia.

Si precisa che la sezione di scarico delle acque trattate dovrà essere ubicata a valle del viadotto autostradale e non interesserà il complesso e pregiato sistema di habitat umidi e perfluviali presenti a monte del viadotto. In fase di progettazione esecutiva tale punto sarà localizzato, nel rispetto delle biocenosi presenti, anche in funzione del dinamismo al quale tali ambienti sono periodicamente soggetti e che possono variare negli anni a venire. Tale valutazione richiederà il coinvolgimento di uno specialista botanico.

Al fine di valutare l'efficienza del processo depurativo e la verifica del rispetto dei limiti di emissione, a monte dello scarico nel corpo idrico sarà previsto un pozzetto fiscale per il campionamento delle acque e successive analisi dei parametri chimico-fisici (pH, T, conducibilità, SS, metalli, idrocarburi ecc.). L'adozione di un sistema di monitoraggio

ambientale nelle sezioni del Fiume Dora, localizzate a monte e valle rispetto allo scarico, consentirà di valutare il trend evolutivo delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica.

Infine, un ulteriore aspetto da considerare è rappresentato dalle attività di realizzazione del ponte stradale provvisorio metallico di attraversamento del fiume Dora. Sebbene il ponte non presenti le fondazioni in alveo, occorrerà mettere in atto tutte le opportune azioni progettuali e cantieristiche per evitare fenomeni di intorbidimento e contaminazione del corpo idrico. In particolare, dovrà essere previsto un opportuno sistema di regimazione/trattamento delle acque meteoriche di dilavamento, provenienti dalle superfici potenzialmente contaminate (oltreché di prima pioggia), e da ulteriori connesse lavorazioni.

In relazione alle acque reflue civili, è previsto il convogliamento delle acque nere nella rete comunale mediante una tubazione DN 200 mm.

Per quanto concerne l'approvvigionamento idrico del cantiere per finalità industriali (impianto di valorizzazione, impianti di betonaggio e produzione vapore per prefabbricazione conci, aree esterne), il fabbisogno sarà garantito dal riutilizzo delle acque reflue trattate e da eventuali pozzi posti all'interno dell'area (in seguito anche dall'acquedotto di valle). Al fine di ridurre le portate massime emunte, sarà necessario poter disporre in cantiere di cisterne di accumulo di capacità tale da compensare le portate di picco.

Invece, l'approvvigionamento ad uso idropotabile sarà garantito dalla rete idrica.

## 6.2 Valutazione degli impatti

Dal punto di vista dell'impatto qualitativo, l'applicazione di un corretto ciclo di gestione delle acque, in fase di cantiere, consentirà di minimizzare il potenziale rischio di compromissione dello stato di qualità dei corpi idrici interessati dalle lavorazioni. In particolare, nelle aree del cantiere di "imbocco de La Maddalena" e "Industriale di Salbertrand", l'adozione di un appropriato trattamento depurativo delle acque reflue e di un idoneo sistema di monitoraggio ambientale, consentirà di dominare il processo di interazione con la risorsa, minimizzando l'entità dell'impatto in termini di alterazione chimico-fisica dei corpi idrici recettori.

Sulla base delle valutazioni di cui sopra, si ritiene che, in generale, i rischi di potenziale intorbidimento ed inquinamento della matrice acquosa, riconducibili alle previste attività di cantiere, possa essere mitigato dai previsti accorgimenti progettuali, dall'implementazione di un corretto sistema di gestione ambientale e dall'applicazione delle best practice disponibili.

In generale, nel nuovo scenario di cantierizzazione, come anche nel precedente, elementi di pressione qualitativa importanti risultano rappresentati dall'azione di dilavamento delle acque meteoriche, che saranno gestite con adeguati sistemi di regimazione e trattamento, al fine di evitare la potenziale diffusione di materiale solido e/o ulteriori sostanze inquinanti nel reticolo superficiale. Inoltre, occorrerà prevedere l'impermeabilizzazione e protezione delle eventuali aree in cui sono stoccate/manipolate sostanze pericolose, al fine di evitare la relativa dispersione accidentale al suolo e nel reticolo idrografico. Infine, in generale, eventuali ulteriori impatti attesi sullo stato quali-quantitativo delle acque superficiali potrebbero essere riconducibili ai seguenti elementi:

- eventi di malfunzionamento o rotture accidentali degli impianti di trattamento/depurazione;
- sversamenti accidentali nelle aree di lavorazione.

Per quanto concerne l'impatto quantitativo, ascrivibile agli scarichi delle acque reflue nei corpi idrici recettori (Fiume Dora Riparia) nonché agli eventuali prelievi per fini industriali, si

segnala che si massimizzerà, per quanto possibile, la strategia del riutilizzo dell'acqua reflua trattata per fini industriali, evitando in tal modo prelievi diretti della risorsa idrica e limitando le portate di scarico nei corpi recettori.

### **6.3 Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato**

In relazione alla componente in esame ed alla luce della configurazione cantieristica di variante sopra descritta, di seguito si descrivono i principali scostamenti, in termini di impatti ambientali attesi, rispetto allo scenario del Progetto Definitivo Approvato.

In particolare, per la componente idrico superficiale, lo scenario di variante comporta una delocalizzazione e distribuzione delle fonti di pressione ambientale che, nel quadro progettuale del "Progetto Definitivo Approvato", venivano concentrate nell'area di Susa (fiume Dora Riparia), interessando ivi il fiume Dora Riparia.

Alla luce del quadro progettuale di variante, descritto nel precedente paragrafo, in relazione al cantiere di imbocco de La Maddalena e all'area industriale di Salbertrand si registra un incremento della pressione ambientale rispetto al progetto definitivo approvato (lievemente anche per l'area di Colombera).

Nell'ambito della configurazione di variante, di seguito si analizzano gli scostamenti previsti nelle ulteriori aree più significative, coinvolte dal progetto.

#### Cantiere Clarea

Alla luce della nuova configurazione di cantierizzazione, il cantiere Clarea dedicato, nell'ambito del progetto definitivo approvato, alla costruzione dell'imbocco del condotto di ventilazione di Clarea, non sarà più presente; pertanto, le pressioni sullo stato qualitativo del Torrente Clarea, individuate nell'ambito del progetto definitivo approvato, non risultano più insistenti (scenario migliorativo).

#### Cantiere dell'imbocco est del tunnel di base

L'area di cantiere sarà funzionale alla realizzazione della galleria artificiale e all'ultimo tratto del tunnel di base, con un ridimensionamento degli impatti ascritti, nell'ambito del progetto definitivo approvato, alla gestione delle acque di drenaggio in uscita dall'imbocco est della galleria (nel nuovo scenario tali acque saranno captate e, tramite sollevamento, inviate all'area di imbocco de La Maddalena).

#### Piana di Susa

A seguito della delocalizzazione degli impianti di prefabbricazione conci e trattamento/valorizzazione del materiale di scavo nell'area industriale di Salbertrand, si prevede nella Piano di Susa un ridimensionamento del livello di pressione ambientale imputabile alla gestione delle relative acque reflue di drenaggio e di lavorazione, generate dalle attività precedentemente descritte, ivi non più presenti.

#### Interconnessione e area Bussoleno

In corrispondenza del cantiere del Tunnel di Interconnessione Ovest e dell'area Bussoleno, per la componente in esame non si evidenziano scostamenti, rispetto al progetto definitivo approvato, in termini di fonti di pressione ambientale.

#### Siti di Caprie e Torrazza

In relazione ai siti di deposito, non si prevedono variazioni di pressione ambientale sulla componente.

Alla luce di quanto sopra si riporta di seguito un prospetto generale descrittivo delle differenze di impatto di impatto previste nello scenario di variante rispetto al quadro del progetto definitivo approvato.

#### Cavidotto

Il tracciato di variante della linea primaria AT 132 kV, basato sul passaggio dei cavi nel Tunnel di Base, comporta, rispetto al progetto definitivo approvato, una minore interferenza con il territorio, con un riflesso positivo sulla componente.

In conclusione, relativamente alla componente acque superficiali, lo scenario di cantierizzazione della variante evidenzia un quadro lievemente migliorativo rispetto a quanto previsto dal progetto definitivo approvato.

FASE DI CANTIERE										
Componente in analisi	Salbertrand	Colombera	Maddalena	Piana di Susa			Clarea	Sito di Caprie	Sito di Torrazza P.te	Cavidotto
				Zona Imbocco Est TdB	Area Tecnica di Susa	Interconnessione e area Bussoleno				
ACQUE SUPERFICIALI										
Occupazione suolo	-3	-1	-3	0	0	0	+3	0	0	+3
Tempo occupazione	-2	-1	-2	+2	+2	0	+3	0	0	+2
Lavorazioni significative per gli impatti <sup>6</sup>	-2	-1	-2	+2	+2	0	+3	0	0	+1
Movimentazione materiale	-2	0	-2	0	+2	0	+3	0	0	+2
Flusso mezzi emissivi	-1	-1	-1	0	+2	0	+3	0	0	+1

Scala di variazione degli impatti ambientali rispetto allo scenario di progetto definitivo approvato	
-3	Variazione peggiorativa
-2	Variazione moderatamente peggiorativa
-1	Variazione lievemente peggiorativa
0	Nessuna variazione/nessun impatto sulla componente
+1	Variazione lievemente migliorativa
+2	Variazione moderatamente migliorativa
+3	Variazione migliorativa

Tabella 10 – Matrice degli impatti: componente acque superficiali

<sup>6</sup> Lavorazioni significative per gli impatti: preparazione area, scavi in terreno, scavi in roccia, riporti, posa in opera prefabbricati, funzionamento impianti di cantiere

## 7. Pressioni e impatti: ATMOSFERA

### 7.1 Individuazione degli impatti

L'approvazione del Progetto Definitivo della tratta nel territorio italiano da parte del CIPE (Delibera 19/2015) prevede una serie di prescrizioni da ottemperare in fase di progettazione esecutiva.

Fa eccezione la prescrizione n. 235 “Studio di un’ottimizzazione della cantierizzazione – *In sede di progettazione esecutiva dovrà essere studiata una localizzazione alternativa dei cantieri in funzione delle esigenze di sicurezza delle persone e nel rispetto delle esigenze operative dei lavori, così come espresso nel parere del Comune di Susa depositato nella seduta di CdS del 10 marzo 2014. Tale studio dovrà valutare e quantificare anche il costo conseguente alla qualificazione dei suddetti cantieri quali siti d’interesse strategico. Laddove, in esito allo studio, dovesse essere accertata la migliore rispondenza, alle esigenze di sicurezza sopra menzionate, di siti alternativi a quelli previsti nel progetto definitivo, l’approvazione degli stessi avverrà nell’ambito delle procedure delineate dall’art. 169 D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.*”

Al fine di ottemperare a questa prescrizione, è stato realizzato da TELT uno specifico studio di sicurezza della cantierizzazione per verificare i margini di miglioramento sotto il profilo della sicurezza nel mantenimento della fattibilità tecnica, economica ed ambientale.

Nei paragrafi seguenti sono dunque presentate le risultanze dell’analisi condotta per la valutazione dell’impatto sulla qualità dell’aria delle attività di cantierizzazione della nuova linea ferroviaria Torino-Lione (NLTL).

La costruzione della linea, per la maggior parte in sotterraneo, produrrà una cospicua quantità di materiale di scavo, che si prevede di riutilizzare in massima parte nel progetto, portando a risulta solo i volumi destinati a deposito, a seguito del passaggio nell’impianto di valorizzazione, e l’eventuale surplus non riutilizzato sui cantieri. Lo scenario di trasporto descritto per il materiale destinato ai siti di Caprie e Torrazza Piemonte è il trasporto via ferrovia mentre per la movimentazione del materiale internamente al cantiere e all’interno dei tunnel di scavo è previsto l’uso di nastri trasportatori chiusi.

Le aree di cantiere considerate per la realizzazione delle opere sono:

- Area Industriale di Salbertrand, in cui avverrà la valorizzazione dello marino proveniente dall’Area di imbocco di Maddalena, lo stoccaggio dell’inerte valorizzato per il fabbisogno previsto sui vari cantieri, la prefabbricazione e stoccaggio provvisorio dei conci della TBM, il processo di caricamento su treno dello marino da inviare ai siti di Caprie e Torrazza Piemonte ed il caricamento su camion del materiale idoneo ad essere riutilizzato per i rilevati;
- Area di lavoro di Susa Autoporto che sarà interessata dalle attività di realizzazione delle opere a cielo aperto quali la Stazione Internazionale ed i rilevati finalizzati all’esercizio della NLTL;
- Cantiere “Imbocco Est Tunnel di Base” che sarà adibito alla costruzione della galleria artificiale di imbocco ed alle attività di finiture del tunnel;
- Cantiere “Imbocco Est Tunnel di Interconnessione” e “Innesto Bussoleno” per la realizzazione delle opere di imbocco del Tunnel di Interconnessione e di innesto tra la Linea Nuova e la Linea Storica ferroviaria Torino-Bardonecchia e dei ponti sulla Dora;

- Cantiere “Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione” finalizzato alla costruzione delle gallerie dell'Interconnessione e svolgerà funzione di supporto per la realizzazione delle opere a cielo aperto per l'innesto della Nuova Linea con la Linea Storica ferroviaria a Bussoleno;
- Cantiere di imbocco della Maddalena, che partendo dalla sua attuale configurazione, verrà ampliato ed integrato per supportare le attività per lo scavo, l'evacuazione dello marino ed il rivestimento dei vari tunnel e dell'area di sicurezza in sotterraneo, sarà utilizzato per eseguire i lavori sotterranei per la realizzazione delle gallerie di connessione 1 e 2, la galleria di Maddalena 2, il sito sotterraneo di sicurezza e la galleria pari e dispari del Tunnel di Base.

Nella stima dell'impatto sulla componente atmosfera grande attenzione è stata prestata alle emissioni prodotte: ciò in virtù delle modifiche riguardanti la diversa ubicazione dei cantieri e delle funzioni ad essi legate in relazione alla nuova configurazione di cantierizzazione, prevedendo il trasporto su gomma dei materiali attraverso l'autostrada A32.

Per quanto concerne i flussi dei trasporti e la logica dei collegamenti, lo scenario previsto presuppone lo scavo del Tunnel di Base dall'Area di imbocco di Maddalena ed il trasporto del materiale scavato via gomma verso l'Area Industriale di Salbertrand, dove è prevista la valorizzazione ed il caricamento su treno. Già lo scenario di progetto definitivo approvato prevedeva che il cantiere di Maddalena operasse con collegamento verso valle, dove giungevano i materiali da costruzione e dove era diretto il materiale di scavo. Anche in questa fase progettuale come da cronoprogramma dei lavori, è prevista la realizzazione del nuovo svincolo di Chiomonte prima dell'inizio dei lavori consentendo quindi l'accesso al cantiere direttamente dall'autostrada A32. Questa opera, che sarà funzionale alla fase di costruzione, sarà costituita da una pista di uscita dalla carreggiata in direzione Fréjus ed una di ingresso sulla carreggiata in direzione Torino.

Sono state inoltre incluse le emissioni stimate per il trasporto delle maestranze da e verso le aree di cantiere.

L'estensione dell'area interessata dai lavori e la varietà delle sorgenti considerate ha orientato l'impostazione dell'analisi dell'impatto atmosferico verso uno studio a carattere di scenario, in cui potessero essere valutati complessivamente gli effetti delle attività, che si svolgeranno contemporaneamente, sulla qualità dell'aria locale.

Sostanzialmente l'aspetto più rilevante è rappresentato dallo spostamento della maggior parte delle azioni di progetto previste nella Piana di Susa in altre due zone più confinate: quella che ospita l'attuale cantiere per la realizzazione del cunicolo esplorativo de La Maddalena, che sarà opportunamente ampliato ed integrato, e quella prossima alla stazione di Salbertrand per le operazioni di prefabbricazione conci, valorizzazione, stoccaggio e per il caricamento del materiale di scavo destinato, via treno, ai due siti di Caprie e Torrazza Piemonte.

Sono stati pertanto presi in considerazione due scenari di estensione annuale, denominati ANNO 5 e ANNO 7, con riferimento al cronoprogramma di avanzamento delle attività (Rif. PRV\_C30\_TS3\_0087). Gli anni individuati sono stati scelti per evidenziare l'attività di tutte le aree interessate dal progetto con l'attenzione di includere gli anni di massima lavorazione e le diverse metodologie di scavo adottate per il Tunnel di Base (metodo tradizionale D&B e metodo meccanizzato con TBM). Questi scenari non vanno pertanto considerati come rappresentativi dell'impatto medio durante la cantierizzazione, ma, piuttosto, delle condizioni più critiche che si potranno verificare, al fine di valutare la possibilità di superamenti dei valori limite della qualità dell'aria (D. Lgs. 155/2010).

Le simulazioni sono state condotte con un sistema modellistico tridimensionale su base annuale, costituito dai codici meteorologici Swift (per la ricostruzione dei campi di vento e temperatura su terreno complesso), Surfpro (per la ricostruzione dei campi di turbolenza) e dal codice di dispersione Lagrangiano a particelle Spray.

## 7.2 Valutazione degli impatti

La variante al progetto va ad interessare una parte di territorio della Val di Susa, compreso tra Maddalena e Salbertrand, non compreso nei domini utilizzati nello studio di impatto già realizzato per il progetto definitivo approvato. Per la valutazione delle ricadute sulla qualità dell'aria della variante proposta è stato pertanto necessario procedere non solo ad una nuova stima delle emissioni associate al progetto ma ad una ridefinizione dei domini di studio, con una nuova ricostruzione dei campi meteorologici richiesti per l'alimentazione del modello di dispersione atmosferica.

Come già sviluppato nello studio del progetto definitivo approvato, i dati meteorologici di partenza e i campi necessari alla caratterizzazione del fondo ambientale sono stati forniti da Arpa Piemonte.

La valutazione degli impatti sulla componente atmosfera è stata guidata da due esigenze principali: agevolare il confronto con l'impatto previsto nell'ambito del progetto definitivo approvato e aggiornare la caratterizzazione dello stato della qualità dell'aria.

Riguardo al primo aspetto, una particolare attenzione è stata prestata nel mantenere l'intera impostazione metodologica dello studio sia nella parte di stima delle emissioni sia in quella di applicazione del modello di dispersione e nel non modificare, laddove possibile, la scelta dei parametri di configurazione delle simulazioni. Le scelte operate sono comunque descritte nuovamente nei paragrafi successivi per favorire l'interpretazione dei risultati dello studio di impatto atmosferico.

Riguardo al secondo aspetto, l'anno considerato per la caratterizzazione del fondo ambientale è il 2010: esso costituisce un buon compromesso tra la possibilità di disporre di un database meteorologico di partenza ad elevata risoluzione (il 2010 è l'anno più recente tra quelli ricostruiti alla risoluzione orizzontale di 1 km da Arpa Piemonte) e una descrizione più aggiornata dello stato di fondo della qualità dell'aria, come verrà più approfonditamente discusso nel paragrafo 7.2.2.

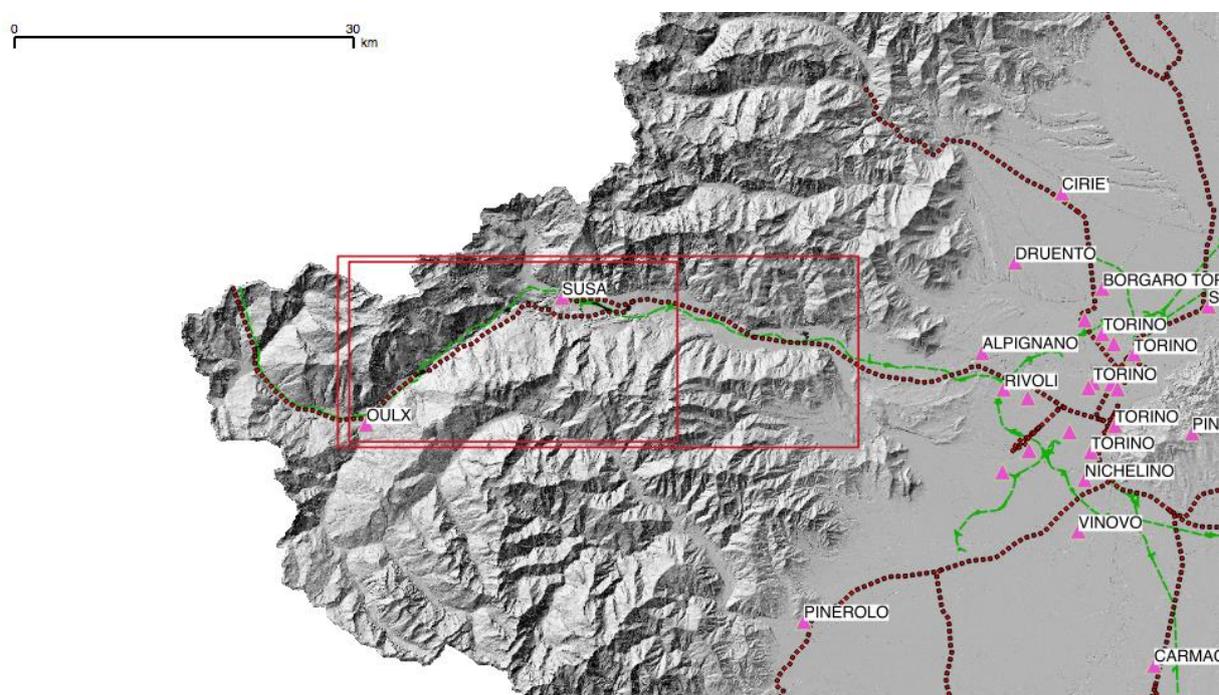
### 7.2.1 Inquadramento geografico

Nella variante al progetto definitivo della Nuova Linea Torino – Lione (NLTL) è previsto che lo scavo della galleria che congiungerà la Piana di Susa con il territorio francese (Tunnel di Base) avvenga con accesso dal cantiere della Maddalena e che il cantiere industriale per la valorizzazione del materiale e la produzione dei concetti sia trasferito a Salbertrand, mentre le attività di realizzazione della connessione alla linea storica attraverso il Tunnel di Interconnessione tra Susa e Bussoleno saranno posticipate. Per procedere alla valutazione dell'impatto ambientale dei cantieri della NLTL in variante è stato necessario considerare un dominio più esteso verso ovest, in modo da comprendere tutte le aree interessate da attività, inclusi i siti di deposito temporaneo dei suoli lavorati e le infrastrutture, stradali o ferroviarie, di collegamento di queste aree con quelle di cantierizzazione. La variante non interessa i siti di Caprie e Torrazza Piemonte, per i quali non sono previste modifiche significative: queste aree non sono state quindi incluse nello studio nel seguito presentato, assumendo valida l'analisi già realizzata nello studio di accompagnamento al progetto definitivo approvato.

L'area di indagine principale è pertanto rappresentata dalla parte intermedia della Val di Susa, che si estende approssimativamente da Bussoleno a Oulx (mostrato nella figura seguente).

Dal punto di vista orografico, il dominio della Val di Susa presenta dislivelli notevoli, con una quota minima di 350 m e una massima di circa 3000 m.

L'area di studio segue il bacino idrografico della Dora Riparia. A est, la Valle di Susa si apre verso la pianura che conduce alla città di Torino. A ovest, si riconosce l'imbocco della Val Cenischia che conduce a Nord al Colle del Moncenisio. Subito dopo Susa, l'asse principale della Val di Susa si inclina in direzione sud-ovest. La cantierizzazione dell'opera interessa un territorio a notevole complessità topografica, con presenza di caratteristiche brezze monte-valle che motivano l'impiego di un modello tridimensionale per la descrizione della dispersione degli inquinanti in atmosfera, con una trattazione non stazionaria dei processi di dispersione.



**Figura 20** – Localizzazione dei domini di indagine utilizzati per la ricostruzione dei campi meteorologici e per lo studio di dispersione (sfondo cartografico WMS Regione Piemonte). Sono indicate le reti ferroviarie ed autostradali esistenti (in rosso e verde) e le centraline di monitoraggio della qualità dell'aria della rete gestita da Arpa Piemonte (triangoli rosa)

Nella tabella seguente sono presentati i parametri caratterizzanti la griglia definita per il calcolo dei campi meteorologici tridimensionali:

Coordinate X,Y punto SW (UTM32-WGS84)	337.0, 4992.0
dimensione in x (m)	36000
dimensione in y (m)	12000
n. punti (orizz. X vert.)	73x25
risoluzione orizzontale in x e y (m)	500

**Tabella 11** – Caratteristiche generali della griglia di calcolo target dei campi meteorologici

Per poter gestire in maniera efficace il calcolo della dispersione degli inquinanti, all'interno del dominio utilizzato per la ricostruzione meteorologica è stato definito un sottodominio di dimensione ridotta in cui sono dislocati tutti i cantieri operativi e i siti di deposito temporaneo previsti nella variante di progetto qui considerata. Il dominio è attraversato dall'Autostrada A32 lungo la quale è previsto principalmente il movimento di mezzi adibiti al trasporto dei materiali e delle maestranze, mentre il trasporto dello marino verso i siti di definitivi avverrà su ferro con motrici elettriche, con impatto trascurabile sulla qualità dell'aria.

Le caratteristiche generali del dominio in cui sono state condotte le simulazioni di dispersione sono:

Dominio Esteso	
Coordinate X,Y punto SW (UTM32-WGS84)	328.0, 4987.5
dimensione in x (m)	29000
dimensione in y (m)	16000
n. punti (orizz. X vert.)	117x65
risoluzione orizzontale in x e y (m)	250

*Tabella 12 – Caratteristiche generali della griglia di calcolo delle simulazioni di dispersione*

Le concentrazioni di inquinanti sono state calcolate su un grigliato di 250 metri di risoluzione orizzontale.

### **7.2.2 Stima delle emissioni**

#### **Metodologia di stima delle emissioni**

Per l'analisi degli impatti della fase di cantierizzazione sono stati considerati gli inquinanti **NO<sub>x</sub>**, **PM<sub>10</sub>** e **PM<sub>2,5</sub>** perché sono gli inquinanti con le emissioni più elevate per questo tipo di attività inoltre, nel caso specifico, sono gli inquinanti le cui concentrazioni di fondo preesistenti alla cantierizzazione dell'opera sono inferiori ai valori limite ma prossime ad essi.

La metodologia di stima delle emissioni dalle fasi di cantiere è ripresa dal *Road Construction Emission Model*, sviluppato dal Sacramento Metropolitan Air Quality Management District e aggiornato a maggio 2016 (versione 8.1 - <http://www.airquality.org/>). Questo modello prevede la stima di due tipi di emissione:

- *esauste*, prodotte dalla combustione nei **motori dei mezzi in attività nell'area** (camion di movimentazione terra alimentati a gasolio e macchine da cantiere) e dall'accesso all'area dei mezzi privati del personale impiegato nei cantieri;
- per il PM<sub>10</sub> ed il PM<sub>2,5</sub>, *risollevamento* di **polveri generate dai lavori** e depositate sulla superficie di cantiere.

Lo schema riportato in Figura 21 aiuta a chiarire la differenza tra emissioni esauste e fuggitive: le prime riguardano gli inquinanti NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> e sono calcolate in maniera disaggregata, cioè, per ciascun tipo di mezzo o macchinario, mediante prodotto degli specifici fattori di emissione per le attività (numero di mezzi, lunghezze dei percorsi, ecc.); le seconde riguardano gli inquinanti PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> e sono calcolate come prodotto di un fattore di emissione aggregato di cantiere per le dimensioni dello stesso, non è possibile quindi separare i diversi contributi.

La valutazione delle emissioni esauste dell'attività di movimentazione materiali viene effettuata sulla base **del numero e della lunghezza dei viaggi dei mezzi di trasporto**

**materiali**; questi ultimi sono intesi come materiali da costruzione in ingresso nel cantiere e materiali scavati in uscita dal cantiere per essere valorizzati.

Le emissioni delle macchine da cantiere dipendono invece **dal tipo e dalla durata dell'attività**, oltre che **dall'estensione del cantiere**.

Il contributo emissivo dei veicoli privati in accesso al cantiere, di minore entità rispetto agli altri, è stimato in base al numero di persone impiegate nel cantiere e alla lunghezza media del tragitto casa-lavoro del personale.

La stima delle emissioni da risollevaramento utilizza il dato di **superficie massima coinvolta giornalmente dalle attività di cantiere**.

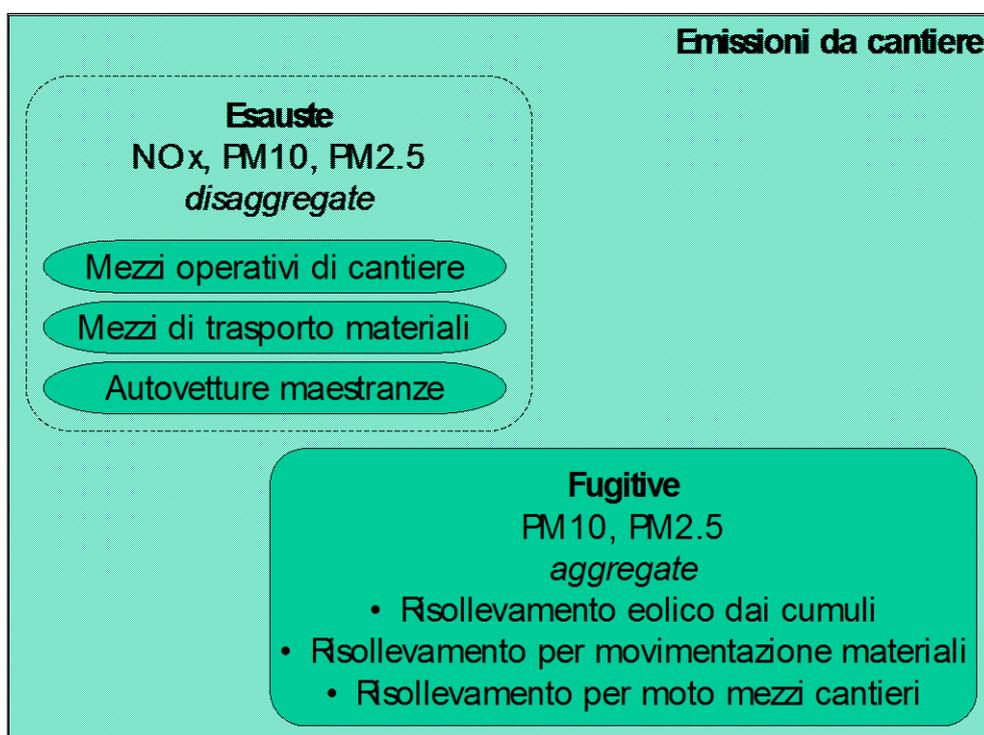


Figura 21 – Schema tipologia emissioni calcolate

Per questa stima delle emissioni sono inoltre state consultate le “Linee guida per il monitoraggio dell’atmosfera nei cantieri di grandi opere” redatte da Italferr e presentate al Ministero dell’ambiente, attualmente impegnato a compilare e promulgare analoghe linee guida nazionali.

Per le emissioni delle polveri fuggitive il modello di emissione è stato integrato anche dalla stima delle emissioni derivanti dal deposito del materiale in cumuli secondo quanto previsto dalla metodologia dell’Environmental Protection Agency (AP 42, 13.2.4 Aggregate Handling and Storage Piles) al fine di non trascurare alcuna sorgente di emissione dovuta a questa fase delle attività di cantiere. Tale metodologia offre una stima delle emissioni causate dalla gestione del materiale in cumuli la cui quantificazione è dipendente anche dalla velocità media del vento presente nel sito. L’emissione calcolata non tiene invece conto dell’erosione eolica di cumuli di stoccaggio non movimentati ma è stato deciso di non integrare la stima delle emissioni con un ulteriore fattore in quanto i cumuli verranno coperti nei periodi in cui non è prevista alcuna movimentazione. Secondo quanto descritto nella metodologia

dell'Environmental Protection Agency (AP 42, 13.2.5 Industrial Wind Erosion) l'erosione eolica di materiali non movimentati è in ogni caso una sorgente di polveri fuggitive largamente inferiore rispetto alle attività di cantiere.

Le emissioni vengono valutate per diverse fasi dell'attività di cantiere secondo il cronoprogramma di progetto.

Il calcolo può essere effettuato a due livelli di dettaglio: il primo livello, richiede un limitato numero di dati in ingresso, di tipo aggregato:

- **lunghezza e area complessiva del cantiere**
- **numero e lunghezza dei viaggi giornalieri di movimentazione materiali**
- **superficie massima giornaliera di cantiere**
- **database di fattori di emissione da utilizzare**
- **anno di inizio lavori e durata**

Mentre il secondo livello, utilizzato in questo studio, prevede che si specifichino con maggiore precisione alcune o tutte le caratteristiche particolari del cantiere in esame (dal numero e tipologia dei mezzi attivi fino ai fattori di emissione specifici di tali mezzi).

### **Parametri di input generali**

I dati di input derivano dalle relazioni di cantierizzazione. Tra tali dati, alcuni sono generali e comuni a tutti i cantieri, altri specifici per ogni cantiere.

Nello specifico dei parametri generali, l'**anno di riferimento**, considerato solo ed esclusivamente ai fini del calcolo delle emissioni, è il 2020 poiché il riferimento a questo anno permette di tenere conto dell'utilizzo di mezzi Diesel di categoria Euro VI per il trasporto del marino, in linea con le categorie del software ufficiale europeo COPERT 4 e di essere coerenti con le emissioni associate allo Stage IIIA della direttiva 2004/26/EC e gli standard di emissione "U.S. EPA Tier 4".

Per quanto riguarda i veicoli pesanti utilizzati nel trasporto stradale e delle maestranze, gli standard Euro VI abbassano i limiti delle emissioni di PM del 67% rispetto agli standard Euro V e IV (COPERT 4). Studi condotti da enti indipendenti (*ICCT, 2015, BRIEFING-Accelerating progress from Euro 4/IV to Euro 6/VI vehicle emissions standards*) dimostrano inoltre che, se gli standard normativi dichiarano una riduzione delle emissioni dei NO<sub>x</sub> del 77% rispetto gli Euro V e dell'89% rispetto gli Euro IV, secondo avanzati test sui reali cicli di guida l'effettiva riduzione dei NO<sub>x</sub> del 95% rispetto agli Euro V (*Muncrief R. (2015). Euro IV, V, VI: Real World Off-Cycle NO<sub>x</sub> Emissions Comparison. The International Council on Clean Transportation. Retrieved from <http://theicct.org/comparing-real-world-nox-euro-iv-v-vi-mar2015>*).

Per i veicoli "off-road" (macchinari da cantiere e da scavo) gli standard Tier 4 introducono sostanziali riduzioni delle emissioni di NO<sub>x</sub> (per motori superiori a 56kW, categoria in cui rientrano tutti i mezzi considerati nel presente studio) e di polveri (per motori oltre i 19 kW).

La prescrizione 30 della delibera CIPE 19/2015 prescrive di aggiornare il progetto introducendo mezzi d'opera omologati rispetto alle migliori tecnologie possibili relativamente alle componenti emissioni in atmosfera e rumore; in linea con tale richiesta sono stati inseriti gli standard EURO VI entrati in vigore nel 2014 e obbligatori a partire dall'1 settembre 2015 e i Tier 4 statunitensi, per le macchine da cantiere, entrati gradualmente in vigore tra il 2008 e il 2015.

Dopo un'attenta analisi del cronoprogramma (Rif. PRV\_C30\_TS3\_0087), si è deciso di focalizzare lo studio sugli anni 5 e 7 al fine di rappresentare nello studio sia le diverse fasi di scavo del Tunnel di Base sia le diverse aree in attività.

Nell'anno 5 risultano in attività i cantieri:

- “Innesto di Bussoleno” e “Imbocco Est Tunnel di Interconnessione” per la realizzazione del ponte sulla Dora Ovest e dell'innesto ferroviario dell'imbocco;
- “Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione” in cui sono realizzate opere d'imbocco, lo scavo con metodo D&B del binario dispari e pari della galleria di Interconnessione, attività di supporto per i cantieri “Imbocco Est Tunnel di Interconnessione”, “Innesto di Bussoleno” e per l'Area di lavoro di Susa, oltre a ricevere il materiale di scavo del tunnel;
- Area di lavoro di Susa per la realizzazione dei rilevati della nuova linea ferroviaria e della Stazione Internazionale;
- Area di imbocco di Maddalena per la ricezione dei materiali provenienti dai differenti fronti di scavo in sotterraneo della galleria pari e dispari del TdB (con metodologia di scavo tradizionale e meccanizzato) e del sito sotterraneo di sicurezza;
- Area industriale di Salbertrand a supporto per le attività di costruzione delle opere in sotterraneo e delle opere a cielo aperto, nella fattispecie per la logistica, la valorizzazione dei materiali di scavo, per la prefabbricazione dei conci e il caricamento su treno dello marino verso i siti di Caprie e Torrazza Piemonte.

Nell'anno 7 è concluso lo scavo del Tunnel di Interconnessione mentre sono attivi tutti gli altri fronti di scavo, quali lo scavo in sotterraneo della galleria pari e dispari del Tunnel di Base mediante scavo meccanizzato e del sito sotterraneo di sicurezza. Inoltre il cantiere “Imbocco Est Tunnel di Base” sarà operativo per la realizzazione della galleria artificiale di Imbocco, necessaria poi per le operazioni di smontaggio delle due frese.

Il modello di emissione fornisce in output i valori di emissione dei cantieri in due forme: complessive per tutta la durata delle attività e massime giornaliere. Per i nostri scopi (alimentare cioè il modello di dispersione) solo il valore di emissione giornaliera è utilizzato.

### **Parametri di input specifici**

I parametri specifici, relativi a ciascun cantiere, sono riportati in Tabella 13.

In particolare, nella seconda e terza colonna sono espresse e suddivise per cantiere:

- l' “area della superficie complessiva dei cantieri”;
- l' “area massima interferita dalle attività di cantiere in un giorno”, cioè una stima della frazione di superficie effettivamente emittente perché interessata dalla lavorazione o dal carico dei materiali e dalla presenza o passaggio di mezzi. Essa serve per determinare le emissioni delle polveri fuggitive espresse in kg/giorno.

I cantieri di Salbertrand e l'Area di lavoro di Susa sono stati considerati in attività per 16 ore al giorno (dalle 6 alle 22), mentre tutti gli altri per 24 ore al giorno.

Tutti i cantieri sono stati calcolati attivi per 7 giorni alla settimana e 12 mesi all'anno.

L'area massima giornaliera interferita dalle attività è stata ipotizzata tenendo conto dei diversi gradi di attività e mantenendo comunque un approccio molto cautelativo.

Cantiere	Area complessiva del cantiere (m <sup>2</sup> )	Area massima interessata dalle attività di cantiere al giorno (m <sup>2</sup> )
Area di imbocco di Maddalena	116'000	20'000
Imbocco Est Tunnel di Base	50'000	10'000
Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione	100'000	15'000
Area di lavoro di Susa	130'000	20'000
Innesto Bussoleno e Imbocco Est Tunnel di Interconnessione	97'000	10'000
Area Industriale di Salbertrand	124'000	20'000

*Tabella 13 – Aree dei cantieri nel Progetto di Variante*

Ad eccezione dell'area di imbocco Maddalena, la cui area viene ampliata di 10.000 m<sup>2</sup>, e l'area industriale di Salbertrand, non presente in precedenza., le altre aree interessate dai lavori si mantengono uguali rispetto al progetto definitivo approvato (PD2\_C3C\_TS3\_0057). In particolare, facendo riferimento all'area di lavoro di Susa, si osserva che, nonostante la diminuzione di attività complessiva prevista nel nuovo scenario di variante in tale settore, l'area massima interferita è stata mantenuta la medesima in quanto negli anni considerati dalle simulazioni è previsto il picco di traffico di mezzi pesanti per il trasporto dei materiali in transito attraverso il cantiere; ciò premette di prendere in conto nelle simulazioni la nuova logistica di variante.

### **Emissioni connesse al trasporto su gomma**

Il progetto prevede il trasporto su gomma per i materiali (quali approvvigionamento conci, inerti, materiale da costruzione e marino) e le maestranze. In entrambi i casi, in linea con quanto prescritto dagli Enti e svolto nel progetto definitivo approvato e allo scopo di minimizzare l'impatto sulla qualità dell'aria, saranno utilizzati mezzi idonei nuovi, omologati al rispetto dei più aggiornati standard emissivi che attualmente sono quelli imposti dalla normativa Euro VI.

I fattori di emissione utilizzati fanno riferimento alla metodologia COPERT 4, che costituisce il riferimento ufficiale per molti paesi dell'Unione Europea tra cui l'Italia.

Lo schema di valorizzazione del marino prevede che la maggior parte del materiale sarà trasportato da e per il cantiere di Salbertrand, scelto come sito principale adibito a:

- smistamento e valorizzazione dei materiali di scavo provenienti dalla Maddalena;
- raccolta dei materiali non ulteriormente valorizzabili e caricamento su treno verso i siti di Caprie e Torrazza Piemonte;
- prefabbricazione conci.

Le altre aree fungeranno prevalentemente da origine o destinazione dei materiali per o da Salbertrand. L'approvvigionamento dei materiali da costruzione verso le aree di utilizzo proverrà dalla Bassa Valle.

Le emissioni dovute al trasporto dei materiali verso le aree di cantiere sono state associate alla viabilità tenendo conto delle infrastrutture utilizzate secondo quanto riportato in Tabella 14 e del numero di camion al giorno circolanti secondo quanto riportato in Tabella 15.

Considerando che il traffico sulla A32 nel 2016 è stato di circa 3,5 mln veicoli tra leggeri e pesanti (casello di Salbertrand, dati sito Sitaf) e che il traffico massimo provocato dal cantiere

sarà di circa 350 camion/dì in una direzione, pari a circa 220.000 camion all'anno, l'incremento massimo di traffico previsto sulla A32 è valutabile in +6,3%.

Per quanto riguarda le maestranze, il progetto prevede che i lavoratori operanti nel cantiere dell'Area di imbocco di Maddalena, per le attività di scavo del TdB, dell'area di sicurezza di Clarea e degli altri fronti accessori, siano trasportati con autobus fino all'Area di lavoro di Colombera e poi ripartiti sull'Area di imbocco di Maddalena mediante mini-bus. Solo per ragioni di cautela, in quanto sarà privilegiato l'arruolamento di forza lavoro locale, come tratta percorsa dagli autobus è stata considerata l'intera lunghezza dell'autostrada A32 a partire dal confine del dominio di calcolo; il mezzo privato verrà invece usato per raggiungere Salbertrand, tramite autostrada e viabilità locale, e gli altri cantieri, che verranno raggiunti tramite percorsi su viabilità locale.

Tratta	Viabilità interessata	Tratta	Finalità del trasporto
1	Autostrada A32 Torino-Bardonecchia	Tratta autostradale ad Est dello svincolo di uscita Susa Autoporto	Approvvigionamento cemento per tutti i cantieri Approvvigionamento acciaio per tutti i cantieri Maestranze per cantiere Area di imbocco di Maddalena
2	Autostrada A32 Torino-Bardonecchia	Tra svincolo di Susa Autoporto e svincolo di Chiomonte	Approvvigionamento cemento per cantieri di Maddalena e Salbertrand Approvvigionamento aggregati per cantieri Maddalena, Imbocco ovest TdI, Piana di Susa - Bussoleno Approvvigionamento acciaio per cantieri di Maddalena e Salbertrand Trasporto conci per cantiere di Maddalena Trasporto marino dai cantieri Imbocco ovest TdI, Maddalena Maestranze per cantiere di Maddalena
3	Autostrada A32 Torino-Bardonecchia	Tra svincolo di Chiomonte e svincolo di Salbertrand	Approvvigionamento cemento per cantiere di Salbertrand Approvvigionamento aggregati per cantieri di Maddalena, “Imbocco ovest TdI”, Piana di Susa - Bussoleno Approvvigionamento acciaio per cantiere di Salbertrand Trasporto conci per cantiere di Maddalena Trasporto marino dai cantieri “Imbocco ovest TdI” e Maddalena
4	viabilità interna al cantiere	Tra svincolo di Susa Autoporto e cantiere “Imbocco ovest TdI”	Approvvigionamento cemento per cantiere “Imbocco ovest TdI” Approvvigionamento aggregati per cantiere “Imbocco ovest TdI” Approvvigionamento acciaio per cantiere “Imbocco ovest TdI” Trasporto marino dal cantiere “Imbocco ovest TdI”
5	Strada Statale SS24	Tra svincolo di Susa Autoporto e cantiere “Innesto Bussoleno”	Approvvigionamento acciaio per il cantiere di Bussoleno
6	viabilità interna al cantiere	Tra svincolo di Susa Autoporto e cantiere “Imbocco Est TdB”	Approvvigionamento cemento e acciaio per cantiere “Imbocco Est TdB” Approvvigionamento aggregati per cantiere “Imbocco Est TdB” Trasporto marino verso A.I. Salbertrand

**Tabella 14** – Tratte caratteristiche per la valutazione dei flussi veicolari

Camion medi giornalieri per destinazione e materiale trasportato		Anno 5	Anno 7
	Marino da Interconnessione a Salbertrand	7	0
	Marino da Maddalena a sito di Salbertrand	203	197
	Inerti per cls_Maddalena da Salbertrand	29	21
	Inerti per cls_Interconnessione da Salbertrand	44	0
	Trasporto Conci a Maddalena da Salbertrand	8	10
	Cemento per cls_Maddalena (esclusa aliquota per conci)	6,5	5
	Cemento per conci a Salbertrand	5	6
	Cemento per cls_Interconnessione	10	0
	Cemento per cls_Piana Susa-Bussoleno	1	0
	Acciaio per cls_Maddalena	2	1,5
	Acciaio per conci a Salbertrand	1,5	1,5
	Acciaio per cls_Interconnessione	3	0
	Acciaio per cls_Piana Susa-Bussoleno	1	0
Bussoleno	Calcestruzzi	3,5	0,5
	Acciaio	1	0,2
TdB_Est Imbocco	Trasporto marino a Salbertrand	0	8
	Trasporto Inerti all'imbocco	0	8
	Trasporto cemento all'imbocco	0	2
	Trasporto acciaio all'imbocco	0	1
Susa	Trasporto per rilevati da Salbertrand a Susa	17,5	11
	Trasp.surplus inerte da Salbertrand a interc. ovest	0	17,5
	Inerti per CIs Piana Susa-Bussoleno	17	10

**Tabella 15** – Flussi veicolari medi giornalieri, dettagliati per area di destinazione e per materiale trasportato

Viaggi al giorno per trasporto maestranze	Anno 5	Anno 7
Autobus verso Area di Lavoro di Colombera	8	8
Mini-bus per smistamento lavoratori da Area di lavoro di Colombera verso interno Area di imbocco di Maddalena	18	18

**Tabella 16** – Flussi veicolari medi annuali, espressi come veicoli giornalieri, per trasporto collettivo e smistamento maestranze

Sulla base dei flussi veicolari di cui sopra sono state calcolate le emissioni associate alle tratte interessate dal trasporto stradale dei materiali di cantiere e di scavo. In Tabella 17 vengono riportate le emissioni relative agli anni 5 e 7.

Tipologia di mezzi e trasporti	ANNO 5		ANNO 7	
		Kg/giorno		Kg/giorno
Mezzi pesanti per il trasporto di marino, inerti, materiali e conci	NO <sub>x</sub>	2.9	NO <sub>x</sub>	4.6
	PM <sub>10</sub>	1.3	PM <sub>10</sub>	2.1
	PM <sub>2,5</sub>	0.5	PM <sub>2,5</sub>	0.9
Bus per maestranze	NO <sub>x</sub>	0.04	NO <sub>x</sub>	0.04
	PM <sub>10</sub>	0.03	PM <sub>10</sub>	0.03
	PM <sub>2,5</sub>	0.01	PM <sub>2,5</sub>	0.01

**Tabella 17** – Emissioni giornaliere di NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> dovute al trasporto su gomma dei materiali di costruzione, dei materiali di scavo e delle maestranze relative al cantiere Maddalena

Le emissioni degli autocarri per il trasporto dei materiali sono riportate nel seguito anche espresse in t/anno e per tratta di competenza, tenendo conto che il trasporto con gli autocarri sarà effettuato per cinque giorni settimanali.

Tratta	Viabilità interessata	Tratta	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
1	Autostrada A32 Torino-Bardonecchia	Tratta autostradale ad Est dello svincolo di uscita Susa Autoporto	0.053	0.026	0.011
2	Autostrada A32 Torino-Bardonecchia	Tra svincolo di Susa Autoporto e svincolo di Chiomonte	0.25	0.12	0.051
3	Autostrada A32 Torino-Bardonecchia	Tra svincolo di Chiomonte e svincolo di Salbertrand	0.40	0.17	0.074
4 e 6	viabilità locale	Tra svincolo di Susa Autoporto e cantiere "Imbocco ovest TdI"	0.022	0.010	0.0043
5	Strada Statale SS24	Tra svincolo di Susa Autoporto e cantiere "Innesto Bussoleno"	0.031	0.0064	0.0028
<b>TOTALE</b>			<b>0.764</b>	<b>0.333</b>	<b>0.143</b>

**Tabella 18** – Emissioni annuali (t/a) per tratta di NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> dovute al trasporto su gomma dei materiali di costruzione, dei materiali di scavo e delle maestranze relative al cantiere Maddalena – Anno 5

Tratta	Viabilità interessata	Tratta	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
1	Autostrada A32 Torino-Bardonecchia	Tratta autostradale ad Est dello svincolo di uscita Susa Autoporto	0.21	0.098	0.042
2	Autostrada A32 Torino-Bardonecchia	Tra svincolo di Susa Autoporto e svincolo di Chiomonte	0.38	0.17	0.074
3	Autostrada A32 Torino-Bardonecchia	Tra svincolo di Chiomonte e svincolo di Salbertrand	0.60	0.26	0.11
4 e 6	viabilità locale	Tra svincolo di Susa Autoporto e cantiere "Imbocco ovest TdI"	0.021	0.010	0.0041
5	Strada Statale SS24	Tra svincolo di Susa Autoporto e cantiere "Innesto Bussoleno"	0.0028	0.0066	0.00029
<b>TOTALE</b>			<b>1.214</b>	<b>0.544</b>	<b>0.234</b>

**Tabella 19** – Emissioni annuali (t/a) per tratta di NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> dovute al trasporto su gomma dei materiali di costruzione, dei materiali di scavo e delle maestranze relative al cantiere Maddalena – Anno 7

### Emissioni connesse ai mezzi di bagnatura

Per contenere le emissioni di polveri dovute al risollevarimento causato dal passaggio dei mezzi, sia nelle aree di manovra non asfaltate sia sui piazzali asfaltati, è previsto l'uso di autobotti per la bagnatura delle superfici. La Tabella 20 riporta le emissioni esauste prodotte dall'uso dei mezzi di bagnatura per la mitigazione delle emissioni di polveri fuggitive il cui numero è stato fissato in una unità per cantiere, a cui si aggiungeranno, cannoni nebulizzatori (in numero consono all'area della superficie dei singoli cantieri) e gli impianti di lavaggio posti all'uscita del cantiere stesso.

Le emissioni sono state attribuite alle sorgenti areali di riferimento.

Cantiere	Emissioni esauste (kg/giorno)		
	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
Area di lavoro di Susa	0.128	0.009	0.004
Imbocco Est Tunnel di Base	0.128	0.009	0.004
Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione	0.128	0.009	0.004
Area di imbocco di Maddalena	0.128	0.009	0.004
Innesto Bussoleno e Imbocco Est Tunnel di Interconnessione	0.128	0.009	0.004
Area Industriale di Salbertrand	0.128	0.009	0.004

*Tabella 20 – Emissioni giornaliere esauste di NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> dovute all'uso dei mezzi di bagnatura per la mitigazione delle polveri fuggitive nelle aree di cantiere*

Le emissioni dei mezzi di bagnatura sono di seguito espresse in t/anno tenendo conto di un funzionamento continuo nel corso dell'anno.

Cantiere	Emissioni esauste (t/anno)		
	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
Area di lavoro di Susa	0.047	0.003	0.001
Imbocco Est Tunnel di Base	0.047	0.003	0.001
Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione	0.047	0.003	0.001
Area di imbocco di Maddalena	0.047	0.003	0.001
Innesto Bussoleno e Imbocco Est Tunnel di Interconnessione	0.047	0.003	0.001
Area Industriale di Salbertrand	0.047	0.003	0.001

*Tabella 21 – Emissioni annuali esauste di NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> dovute all'uso dei mezzi di bagnatura per la mitigazione delle polveri fuggitive nelle aree di cantiere*

### Emissioni fuggitive di polveri nelle aree di cantiere

Nelle aree di cantiere all'aperto sono responsabili di emissioni fuggitive di polveri (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>):

- l'azione eolica, che si manifesta come vortici turbolenti tanto più intensi quanto maggiore è la velocità del vento vicino al suolo e la rugosità superficiale, per esempio sui cumuli, le aree di scavo, le piste di movimento mezzi;
- la movimentazione dei materiali con mezzi quali pale ed escavatori che può produrre risollevarimento;
- il passaggio dei mezzi di trasporto (incluso quelli in transito) e operativi sulle piste che può produrre esso stesso risollevarimento.

Nel modello di emissione le polveri fuggitive sono determinate in maniera aggregata solo sulla base del dato di area massima disturbata al giorno di cui già si è fatto cenno in precedenza (Tabella 13); non sono cioè esplicitati i fattori di emissione dei contributi descritti. Per la descrizione del metodo si rimanda ai manuali di AP-42, EMFAC2014, OFFROAD2011

e CEIDARS, progetti ufficiali di stima delle emissioni atmosferiche e speciazione delle polveri elaborati da US-EPA e CARB.

Per le emissioni delle polveri fuggitive il modello di emissione è stato integrato anche dalla stima delle emissioni derivanti dal deposito del materiale in cumuli secondo quanto previsto dalla metodologia dell'Environmental Protection Agency (AP 42, 13.2.4 Aggregate Handling and Storage Piles) al fine di non trascurare alcuna sorgente di emissione dovuta a questa fase delle attività di cantiere. Tale metodologia offre una stima delle emissioni causate dalla gestione del materiale in cumuli, la cui consistenza è dipendente anche dalla velocità media del vento presente nel sito. Per tutti i siti è stata scelta una velocità del vento di 2.5 m/s che corrisponde al dato rilevato dalla centralina di Finiere a Chiomonte.

L'emissione calcolata non tiene invece conto dell'erosione eolica di cumuli di stoccaggio non movimentati in quanto i cumuli verranno coperti nei periodi in cui non è prevista alcuna movimentazione. Secondo quanto descritto nella metodologia dell'Environmental Protection Agency (AP 42, 13.2.5 Industrial Wind Erosion) l'erosione eolica di materiali non movimentati è in ogni caso una sorgente di polveri fuggitive largamente inferiore rispetto alle altre attività di cantiere.

Le emissioni calcolate sulla base dei dati di superficie riportati in **Tabella 13** sono state riassunte nel paragrafo seguente assieme alle emissioni esauste.

#### **Emissioni dei mezzi operativi all'interno delle aree di cantiere**

Nelle tabelle seguenti (da Tabella 22 a Tabella 27) vengono presentati i dati relativi ai mezzi operativi all'interno dei vari cantieri (numero, tipo ed emissione esausta complessiva giornaliera).

<b>Cantiere Est Tunnel di Base</b>				
<b>Tipo</b>	<b>Numero</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>PM<sub>2,5</sub></b>
Pale gommate	1	0.52	0.03	0.02
Autocarri	2	2.19	0.11	0.10
Escavatore	1	0.45	0.02	0.02
<b>TOTALE</b>		<b>3.15</b>	<b>0.16</b>	<b>0.15</b>

**Tabella 22** – Numero mezzi e loro emissioni esauste complessive. Cantiere dell'Imbocco Est del Tunnel di Base (kg/giorno)

<b>Cantiere Imbocco ovest Tunnel di Interconnessione</b>				
<b>Tipo</b>	<b>Numero</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>PM<sub>2,5</sub></b>
Pale gommate	1	0.52	0.03	0.02
Autocarri	2	2.19	0.11	0.10
Escavatore	1	0.45	0.02	0.02
<b>TOTALE</b>		<b>3.15</b>	<b>0.16</b>	<b>0.15</b>

**Tabella 23** – Numero mezzi e loro emissioni esauste complessive. Cantiere dell'Imbocco Ovest del Tunnel di Interconnessione (kg/giorno)

Area di lavoro di Susa				
Tipo	Numero	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
Pale meccaniche	4	2.07	0.10	0.10
Escavatore	2	0.89	0.04	0.04
Autocarri	4	4.38	0.22	0.20
Rullo compattatore	4	0.89	0.04	0.04
TOTALE		8.23	0.41	0.38

**Tabella 24** – Numero mezzi e loro emissioni esauste complessive. Area di lavoro di Susa (kg/giorno)

Cantiere di imbocco di Maddalena				
Tipo	Numero	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
Pale meccaniche	1	0.52	0.03	0.02
Pale gommate	3	1.56	0.08	0.07
Autocarri	6	6.57	0.33	0.30
Mezzi tipo Merlo	4	0.51	0.03	0.02
TOTALE		9.15	0.46	0.42

**Tabella 25** – Numero mezzi e loro emissioni esauste complessive. Area di imbocco di Maddalena (kg/giorno)

Cantiere Imbocco est Tunnel di Interconnessione e Innesto Bussoleno				
Tipo	Numero	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
Escavatori	2	0.89	0.04	0.04
Pale gommate	3	1.56	0.04	0.00
Autocarri	3	3.28	0.18	0.01
TOTALE		5.73	0.26	0.05

**Tabella 26** – Numero mezzi e loro emissioni esauste complessive. Cantiere Imbocco Est Tunnel di Interconnessione e Innesto Bussoleno (kg/giorno)

Area Industriale di Salbertrand				
Tipo	Numero	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
Pale meccaniche	1	0.52	0.03	0.02
Autocarri	4	4.38	0.22	0.20
Mezzi tipo Merlo	2	0.26	0.01	0.01
TOTALE		5.15	0.26	0.24

**Tabella 27** – Numero mezzi e loro emissioni esauste complessive. Area Industriale di Salbertrand (kg/giorno)

In **Tabella 28** e **Tabella 29** sono riportate tutte le emissioni associate alle attività di cantiere, compresa la movimentazione delle maestranze all'interno delle aree in esame.

	ANNO 5						
	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>			PM <sub>2,5</sub>		
	Total	Total	Exhaust	Fugitive Dust	Total	Exhaust	Fugitive Dust
Area di lavoro di Susa	7.7	39.6	0.4	39.2	8.5	0.4	8.2
Cantiere Imbocco Est TdB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cantiere Imbocco Ovest TdI	2.0	0.3	0.0	0.3	0.2	0.0	0.2
Cantiere Imbocco Est TdI e Innesto Bussoleno	2.5	11.4	0.1	11.3	2.5	0.1	2.3
Cantiere Maddalena	9.2	33.7	0.5	33.2	7.3	0.4	6.9
Cantiere A.I. Salbertrand	3.5	28.1	0.2	27.9	6.0	0.2	5.8
Imbocco Maddalena	1.5	0.3	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0

**Tabella 28** – Emissioni (kg/g) calcolate nelle aree di cantiere (Anno 5).

	ANNO 7						
	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>			PM <sub>2,5</sub>		
	Total	Total	Exhaust	Fugitive Dust	Total	Exhaust	Fugitive Dust
Area di lavoro di Susa	7.7	39.6	0.4	39.2	8.5	0.4	8.2
Cantiere Imbocco Est TdB	2.1	11.3	0.1	11.2	2.4	0.1	2.3
Cantiere Imbocco Ovest TdI	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cantiere Imbocco Est TdI e Innesto Bussoleno	2.5	11.4	0.1	11.3	2.5	0.1	2.3
Cantiere Maddalena	9.2	33.7	0.5	33.2	7.3	0.4	6.9
Cantiere A.I. Salbertrand	3.5	28.1	0.2	27.9	6.0	0.2	5.8
Imbocco Maddalena	1.4	0.4	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0

**Tabella 29** – Emissioni (kg/g) calcolate nelle aree di cantiere (Anno 7)

Le emissioni dei mezzi di bagnatura sono di seguito espresse in t/anno tenendo conto di un funzionamento continuo nel corso dell'anno.

	ANNO 5						
	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>			PM <sub>2,5</sub>		
	Total	Total	Exhaust	Fugitive Dust	Total	Exhaust	Fugitive Dust
Area di lavoro di Susa	2.81	14.45	0.15	14.31	3.10	0.15	2.99
Cantiere Imbocco Est TdB	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cantiere Imbocco Ovest TdI	0.73	0.11	0.00	0.11	0.07	0.00	0.07
Cantiere Imbocco Est TdI e Innesto Bussoleno	0.91	4.16	0.04	4.12	0.91	0.04	0.84
Cantiere Maddalena	3.36	12.30	0.18	12.12	2.66	0.15	2.52
Cantiere A.I. Salbertrand	1.28	10.26	0.07	10.18	2.19	0.07	2.12
Imbocco Maddalena	0.55	0.11	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00

*Tabella 30 – Emissioni calcolate nelle aree di cantiere espresse in t/anno*

	ANNO 7						
	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>			PM <sub>2,5</sub>		
	Total	Total	Exhaust	Fugitive Dust	Total	Exhaust	Fugitive Dust
Area di lavoro di Susa	2.81	14.45	0.15	14.31	3.10	0.15	2.99
Cantiere Imbocco Est TdB	0.77	4.12	0.04	4.09	0.88	0.04	0.84
Cantiere Imbocco Ovest TdI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cantiere Imbocco Est TdI e Innesto Bussoleno	0.91	4.16	0.04	4.12	0.91	0.04	0.84
Cantiere Maddalena	3.36	12.30	0.18	12.12	2.66	0.15	2.52
Cantiere A.I. Salbertrand	1.28	10.26	0.07	10.18	2.19	0.07	2.12
Imbocco Maddalena	0.51	0.15	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00

*Tabella 31 – Emissioni calcolate nelle aree di cantiere espresse in t/anno*

### **Emissioni connesse ai percorsi casa/lavoro delle maestranze**

Per il calcolo delle emissioni dovute ai percorsi casa lavoro effettuati dalle maestranze ci si è basati su dati di progetto.

Le emissioni connesse con l'utilizzo della A32 da parte della forza lavoro del cantiere di Maddalena sono già state trattate nel sottoparagrafo "Emissioni connesse al trasporto su gomma"0. Per gli altri cantieri, data la scarsa rilevanza delle emissioni risultanti per queste attività, è stato adottato il criterio di utilizzare i fattori di emissione EPA inclusi nel RCEM, calcolando i flussi di autovetture in accesso/uscita dai cantieri nelle ore di cambio turno, stimando una percorrenza media di questi veicoli in funzione della distanza del cantiere dalla località più vicina.

Le indicazioni di progetto, infatti, in conformità con il contenuto della Legge Regionale del Piemonte n.4 del 21 aprile 2011, richiedono che le maestranze siano alloggiate presso strutture ricettive localizzate in Val di Susa e che sia minimizzato l'impatto del trasporto del personale verso i cantieri. È stato ipotizzato che sia usata esclusivamente la ricettività locale della valle e che tutti gli spostamenti siano effettuati con autoveicoli in equipaggi formati da quattro persone e che per raggiungere i cantieri (Susa, Imbocco Ovest del Tunnel di Interconnessione, Bussoleno) vengano interessate le viabilità locali (eccezion fatta per Salbertrand le cui maestranze arriveranno anche dall'autostrada).

Nella tabella seguente si riportano i numeri di flussi giornalieri e percorrenze utilizzati. Si prevede che i lavoratori, in arrivo al cantiere della Maddalena su autobus da 50 posti, percorrano l'ultimo tratto prima dell'ingresso a bordo di mini-bus da 20 posti.

Le relative emissioni calcolate, praticamente irrilevanti, sono incluse in quelle complessive presentate in precedenza (**Tabella 28** e **Tabella 29**).

Cantiere	Lavoratori		Automobili	Percorrenza (km)
	Anno 5	Anno 7		
Area Industriale di Salbertrand	118	118	30	1.5
Area di Lavoro di Susa e Imbocco Ovest TdI	222	65	56	4.5
Imbocco Est Tunnel di Base	0	32	8	4.5
Area di imbocco di Maddalena	421	355	22 (mini-bus)	1.2

*Tabella 32 – Maestranze - Flussi e percorrenze per la stima delle emissioni*

### **Emissioni prodotte nelle aree di imbocco dovute all'attività di scavo nei tunnel**

Il modello di emissione utilizzato è realizzato specificamente per i cantieri a cielo aperto e deve quindi essere adattato nel caso di perforazione di gallerie.

#### *Emissioni esauste dovute all'attività di scavo*

Per la quantificazione delle emissioni esauste sono stati definiti numero e tipologia dei mezzi effettivamente operativi all'interno della galleria in fase di perforazione sulla base della documentazione di progetto.

Per caratterizzare le emissioni al fronte di scavo dei tunnel, numero, tipo, potenza e fattore d'uso dei mezzi operativi sono stati desunti dai documenti di progetto per tutti gli anni di riferimento e i relativi fronti di scavo attivi:

- perforazione tradizionale - D&B del TdI nell'anno 5, dell'area di sicurezza di Clarea negli anni 5 e 7 e della galleria pari e dispari del Tunnel di Base (dal sito di sicurezza al raccordo con la galleria di Maddalena 2) nell'anno5;
- perforazione meccanizzata – TBM del TdB negli anni 5 e 7.

Sono stati considerati nei calcoli solo i mezzi della fase di avanzamento del fronte di scavo, ritenuta la più impattante.

Nel caso del Tunnel di Base, la cui perforazione sarà attiva negli anni 5 e 7 con TBM per entrambi i binari, la Tabella 33 presenta le emissioni complessive giornaliere dei mezzi indicati in attività al fronte di scavo. Le attrezzature fresa, macchina per CLS e autopompa sono state trascurate ai fini del calcolo delle emissioni atmosferiche in quanto alimentati elettricamente in fase operativa (sono dotati di motore Diesel solo per lo spostamento); il cestello miscelatore, per quanto anch'esso dotato di motore Diesel solo per lo spostamento e di alimentazione elettrica per le attività di miscelazione, data la poca significatività delle emissioni calcolate e l'incertezza circa l'esatta natura delle emissioni nel modello (solo spostamento o anche lavorazione dei materiali), è stato considerato nel calcolo in ogni caso.

Lo scavo dei due binari del Tunnel di Base con metodologia di scavo meccanizzato è previsto nell'anno 5 e 7.

Numero	Potenza (kW)	Tipo	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
1	80	Cestelli miscelatori su autocarro	0.43	0.02	0.02
1	110	Escavatori	0.40	0.02	0.02
2	160	Autocarri fuoristrada	1.17	0.06	0.05
1	235	Pale gommate	0.82	0.04	0.04

**Tabella 33** – Numero, potenza ed emissioni esauste mezzi attivi in galleria al fronte di scavo (1 binario) con avanzamento TBM (kg/giorno)

In concomitanza alle attività di scavo nel TdB, è previsto in entrambi gli anni 5 e 7 anche la realizzazione dell'area di sicurezza di Clarea che comporterà scavi in tradizionale con l'impiego di mezzi come riportato in Tabella 34.

Anche lo scavo da ovest del Tunnel d'Interconnessione e lo scavo dei BP e BD del Tunnel di Base (dal sito di sicurezza al raccordo con la galleria Maddalena 2) saranno effettuati con metodo D&B e dunque l'impiego dei mezzi presentati nella tabella seguente. Queste ultime attività interesseranno solamente l'anno 5.

Numero	Potenza (kW)	Tipo	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
2	80	Cestelli miscelatori su autocarro	0.86	0.04	0.04
1	135	Frantumatore	0.51	0.03	0.02
1	110	Escavatori	0.40	0.02	0.02
3	160	Autocarri fuoristrada	1.76	0.09	0.08
1	235	Pale gommate	0.82	0.04	0.04

**Tabella 34** – Numero, potenza ed emissioni esauste mezzi attivi in galleria al fronte di scavo (1 binario) con avanzamento D&B (kg/giorno)

Le emissioni esauste al fronte di scavo di ciascun tunnel sono riportate in Tabella 36.

#### *Emissioni fuggitive dovute all'attività di scavo*

Per quantificare le polveri prodotte dalle attività di scavo è stato adottato un criterio che permette di adattare i fattori emissivi di "Road Construction Emission Model" alla stima delle emissioni di uno scavo in galleria. Il criterio è basato sulla definizione dell'area della superficie massima giornalmente perturbata dai lavori, parametro che in una lavorazione "volumetrica" come quella di una galleria, con lo scavo che si sviluppa anche in verticale, assume un significato diverso da quello di una lavorazione superficiale quale è quella di un cantiere all'aperto.

L'area della superficie massima disturbata al giorno è stata stimata dunque come prodotto della lunghezza di avanzamento giornaliera per la larghezza del tubo. Questo valore è amplificato secondo un criterio oggettivo di adattamento che si basa su uno spessore di suolo convenzionalmente asportato durante le attività di scavo nei cantieri stradali all'aperto (0.5 m), per poter convertire il volume di scavo in un'area equivalente di disturbo.

Sulla base di questo approccio, considerando l'avanzamento dello scavo come riportato nel cronoprogramma ed utilizzando i dati dei volumi scavati è stata calcolata l'emissione giornaliera di polveri PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> dovuta all'attività di scavo nei tunnel con metodologia sia D&B sia TBM.

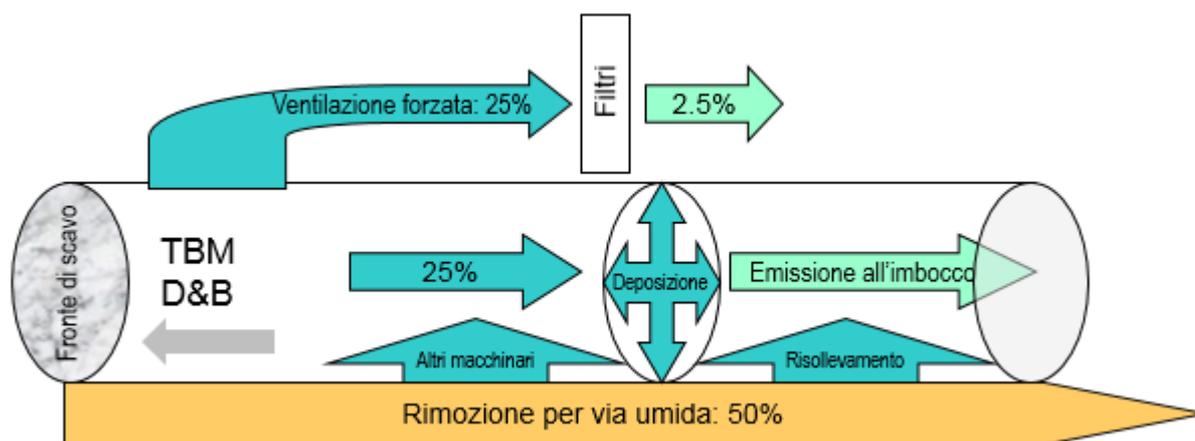
Le emissioni fuggitive prodotte al fronte di scavo sono riportate in Tabella 36.

### *Abbattimento degli inquinanti prodotti al fronte di scavo. Metodologia di stima delle emissioni agli imbocchi*

Una volta stimata l'emissione al fronte di scavo e più in generale all'interno del tubo, occorre stimare la quantità di massa che, generata all'interno della galleria, fuoriesce dall'imbocco, considerando diversi fattori, secondo lo schema successivo (**Figura 22**).

Le ipotesi alla base del processo di abbattimento delle emissioni inquinanti agli imbocchi sono:

- l'emissione di polveri fuggitive che si produce al fronte di scavo (non presente nel caso di specie gassosa), viene rimossa per via umida con un'ipotesi di efficienza pari al 50% (non presente nel caso di avanzamento tradizionale);
- l'esistenza di un impianto di ventilazione forzata (ipotesi di efficienza di cattura: 50%) rimuove un ulteriore 25%, che si riduce al 2.5% grazie al convogliamento dell'aria forzata verso filtri con efficienza di abbattimento pari al 90%;
- dal fronte di scavo rimane in galleria dunque un residuo 25% di polveri, cui si aggiunge un termine dato da altri mezzi di supporto, emissioni esauste di motori a combustione interna;
- considerando l'esistenza di una ventilazione naturale, viaggiando verso l'imbocco queste polveri in aria subiscono un depauperamento per deposizione secca sulle pareti;
- parte della polvere depositata sulla parete inferiore viene risollevata per via del passaggio degli automezzi di supporto (ipotesi di efficienza: 50% - fattore trascurato nel caso di avanzamento meccanizzato – in questo caso è in attività un nastro trasportatore ad alimentazione elettrica - e/o di specie gassose).



**Figura 22** – Schema emissione delle polveri all'imbocco di una galleria in fase di perforazione (schema completo, alcuni fattori dipendono dal tipo di inquinante e dal tipo di avanzamento del fronte di scavo)

Circa le varie ipotesi di efficienza, è da sottolineare che, stanti le incertezze del metodo, le percentuali introdotte sono state scelte in modo conservativo. Infatti, l'efficienza di rimozione per via umida dovrebbe presumibilmente essere ben superiore al 50%, così come quella di un normale impianto di ventilazione forzata che può anche superare il 70%; in più, la tecnologia attuale di filtrazione consente efficienze anche superiori al 99%, mentre considerare che il 50% delle polveri depositate sia risollevato a causa del passaggio di pochi mezzi è probabilmente assai cautelativo.

Supponendo per semplicità che tutte le emissioni abbiano origine nei pressi del fronte di scavo (in effetti, le emissioni dei mezzi di supporto lungo il tratto di galleria già scavato sono meno significative), la rimozione per deposizione sulle pareti del condotto già perforato può essere calcolata come segue.

Nell'intervallo di tempo  $\Delta t$  e considerando  $v = \Delta x / \Delta t$  la velocità dell'aria all'interno della galleria, la quantità di massa  $\Delta Q$  rimossa per deposizione si può scrivere come:

$$\Delta Q = -\frac{4Qv_d}{vl} \cdot (1 - e_r / 4) \cdot \Delta x$$

essendo:  $Q$  la massa d'inquinante in aria (supposta uniformemente distribuita);  
 $l$  il lato della base quadrata del parallelepipedo che rappresenta il tratto di galleria già scavato (di altezza  $x$ );  
 $v_d$  la velocità di deposizione dell'inquinante considerato;  
 $e_r$  l'efficienza di risollevarimento (che avviene solo sulla parete inferiore della galleria, cioè su  $1/4$  delle pareti).

Questa equazione può essere integrata facilmente fino ad ottenere:

$$Q_i = Q_0 \cdot \exp\left(-\frac{4xv_d(1 - e_r / 4)}{vl}\right)$$

essendo:  $Q_i$  l'emissione all'imbocco della galleria;  
 $Q_0$  l'emissione al fronte dello scavo.

Nel caso degli scavi nel TdB e nell'area di sicurezza di Clarea, a  $l$  deve essere sommata anche la lunghezza del tunnel della Maddalena 2 (circa 3000m) perché tramite esso i fumi saranno convogliati verso l'imbocco nell'area di Maddalena.

La velocità dell'aria all'interno della galleria è stata fissata pari a 1 m/s per tutte le gallerie.

Come velocità di deposizione sono stati adottati i valori in Tabella 35. Sostanzialmente, è stato adottato lo stesso valore tipico per tutte le specie gassose e il  $PM_{2.5}$  ed un valore specifico per il  $PM_{10}$ .

Inquinante	Velocità di deposizione (cm/s)
$NO_x$	0.0005
$PM_{10}$	0.0100
$PM_{2.5}$	0.0005

**Tabella 35** – Velocità di deposizione adottate

### *Sintesi delle emissioni dovute alle attività di scavo dei Tunnel*

Le emissioni prodotte dalle attività di scavo nei Tunnel sono state riportate in Tabella 36 e Tabella 37, con distinzione tra le emissioni al fronte di scavo e le emissioni calcolate agli imbocchi delle gallerie una volta applicato il depauperamento delle concentrazioni inquinanti dovuto alla presenza di impianti di ventilazione e filtrazione e alla deposizione sulle pareti del tubo. Le emissioni agli imbocchi sono quelle che contribuiscono effettivamente alla dispersione degli inquinanti in atmosfera.

NOTA – (£) – “T” = scavo tradizionale; “M” = scavo meccanizzato

Imbocco	Scavo (£)	NO <sub>x</sub> (kg/giorno)	Emissioni esauste	Emissioni fuggitive	Totale	Emissioni esauste	Emissioni fuggitive	Totale
			PM <sub>10</sub> (kg/giorno)	PM <sub>10</sub> (kg/giorno)	PM <sub>10</sub> (kg/giorno)	PM <sub>2,5</sub> (kg/giorno)	PM <sub>2,5</sub> (kg/giorno)	PM <sub>2,5</sub> (kg/giorno)
Ovest TdI	T Anno 5	4.9	0.24	3.2	3.4	0.19	0.70	0.88
AdS Clarea e binari TdB	T Anno 5	4.9	0.24	1.1	1.3	0.22	0.22	0.45
AdS di Clarea	T Anno 7	4.9	0.24	0.27	0.51	0.22	0.055	0.28
TdB	M Anno 5	2.8	0.14	3.7	3.9	0.13	0.78	0.91
TdB	M Anno 7	2.8	0.14	6.5	6.7	0.13	1.4	1.5

Tabella 36 - Emissioni calcolate al fronte di scavo nelle gallerie

NOTA – (£) – “T” = scavo tradizionale; “M” = scavo meccanizzato

Cantiere	Scavo (£)	NO <sub>x</sub> (kg/giorno)	Totale	Totale
			PM <sub>10</sub> (kg/giorno)	PM <sub>2,5</sub> (kg/giorno)
Ovest TdI	T Anno 5	2.2	0.29	0.21
AdS Clarea e binari TdB	T Anno 5	0.61	0.054	0.032
AdS di Clarea	T Anno 7	0.24	0.013	0.0070
TdB	M Anno 5	0.74	0.20	0.13
TdB	M Anno 7	0.75	0.35	0.22

Tabella 37 – Emissioni calcolate agli imbocchi delle gallerie (considerati gli abbattimenti, es.: ventilazione e filtrazione)

Le emissioni calcolate nelle aree di imbocco dovute alle attività di scavo sono di seguito espresse in t/anno tenendo conto di un funzionamento continuo nel corso dell'anno.

Imbocco	Scavo <sup>(€)</sup>	NOx (t/anno)	Emissioni esauste	Emissioni fugitive	Totale	Emissioni esauste	Emissioni fugitive	Totale
			PM <sub>10</sub> (t/anno)	PM <sub>10</sub> (t/anno)	PM <sub>10</sub> (t/anno)	PM <sub>2.5</sub> (t/anno)	PM <sub>2.5</sub> (t/anno)	PM <sub>2.5</sub> (t/anno)
Ovest TdI	T Anno 5	1.79	0.09	1.17	1.24	0.07	0.26	0.32
AdS Clarea e binari TdB	T Anno 5	1.79	0.09	0.40	0.47	0.08	0.08	0.16
AdS di Clarea	T Anno 7	1.79	0.09	0.10	0.19	0.08	0.02	0.10
TdB	M Anno 5	1.02	0.05	1.35	1.42	0.05	0.28	0.33
TdB	M Anno 7	1.02	0.05	2.37	2.45	0.05	0.51	0.55

**Tabella 38** – Emissioni calcolate al fronte di scavo nelle gallerie

Cantiere	Scavo <sup>(€)</sup>	NOx (t/anno)	Totale	Totale
			PM <sub>10</sub> (t/anno)	PM <sub>2.5</sub> (t/anno)
Ovest TdI	T Anno 5	0.80	0.11	0.08
AdS Clarea e binari TdB	T Anno 5	0.22	0.02	0.01
AdS di Clarea	T Anno 7	0.09	0.00	0.00
TdB	M Anno 5	0.27	0.07	0.05
TdB	M Anno 7	0.27	0.13	0.08

**Tabella 39** – Emissioni calcolate agli imbocchi delle gallerie (considerati gli abbattimenti, es.: ventilazione e filtrazione)

*Totale complessivo delle emissioni calcolate*

Sommando tutte le attività connesse alla realizzazione dell'opera sono state calcolate le emissioni complessive per gli anni 5 e 7, riportate nella tabella successiva.

Anno di attività	NOx (t/anno)	PM <sub>10</sub> (t/anno)	PM <sub>2.5</sub> (t/anno)
5	10.4	41.7	9.1
7	10.8	46.0	10.1

**Tabella 40** – Emissioni complessive calcolate per anno di attività

### Fattori di emissione utilizzati

I fattori di emissione riportati nella tabella successiva per le macchine da cantiere sono quelli implementati nel foglio di calcolo Road Construction Emission Model (versione 8.1) per l'anno 2020, elaborati dal California Air Resources Board per la banche dati OFFROAD2011, EMFAC2014 e CEIDARS.

Mezzo	NOx [g/kWh]	PM <sub>10</sub> [g/kWh]	PM <sub>2.5</sub> [g/kWh]
Macchine operatrici (potenza compresa tra 55 e 300 kW)	0.402	0.020	0.019

**Tabella 41** – Fattori di emissione espressi in g/kWh delle macchine da cantiere, standard emissivi “Tier4”

I fattori di emissione dei mezzi di bagnatura sono stati desunti dal foglio di calcolo Road Construction Emission Model (versione 8.1) per l'anno 2020 (espressi in g/km).

Mezzo	NOx [g/km]	PM <sub>10</sub> [g/km]	PM <sub>2.5</sub> [g/km]
Mezzi di bagnatura	0.9073	0.0642	0.0251

**Tabella 42** – Fattori di emissione espressi in g/kWh delle macchine da cantiere, standard emissivi “Tier4”

I fattori usati per il calcolo delle emissioni dei mezzi per il trasporto dei materiali e dei terreni di scavo sono stati desunti dalla metodologia Copert IV/Corinair considerando veicoli di categoria Euro VI (tabella successiva).

Mezzo	NOx	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
Autocarro per il trasporto dei materiali su viabilità locale	0.52	0.11	0.046
Autocarro per il trasporto dei materiali su autostrada	0.23	0.11	0.045

**Tabella 43** – Fattori di emissione espressi in g/km degli autocarri per il trasporto dei materiali  
 Categoria COPERT4: DIESEL COMM. PESANTI RIGIDI 28÷32 t EURO VI

I fattori usati per il calcolo delle emissioni degli autobus per il trasporto delle maestranze sono stati desunti dalla metodologia Copert IV/Corinair considerando veicoli di categoria Euro VI (tabella successiva).

Mezzo	NOx	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
Autobus per il trasporto delle maestranze	0.47	0.31	0.13

**Tabella 44** – Fattori di emissione espressi in g/km degli autobus per il trasporto delle maestranze  
 Categoria COPERT4: BUS GRAN TURISMO >18 t EURO VI

### 7.2.3 Inquadramento metodologico

#### Descrizione del sistema modellistico

##### Modelli utilizzati

Per le simulazioni annuali e il calcolo dei valori di concentrazione e deposizione al suolo è stata utilizzata la suite di programmi contenuta nel pacchetto ARIA Industry<sup>TM</sup> costituita dal codice MINERVE/Swift 7.1 per la ricostruzione diagnostica dei campi di vento su terreno complesso, dal codice SurfPro 3.0 per la ricostruzione dei campi di turbolenza e dal modello di dispersione lagrangiano a particelle SPRAY 3.1. L'insieme dei programmi citati consente infatti di tenere conto in maniera diretta sia dell'orografia che di eventuali disomogeneità del terreno (come ad esempio la presenza di interfaccia terra-mare), simulando condizioni meteo-dispersive che presentano variazioni nelle tre dimensioni e nel tempo.

Nei prossimi paragrafi è contenuta una descrizione più dettagliata di ognuno dei codici e delle loro principali funzionalità.

- **Modello MINERVE/Swift 7.1**

Il modello MINERVE 7.1 sviluppato da EDF e ARIA Technologies S.A. (Aria Technologies, 2001, Finardi et al. 1998) è un codice “mass-consistent” di tipo diagnostico in grado di ricostruire i campi tridimensionali di vento e temperatura.

Per la ricostruzione del campo di vento, il modello opera essenzialmente in due fasi:

- nella prima effettua l'interpolazione sul dominio di calcolo tridimensionale dei dati di vento forniti in input;
- nella seconda, detta di analisi oggettiva, applica il principio fluidodinamico di conservazione della massa ad ogni cella del dominio e produce un campo di vento definito aggiustato.

La fase di aggiustamento consiste nella soppressione della divergenza presente nel campo interpolato, attraverso la minimizzazione del seguente funzionale:

$$I(u, v, w, \lambda) = \int_V (u - u_0)^2 + (v - v_0)^2 + \alpha(w - w_0)^2 + \lambda \nabla \cdot \underline{u} \, dV$$

con:  $u_0, v_0, w_0$  componenti cartesiane del campo interpolato

$u, v, w$  componenti cartesiane del campo aggiustato

$\lambda$  è il moltiplicatore di Lagrange

$\nabla \cdot \underline{u}$  è la divergenza del vettore vento  $\underline{u} = (u, v, w)$

Il parametro  $\alpha$  consente di pesare diversamente l'aggiustamento delle componenti orizzontali e verticali della velocità del vento: con  $\alpha=1$  non c'è differenza nel grado di aggiustamento, mentre valori più piccoli/grandi di  $\alpha$  fanno sì che l'aggiustamento sia operante principalmente sulla componente orizzontale/verticale del campo di vento. Inoltre, poiché da  $\alpha$  dipende la parte di flusso che aggira l'ostacolo orografico in rapporto a quella che lo oltrepassa verticalmente, il suo valore è usato spesso per tenere conto della stabilità atmosferica sul flusso.

La componente verticale del campo di vento ( $w$ ) normalmente non viene considerata durante la fase di interpolazione, in quanto non si dispone di una rete tridimensionale di misura per

tale parametro, quindi si considera  $w_0=0$  per ogni cella del dominio e, di fatto,  $w$  viene generata dal modello durante la fase di aggiustamento.

Per costruzione, i modelli di tipo “mass-consistent” hanno la caratteristica di produrre il migliore campo di vento a divergenza nulla che minimizza lo scostamento complessivo dall’iniziale interpolazione grezza delle misure. Per questo motivo, la prima fase di interpolazione delle misure di vento riveste grande importanza nel processo di ricostruzione del campo di vento finale. Inoltre il campo interpolato che si ottiene dipende spesso dalla configurazione spaziale delle postazioni di misura, oltre che dalle quote di misura dei profili verticali.

MINERVE consente di scegliere tra diversi metodi di interpolazione: propone l'interpolazione di Cressman pesata sull'inverso del quadrato della distanza, che può essere effettuata separatamente per i diversi strati verticali (Cressman 2D) o in maniera tridimensionale (Cressman 3D), e il metodo non isotropo di triangolazione delle misure al suolo associato ad un'interpolazione tridimensionale delle misure in quota (profili verticali). L'interpolazione dei dati di vento viene eseguita indipendentemente per ognuna delle componenti cartesiane del vettore vento.

Più esplicitamente, il metodo Cressman 2D consiste dapprima nell'interpolare linearmente sugli strati verticali del reticolo i profili di vento, quindi nel calcolare, per ogni strato, le componenti del vento nei punti di coordinate  $(x,y)$  della maglia, secondo le equazioni:

$$U_i(x, y, k) = \frac{\sum_{n=1}^{NMSUR} [U_i(x_n, y_n) P_n(x, y)]}{\sum_{n=1}^{NMSUR} P_n(x, y)} \quad i = 1,2$$

con:  $U_1 = u_0$  e  $U_2 = v_0$ , componenti orizzontali del campo interpolato;

NMSUR, numero di stazioni dello strato:

- per il primo strato sopra il suolo ( $k=2$ ), NMSUR è il numero delle misure al suolo utilizzate;
- per gli strati sovrastanti, NMSUR è pari al numero delle misure interpolate a partire dai profili considerati;

$P_n(x, y)$  il peso associato alla postazione di misura ed espresso dalla funzione:

$$P_n(x, y) = \frac{1}{r_n^2}$$

dove:

- $r_n = \frac{R_n}{P_h}$  ;
- $R_n = \sqrt{(x-x_n)^2 + (y-y_n)^2}$ , distanza del punto maglia  $(x,y)$  dalla stazione di coordinate  $(x_n, y_n)$ ;
- $P_h$  il parametro di portata orizzontale, calcolato automaticamente da MINERVE, in funzione della distanza tra le stazioni e del passo della maglia orizzontale.

Al termine di questa inizializzazione del campo tridimensionale, mediante una funzione esponenziale può essere eseguito un raccordo tra il campo alla superficie  $U_i(x,y,2)$ , relativo al primo strato della maglia, e quello in quota  $U_i(x,y,k)$ , riguardante i restanti strati del reticolo. Tutto ciò in modo da attenuare le discontinuità che possono insorgere per il fatto che, per il livello superficiale vengono utilizzate solo le misure delle postazioni al suolo, mentre per i livelli sovrastanti vengono usate solo le misure dei profili di vento.

Nella interpolazione di tipo Cressman 3D, il peso  $P_n(x, y, z)$  è funzione della distanza tridimensionale e le componenti orizzontali di ogni cella del grigliato,  $U_i(x, y, k)$ , sono calcolate tenendo conto non solo della distanza in senso orizzontale ma anche della quota a cui è stata effettuata la misura. In questo modo si ha una ricostruzione più continua dei profili di ogni cella.

### • **Modello SurfPro 3**

Il codice SurfPro sviluppato da ARIANET S.r.l. (Silibello, 2006), è un preprocessore meteorologico in grado di ricostruire le principali variabili che descrivono la turbolenza atmosferica su terreno complesso, necessarie in input a modelli di dispersione. Il codice riceve in input i campi tridimensionali di vento e temperatura generati dal codice MINERVE/Swift 7.1, eventuali variabili meteorologiche disponibili sul territorio in esame (quali ad esempio la nuvolosità ora per ora disponibile dai campi MINNI) e la matrice di dati di uso del suolo, su un grigliato orizzontale corrispondente a quello dei dati di vento, in grado di descrivere la non omogeneità orizzontale del terreno nella risposta alla forzante radiativa solare e la conseguente disomogeneità nei campi di turbolenza che si vengono a determinare. Utilizzando diversi schemi di parametrizzazione della turbolenza consolidati in letteratura, il codice ricostruisce campi bidimensionali delle seguenti variabili:

- altezza di rugosità  $z_0$ ;
- altezza dello strato limite notturno o dello strato limite convettivo diurno  $H_{mix}$ ;
- velocità di frizione  $u_*$ ;
- altezza di Monin-Obukhov  $L$ ;
- velocità convettiva di scala  $w_*$ ;
- velocità di deposizione secca per specie chimiche gassose e particolato

La velocità di deposizione viene stimata da SurfPro attraverso un modello 'resistivo' mediante l'inverso della somma di diverse resistenze che per specie gassose viene espresso nella forma seguente:

$$V_d = \frac{I}{R_a + R_b + R_s}$$

dove  $R_a$  rappresenta la resistenza aerodinamica,  $R_b$  la resistenza di strato limite e  $R_s$  la resistenza superficiale. Per una descrizione più completa di questi concetti si veda ad esempio Seinfeld and Pandis (1998).

La resistenza aerodinamica ( $R_a$ ) dipende sia dalle caratteristiche della superficie che dalla turbolenza atmosferica e viene calcolata a partire dalla velocità di frizione  $u_*$  e dalla lunghezza di Monin-Obukhov stimate dal codice stesso.

La resistenza di strato limite (o quasi-laminare) ( $R_b$ ) rappresenta il processo di diffusione molecolare attraverso lo strato laminare intorno ad una superficie solida e dipende dal numero di Schmidt (rapporto tra la viscosità cinematica dell'aria sulla diffusività molecolare

dell'inquinante in aria (si veda Gray *et al.*, 1991). Il trasferimento attraverso lo strato quasi-laminare viene approssimato attraverso la formula:

$$R_b = \frac{2}{\kappa u_*} \left( \frac{Sc}{Pr} \right)^{2/3}$$

dove  $Sc$  and  $Pr$  sono rispettivamente I numeri di Schmidt e Prandtl della specie chimica gassosa.

La resistenza superficiale ( $R_s$ ) è idealizzata attraverso un set di resistenze in parallelo associate a (1) stoma fogliare, (2) cuticola delle foglie, (3) resistenza dello strato di 'canopy' (e.g., corteccia, steli, etc.), and (4) tipo di superficie (suolo o acqua) (si veda Baldocchi, 1987 and Wesely, 1989).

La resistenza stomatale, che controlla la deposizione secca durante le ore diurne sulle superfici vegetate, si incrementa durante i periodi secchi. La deposizione su superfici d'acqua è basata invece sul lavoro di Slinn *et al.* (1978). In fase liquida viene espresso come:

$$R_s = \frac{H}{\alpha^* k_l}$$

dove  $H$  è il coefficiente dato dalla legge di Henry,  $\alpha^*$  è l'innalzamento di solubilità affettivo dei diversi gas in acqua e  $k_l$  è la velocità di trasferimento in fase liquida, che include gli effetti dovuti allo stress superficiale, espresso in termini di velocità di frizione  $u^*$  sull'acqua come:

$$k_l = 4.8 \times 10^4 u^*$$

Surfpro definisce tutti i coefficienti necessari in un file esterno.

La velocità di deposizione per il particolato dipende dalla granulometria e densità delle particelle.

Particelle più grandi hanno una maggiore velocità di sedimentazione ( $V_{sed}$ ) che agisce in parallelo alle altre resistenze, mentre particelle molto fini si comportano in maniera simile ai gas, sebbene diffondano più lentamente. La velocità di deposizione per il particolato in SurfPro si esprime quindi come segue:

$$V_d = V_{sed} + \frac{I}{R_a + R_b + R_a R_b V_{sed}}$$

per particelle 'bulk' nel range da 0.1 to 1  $\mu\text{m}$  (es. solfati) viene invece usata la seguente formula:

$$V_d = \frac{I}{R_{partic}}$$

dove  $R_{particle}$  è la resistenza data dal suolo derivata dall'altezza del canopy (m), dalla velocità di frizione e dalla lunghezza di Monin-Obukhov stimate da SurfPro.

### • **Modello SPRAY 3.1**

SPRAY 3.1 sviluppato da ARIANET S.r.l. e ARIA Technologies S.A. (Tinarelli *et al.*, 1994, 1999, 2007) è un modello tridimensionale per la simulazione della dispersione di inquinanti in atmosfera in grado di tenere conto delle variazioni del flusso e della turbolenza atmosferica sia nello spazio (condizioni disomogenee) che nel tempo (condizioni non stazionarie). È in

grado di ricostruire campi di concentrazione determinati da sorgenti puntiformi, lineari, areali o volumetriche. L'inquinante è simulato da "particelle virtuali" il cui movimento è definito sia dal vento medio locale che da velocità casuali che riproducono le caratteristiche statistiche della turbolenza atmosferica. In questo modo, differenti parti del pennacchio emesso possono "vedere" differenti condizioni atmosferiche, permettendo simulazioni più realistiche in condizioni difficili da riprodurre con modelli tradizionali (calma di vento, inversione di temperatura con la quota, impatto con orografia complessa, dispersione in siti con forti discontinuità spaziali tipo terra-mare o città-campagna).

Il moto di ogni particella viene ricostruito utilizzando le equazioni:

$$\begin{aligned}x(t + \Delta t) &= x(t) + u_x(t) \cdot \Delta t \quad ; \quad u_x(t) = \overline{U_x}(t) + u'_x(t) \\y(t + \Delta t) &= y(t) + u_y(t) \cdot \Delta t \quad ; \quad u_y(t) = \overline{U_y}(t) + u'_y(t) \\z(t + \Delta t) &= z(t) + u_z(t) \cdot \Delta t \quad ; \quad u_z(t) = \overline{U_z}(t) + u'_z(t)\end{aligned}$$

dove  $x$ ,  $y$ ,  $z$  rappresentano le coordinate cartesiane di ogni singola particella nel dominio tridimensionale e  $u_x$ ,  $u_y$ ,  $u_z$  le componenti delle velocità, suddivise in parte media e fluttuazione turbolenta. La parte media, responsabile del trasporto degli inquinanti, è ottenuta dal modello MINERVE 6.0 nel sistema di riferimento *terrain-following*  $x,y,s$ , in cui la coordinata verticale  $s$  è definita come:

$$s = \frac{z - z_g}{z_{top} - z_g}$$

dove  $z$  è la coordinata geometrica verticale,  $z_{top}$  l'altezza del dominio di calcolo e  $z_g(x,y)$  l'altezza dell'orografia. Le particelle interpolano linearmente il valore del vento nel punto  $x,y,z$  in cui si trovano utilizzando i valori di tali matrici. SPRAY 3.1 consente di simulare condizioni non stazionarie interpolando linearmente nel tempo il valore tra quelli di due matrici successive.

Le fluttuazioni turbolente  $u'_x$ ,  $u'_y$  e  $u'_z$ , responsabili della diffusione, sono determinate risolvendo le equazioni differenziali stocastiche di Langevin:

$$u'_i(t + \Delta t) = a_i(\vec{x}, \vec{u}(t), t) + b_i(\vec{x}, \vec{u}(t), t) \Delta \xi \quad ; \quad i = x, y, z$$

dove  $a$  e  $b$  sono funzioni della posizione e della velocità di ogni particella e dipendono dalle caratteristiche della turbolenza e dallo schema risolutivo utilizzato. SPRAY 3.1 implementa gli schemi indicati da Thomson (1984, 1987).

Spray 3.1 è in grado di simulare i fenomeni di deposizione secca ed umida. La deposizione secca viene simulata mediante un metodo di rimozione probabilistico orientato alla particella, derivato dalla soluzione dell'equazione di Fokker-Planck (Boughton et al., 1987) che impone una condizione al contorno al suolo tale da garantire, in ogni intervallo di tempo  $\Delta t$ , che il flusso di deposizione sia proporzionale alla concentrazione al suolo, secondo un coefficiente rappresentato dalla velocità di deposizione. La massa rimossa dalla particella viene accumulata nella cella sottostante consentendo il calcolo dei flussi di deposizione per ogni specie considerata.

La deposizione umida viene calcolata in presenza di precipitazione ipotizzando che, in ogni intervallo di tempo  $\Delta t$ , vi sia un decadimento o rimozione della massa di una specie associata alla particella secondo la legge esponenziale

$$m(t + \Delta t) = m(t)e^{-S\Delta t}$$

dove  $S$  è definito come coefficiente di washout, proporzionale alla precipitazione

$$S = S_1 R$$

$R$  rappresenta il rateo di precipitazione in mm/ora e  $S_1$  è il coefficiente standardizzato di washout, dipendente dalla specie o dalla granulometria di particolato e riferito alla precipitazione standard di 1 mm/ora.

Per pilotare una simulazione di dispersione che tenga anche conto dei fenomeni di deposizione secca e umida, il modello SPRAY 3.1 utilizza principalmente:

- campi tridimensionali di vento e temperatura, forniti dal codice MINERVE;
- campi bidimensionali di turbolenza  $z_0$ ,  $H_{mix}$ ,  $u^*$ ,  $L$ ,  $w^*$  forniti dal codice Surf Pro;
- campi bidimensionali di deposizione secca, disomogenei nello spazio e nel tempo e dipendenti dalla specie gassosa o dalla granulometria del particolato, forniti dal codice SurfPro
- coefficienti di washout per la deposizione umida, dipendenti dalla specie gassosa o dalla granulometria del particolato
- campi bidimensionali contenenti il rateo di precipitazione in mm/ora
- dati di emissione, costituiti da una sequenza di informazioni sulla loro geometria e localizzazione spaziale, sulle quantità in massa emesse per ciascuna delle specie inquinanti prese in considerazione nella simulazione e sul numero di particelle da utilizzare.

Ad ogni particella viene attribuita una massa per ogni specie, dipendente dalle caratteristiche della sorgente nel momento in cui viene emessa, simulando in questo modo condizioni non stazionarie. Il modello tiene inoltre conto dell'eventuale risalita di pennacchi caldi emessi da ciminiere di impianti industriali.

### **Applicazioni del sistema modellistico**

La suite di codici Swift/MINERVE-SurfPro-SPRAY vanta una lunga storia di applicazioni e validazioni realizzate in differenti siti e condizioni, che hanno portato il sistema nel tempo ad una sempre maggiore affidabilità. Questo fatto, insieme allo sviluppo di sistemi di calcolo sempre più potenti e veloci, ha consentito di allargare il campo di applicazioni che inizialmente, per questo tipo di modelli, erano legate a studi di breve periodo per sorgenti singole. Molto dello sviluppo iniziale si è realizzato grazie a fruttifere collaborazioni tra tecnici facenti capo alla struttura di ricerca ENEL ed istituzioni nazionali di ricerca scientifica come il CNR (Istituto di Cosmogeofisica di Torino e istituto FISBAT di Bologna poi confluiti nell'istituto ISAC), il Politecnico di Milano, l'Università di Alessandria, e di società private come ARIA Technologies di Parigi, responsabile in primis del codice MINERVE. Alcuni di questi istituti continuano ancora oggi l'attività di sviluppo di parti dei codici. Sono state inoltre aperte anche collaborazioni in ambito internazionale per lo sviluppo e l'utilizzo del codice (in Polonia, Spagna, Brasile, Francia). Il modello lagrangiano SPRAY, che costituisce l'elemento finale della catena, ha implementato al suo interno schemi di calcolo per le equazioni stocastiche sviluppati nella seconda metà degli anni ottanta (Thomson, 1984, 1987). Da allora non sono stati fatti sostanziali passi avanti in senso applicativo, pur proseguendo la ricerca su questi tipi di modelli.

Nell'anno 2000, la maggior parte dei tecnici ENEL responsabili del progetto legato al modello SPRAY ed agli altri elementi della suite sono fuorusciti per formare la società

Arianet S.r.l., che attualmente manutiene e sviluppa i codici in stretta collaborazione con la società Aria Technologies di Parigi.

Il modello SPRAY si trova inoltre inserito del database Europeo MDS (Modelling Documentation System, [http://air-climate.eionet.eu.int/databases/MDS/index\\_html](http://air-climate.eionet.eu.int/databases/MDS/index_html)) che raccoglie le informazioni sui principali modelli meteo-dispersivi disponibili in Europa.

Le prime validazioni sul modello lagrangiano a particelle sono state eseguite su terreno piatto, allo scopo di verificarne le performance attraverso il confronto con i dati di campagne sperimentali con traccianti (Brusasca et al., 1989 e 1992). In particolare sono state eseguite validazioni su dataset internazionali, sia per situazioni convettive e neutre che in casi di calma di vento e forte stabilità, che hanno consentito lo sviluppo di algoritmi ad hoc per il trattamento di queste condizioni dove altri modelli più semplici mostrano debolezze.

Le prime applicazioni del codice SPRAY in terreno complesso sono state effettuate in condizioni controllate contro i dati di galleria a vento dell'esperimento EPA (Tinarelli et al., 1994). Questo tipo di elaborazioni ha consentito una prima messa a punto del codice su terreno complesso, che ha fornito risultati notevoli riproducendo l'esperimento in maniera estremamente soddisfacente. A partire da questa validazione il codice, accoppiato ai modelli MINERVE e SurfPro, è stato utilizzato in numerosi studi. Alcuni di questi erano volti a dimostrare la maggiore qualità fornita da un modello a particelle rispetto ad approcci alternativi più semplici, come modelli gaussiani o modelli a traiettorie, in presenza di un limitato numero di sorgenti. Tra questi si possono citare i lavori di verifica dell'impatto della Centrale Termoelettrica di Sostanj, in Slovenia (Boznar et al., 1994) e la ricostruzione della dispersione di inquinanti in valli alpine (Anfossi et al. 1998, Desiato et al., 1998). Successivamente sono stati prodotti studi scala temporale climatologica annuale (Finardi et al., 1998, Brusasca et al. 2001), mettendo in evidenza i problemi generati dal modello gaussiano nelle situazioni di impatto con l'orografia e la più corretta descrizione da parte del modello a particelle.

La suite modellistica è stata inoltre implementata in sistemi di controllo automatico dell'inquinamento in aree industriali quali ad esempio quelle di Marghera (VE), Brindisi, Taranto (progetto SIMAGE, Nordvik e Brusasca, 2004) e Priolo (SR) (Brusasca et al, 2004), la Centrale nucleare di Krsko in Slovenia (Breznik et al, 2002) e la discarica di rifiuti tossici nocivi di Barricalla (Pacitti et al. 1997).

L'area di applicazione della suite modellistica si è inoltre allargata a situazioni complesse a scala provinciale o regionale, nelle quali è prevista l'integrazione con reti di monitoraggio ed inventari di emissioni. In questi casi il sistema modellistico è stato utilizzato sia per la ricostruzione di situazioni reali che per la realizzazione di scenari. Il quantitativo di emissioni considerate in queste applicazioni risulta notevolmente differente rispetto ai casi descritti in precedenza aumentando in misura considerevole e raggiungendo in alcuni casi il numero di alcune migliaia. Tra le diverse applicazioni di questo tipo si possono citare quelle relative ad ARPA Valle d'Aosta (Pession et al., 2005) e Piemonte (Calori et al, 2003), Provincia di Torino (Cuffini et al., 2000) e comune di Taranto (Gariazzo et al., 2005).

La suite modellistica in oggetto, è stata inoltre utilizzata per la realizzazione di scenari che consentono una valutazione di impatto di opere progettate o in funzione. Tra questi lavori si possono citare lo studio di impatto del progettato tunnel e del Passante di Mestre, la valutazione modellistica della dispersione e della ricaduta al suolo degli inquinanti emessi dal traffico veicolare lungo la Val di Susa (Nanni et al. 1996), l'autostrada A22 per il progettato tunnel di base del Brennero e la verifica dell'impatto del transito di un diverso numero di TIR a seguito della riapertura del tunnel del Monte Bianco (Pession et al., 2005).

Riassumendo, la suite modellistica Minerve-SurfPro-Spray mostra una notevole versatilità ed affidabilità, ponendosi come uno strumento adattabile a diverse situazioni complesse dove i modelli gaussiani più semplici mostrano carenze strutturali, riuscendo a fornire in questi casi migliori stime attraverso una rappresentazione dei fenomeni più naturale ed intuitiva.

### **Configurazione del sistema modellistico**

Analogamente a quanto già fatto per il progetto definitivo approvato, il sistema modellistico utilizzato è basato sui modelli Swift/Minerve, SurfPro e Spray. I primi due codici hanno permesso la ricostruzione dei campi meteorologici sul dominio target alla risoluzione richiesta di 500 m, mentre con il terzo è stata simulata la dispersione atmosferica e sono state calcolate le concentrazioni al suolo delle sostanze emesse dalle varie sorgenti considerate in celle di 250 m di risoluzione orizzontale.

Nel capitolo precedente sono già stati presentati i domini a scala locale sui quali sono state effettuate le simulazioni. Sia le informazioni territoriali (orografia, uso del suolo) che i campi meteorologici impiegati nello studio di dispersione hanno una risoluzione orizzontale di 500 m, sono cioè definiti sui nodi di un grigliato orizzontale di punti regolare avente passo spaziale di 500 m. Questo livello di risoluzione costituisce un ragionevole compromesso tra la necessità di descrivere situazioni di flusso in condizioni orografiche complesse (in particolare per la presenza di valli relativamente strette) e la necessità di contenere i tempi di calcolo per la realizzazione delle simulazioni.

Il database meteorologico tridimensionale ad 1 km di risoluzione orizzontale più recente disponibile presso Arpa Piemonte è relativo all'anno 2010: a partire da questo, mediante il codice Swift/Minerve, sono stati ricostruiti 8761 campi meteorologici tridimensionali orari nel periodo 1/1/2010 00:00 - 31/12/2010 24:00 alla risoluzione di 500 m. Il codice Swift/Minerve ricostruisce il campo di vento alla risoluzione richiesta applicando l'equazione di continuità, che tiene conto delle costrizioni al flusso generate dalla presenza di una topografia a più elevata risoluzione. Il risultato è un flusso più fedele alla realtà nelle simulazioni a scala locale, in grado di tenere conto di effetti di incanalamento nelle situazioni con conformazioni orografiche più complesse, come le valli più profonde. Il campo di vento risultante contiene anche effetti dovuti alla quota o all'esposizione (venti sulle cime più elevati e valori più bassi o calme di vento nelle zone a fondovalle).

Per la generazione del campo tridimensionale di vento e temperatura è stato utilizzato un grigliato verticale di 15 punti sulle seguenti quote in metri (che rappresentano i livelli terra in following in metri)

0, 10, 32, 62, 105, 180, 305, 500, 800, 1100, 1450, 1800, 2600, 3600, 5000

I campi così definiti sono stati quindi passati al codice Swift/SurfPro per il calcolo dei campi bidimensionali orari delle seguenti variabili di scala della turbolenza:

- velocità di frizione  $u^*$
- lunghezza di Monin Obukhov  $L$
- altezza dello strato limite  $H_{mix}$
- velocità convettiva di scala  $w^*$

tenendo conto delle caratteristiche del terreno dati da una matrice di uso del suolo, alla risoluzione target di 500 metri. Le matrici di uso del suolo sono dedotte dal dataset europeo Corine a 44 classi (EEA Data Service) secondo una rappresentazione a 21 classi ricavata per accorpamento di alcune categorie.

Per la stima dei parametri di scala della turbolenza sono stati anche utilizzati i dati di radiazione dedotti dal database meteorologico in input, per correggere la radiazione solare teorica.

Il codice SPRAY che riceve in input i campi di vento, temperatura e turbolenza provenienti da SurfPro, riproduce la dispersione delle emissioni da sorgenti areali, che rappresentano i cantieri e le aree di scavo, e da sorgenti lineari, cioè i percorsi stradali utilizzati per la movimentazione dei materiali, delle terre di scavo e per lo spostamento delle maestranze.

Per ognuna delle sorgenti sono stati calcolati i flussi di massa per ciascuna delle specie considerate ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ ), tenendo conto delle modulazioni temporali (turni di lavoro e chiusure) previsti nel cronoprogramma di avanzamento.

L'emissione è simulata mediante la generazione di particelle virtuali con frequenza di 120 s ad una quota compresa tra il suolo ed un'altezza massima di 20 metri, cioè nella prima cella del dominio verticale di calcolo. Ogni particella trasporta una porzione di massa per ognuna delle specie emesse prese in considerazione.

La suite di codici Swift/Minerve-SurfPro-SPRAY è stata utilizzata in una configurazione tale da ottenere simulazioni su scala climatologica annuale. I modelli sono cioè stati richiamati in cascata con frequenza oraria. All'interno di ogni periodo di un'ora, le particelle vengono campionate ogni 30s per alimentare il campo di concentrazione per le tre specie considerate. Al termine di ogni ora, viene effettuata un'operazione di media ed il risultato viene salvato in un file di output. Con approccio conservativo, non sono stati considerati i fenomeni di deposizione secca ed umida.

Le concentrazioni al suolo sono state calcolate su un grigliato di celle avente dimensioni orizzontali di 250 m e verticale di 20 m. Lo stato finale di ogni ora (posizione, velocità e masse associate ad ogni particella) viene utilizzato per inizializzare il run dell'ora successiva. In questo modo, la simulazione è continua durante tutto il periodo annuale e descrive l'evoluzione spazio-temporale degli inquinanti emessi.

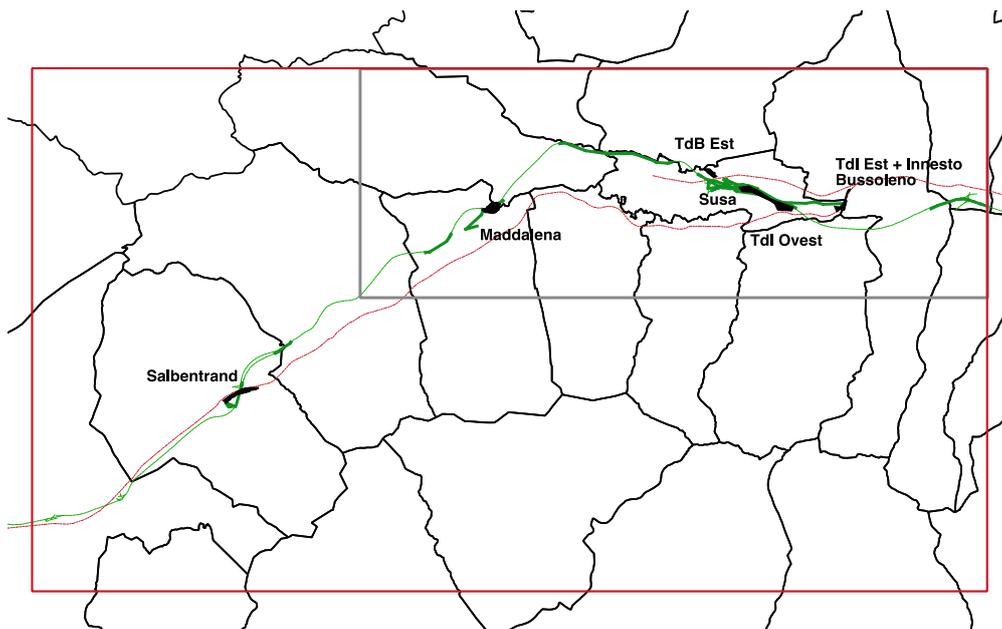
In output, è stata dunque ottenuta la sequenza temporale di 8761 campi di concentrazione orari per ogni specie inquinante: a partire da questi dati orari sono infine stati calcolati gli indicatori statistici da confrontare con i limiti normativi.

### **Spazializzazione e modulazione temporale delle emissioni**

Con il codice SPRAY, che riceve in input i campi orari di vento, temperatura e turbolenza provenienti da SurfPro, è stata simulata la dispersione delle emissioni dalle sorgenti areali, che rappresentano i cantieri e le aree di scavo agli imbocchi, e dalle sorgenti lineari, che rappresentano i percorsi seguiti per la movimentazione dei materiali e delle terre di scavo, oltre che delle maestranze. Nel progetto considerato, la movimentazione su ferro avverrà esclusivamente con motrici elettriche e pertanto non sono state considerate emissioni associate al trasporto con i treni dal cantiere di Salbertrand verso i siti di Caprie e Torrazza Piemonte.

Le emissioni stimate per gli anni (anno 5 e anno 7) considerati più significativi per la verifica del rispetto dei valori limite della qualità dell'aria hanno dovuto essere distribuite nello spazio e modulate nel tempo in modo da conformarsi alle risoluzioni spaziale e temporale del modello di dispersione.

La **Figura 23** mostra un quadro di insieme delle aree dove si svolgeranno le attività previste dalla variante in esame.

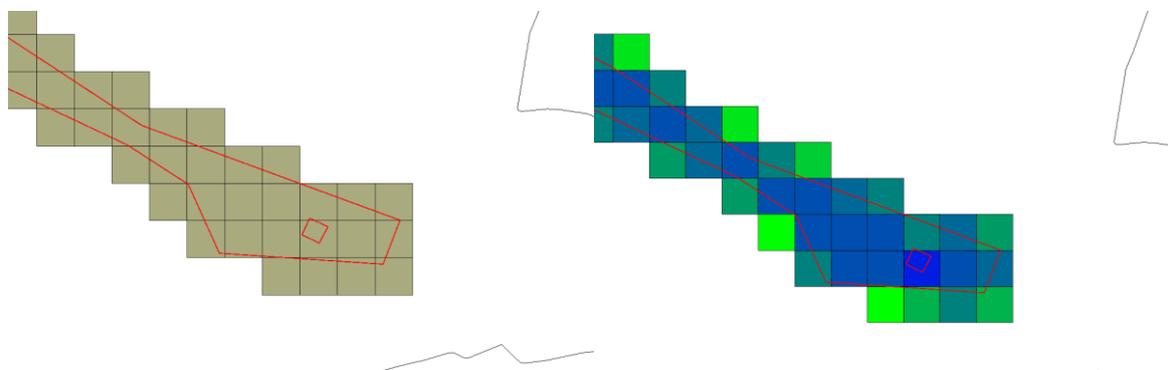


**Figura 23** – Localizzazione delle sorgenti considerate nel dominio di calcolo: aree di cantiere (in nero) e tracciati a cielo aperto associati al trasporto su gomma (in verde spesso). Sono anche indicati il tracciato completo dell'autostrada (in verde sottile), inclusi i tratti in galleria, e della linea ferroviaria esistente (in rosso sottile), l'estensione del dominio usato nello studio del progetto definitivo approvato (in grigio)

Le emissioni stimate per le attività di cantiere, incluse le emissioni agli imbocchi e quelle dei mezzi di bagnatura operanti nelle aree di lavoro, sono state associate alle aree di cantierizzazione secondo i layout previsti nella variante al progetto definitivo.

Dal punto di vista spaziale, a partire dai poligoni che definiscono le varie aree di cantiere, le sorgenti areali hanno dovuto essere ricondotte ad elementi di forma più semplice (quadrati di lato 100 m). Le emissioni sono quindi state attribuite ai vari elementi in maniera proporzionale all'area intersecata del poligono originale che rappresenta il cantiere.

Come già per il progetto definitivo approvato le emissioni associate ai fronti di scavo, nel PRV limitati al cantiere della Maddalena e del Tunnel di Interconnessione, sono state attribuite ad una specifica sorgente areale in corrispondenza di ciascun imbocco (in **Figura 24** è rappresentato il caso dell'imbocco Ovest del Tunnel di Interconnessione).



**Figura 24** – Definizione degli elementi areali di emissione nel caso del cantiere all'Imbocco Ovest del Tunnel di Interconnessione. A destra, la distribuzione dell'emissione totale avviene tenendo conto della frazione di area occupata dal cantiere (minimo verde, massimo blu)

Le emissioni stimate per il trasporto di materiali e maestranze su gomma sono state associate alle sorgenti lineari nei tratti percorsi a cielo aperto, rappresentati in verde (spesso) nella **Figura 23**. Con approccio cautelativo, le emissioni corrispondenti ai tratti in galleria presenti sull'autostrada A32 (riportate nel tracciato completo tratteggiato in verde nella figura) sono state ripartite equamente tra i due imbocchi, senza considerare la deposizione degli inquinanti che si verifica nei tratti coperti.

Come già detto, nella variante attuale non sono più simulate emissioni lineari associate al trasporto ferroviario. Il trasporto su ferro con locomotiva diesel sarà infatti limitato alla movimentazione dei vagoni presso il cantiere industriale di Salbertrand e ai tronchini di collegamento alla rete principale, previsti per il conferimento dello marino ai siti di Torrazza Piemonte e Caprie, già considerati nel progetto definitivo approvato.

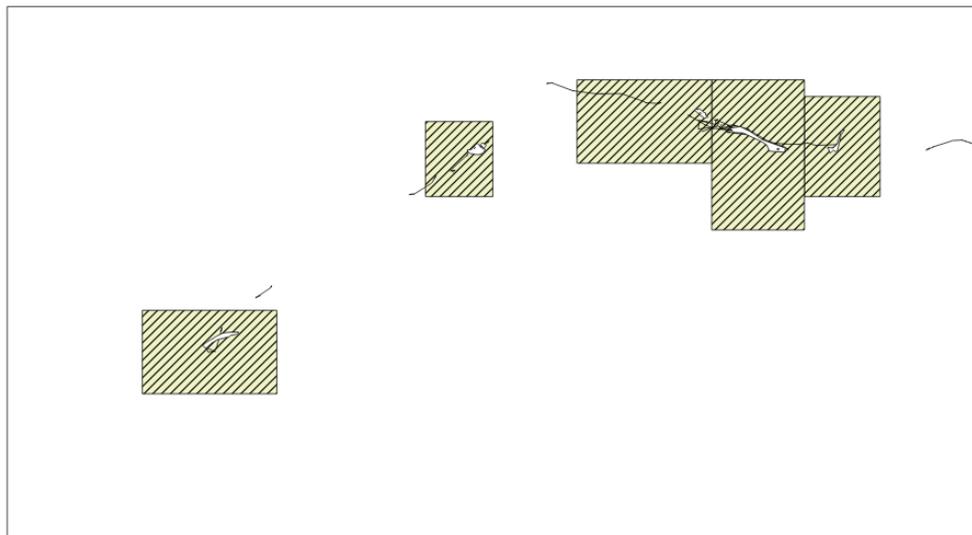
Dal punto di vista temporale, in coerenza con i cronoprogrammi di lavoro, si è assunta l'ipotesi che le attività in corrispondenza delle aree dei cantieri operativi e degli imbocchi dei tunnel si svolgano 24 ore su 24, 7 giorni della settimana su 7, 12 mesi su 12. Nell'area di Susa Autoporto e nel cantiere industriale di Salbertrand invece le attività si distribuiscono nell'arco della giornata su 16 ore, dalle ore 6 alle 22. Nello stesso orario, ma limitatamente ai giorni feriali, circolano i mezzi pesanti.

### **Presentazione dei risultati**

Il codice SPRAY consente di etichettare le particelle emesse dalle varie sorgenti considerate e di calcolare i campi di concentrazione al suolo prodotti dalle singole sorgenti che insistono nel dominio di calcolo. Nel caso in esame, essendo state trascurate le trasformazioni chimiche che possono interessare gli inquinanti emessi, questa opzione ha permesso di descrivere in maniera più realistica lo sfasamento temporale delle attività di cantierizzazione.

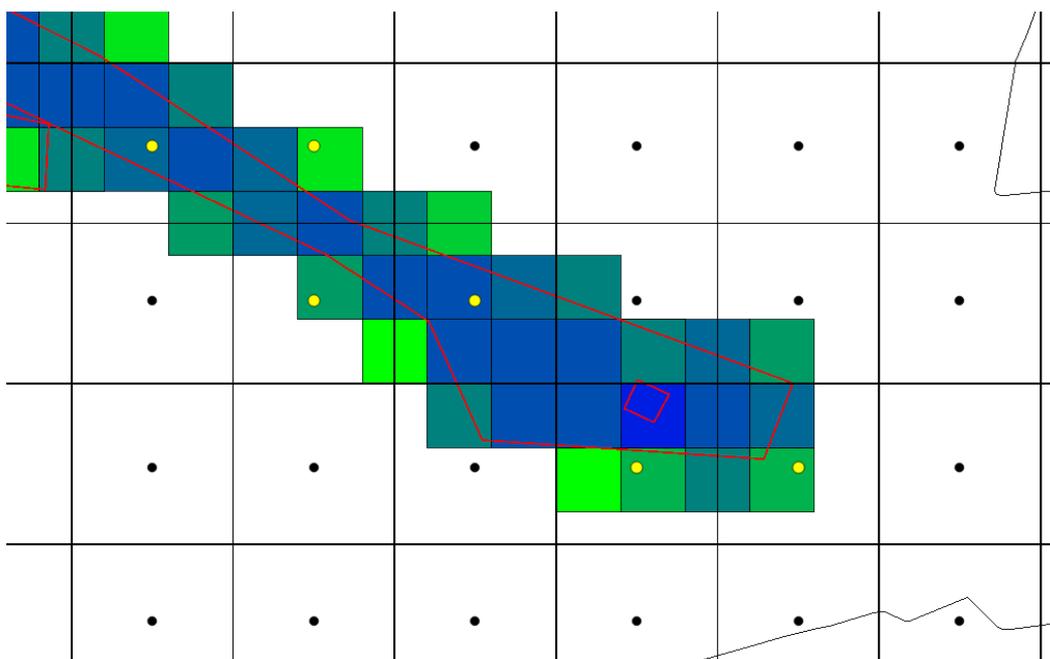
Poiché i lavori interesseranno un'area di notevole estensione, si è ritenuto importante fornire nelle mappe sia l'informazione sull'impatto *complessivo* dei diversi siti, rappresentata dalle isoaree di concentrazione, che quella relativa all'impatto *locale*, rappresentata dai valori massimi relativi in corrispondenza di ogni area interessata dalla cantierizzazione.

A questo fine, per ogni sito, sono state definite delle aree di impatto locale, rappresentate nella figura seguente:



**Figura 25** – Estensione dei domini utilizzati per il calcolo dei punti di massima ricaduta “locali”, riportati nelle mappe di impatto

In ciascun dominio, sono quindi stati determinati i punti di massima ricaduta, all'esterno del perimetro del cantiere, in sintonia con quanto previsto all'art. 2 dell'Allegato III del D.Lgs. 155/2010. In pratica, sono stati trascurati i punti griglia che intersecano i poligoni utilizzati per definire la base emissiva (vedi **Figura 26**). È opportuno sottolineare però che, per effetto della spazializzazione delle emissioni areali su un reticolo di 100 m di lato e della risoluzione spaziale delle simulazioni condotte, è difficile classificare rigorosamente i punti griglia *esterni* alle aree di cantiere, come appare ben evidente nell'immagine seguente in cui alcune celle considerate esterne sono occupate quasi per la metà da sorgenti emittenti.



**Figura 26** – Metodologia per la definizione dei valori di concentrazione esterni alle aree di cantiere: i punti rappresentano i centri della cella di calcolo delle concentrazioni (di passo 250 m). Sono stati considerati interni ai cantieri tutti i centri che intersecano le sorgenti areali (di colore giallo nella figura)

In generale, se consideriamo la concentrazione media annuale degli inquinanti, le massime ricadute interessano proprio zone contigue alle aree di cantierizzazione. Può però accadere che in alcune ore dell'anno si verifichino sporadici impatti con la topografia più complessa, con massimi orari abbastanza elevati anche lontano dalle sorgenti di emissione considerate.

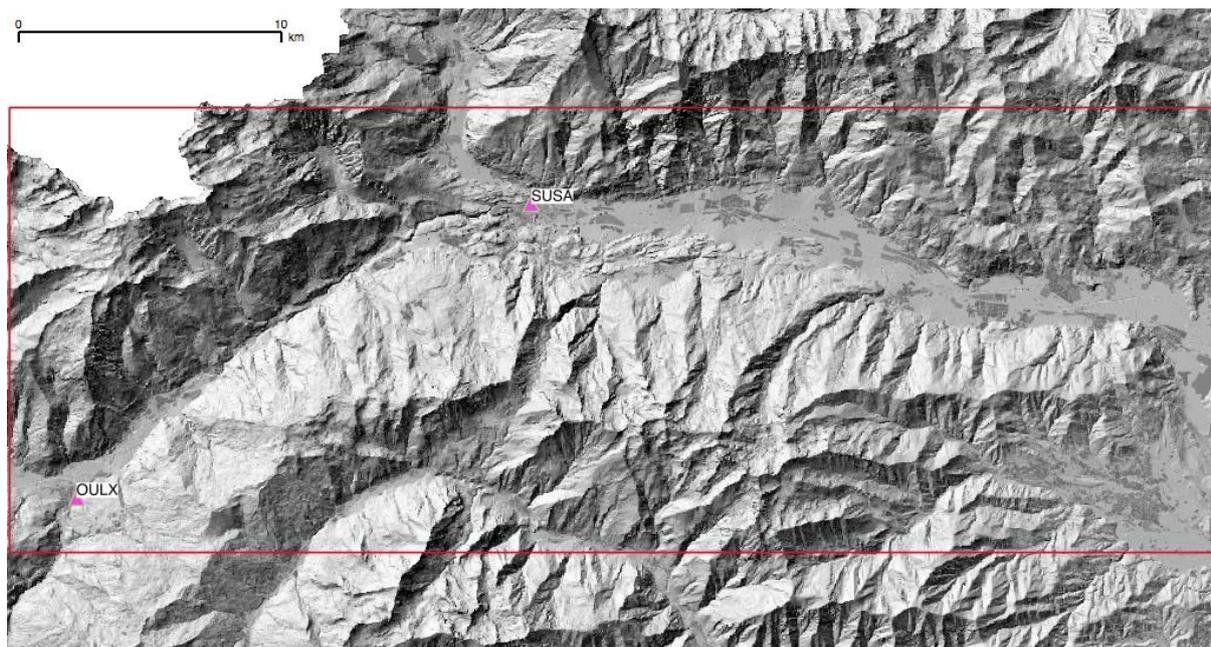
### **Caratterizzazione dei valori di fondo della qualità dell'aria**

Per verificare il rispetto dei valori limite previsti dalla normativa vigente, le mappe dell'impatto stimato negli anni 5 (rappresentativo di una situazione di massima attività con la maggior parte delle aree di cantiere attive) e 7 (rappresentativo delle lavorazioni che interesseranno il cantiere del TdB est, lato Susa, nella variante in esame) devono essere accompagnate dalle corrispondenti mappe di impatto cumulato: anche in questo studio pertanto le ricadute dei cantieri della linea NLTL sono state sommate ai valori di fondo derivati dalla valutazione modellistica della qualità dell'aria (VAQ), effettuata per conto della Regione Piemonte, e forniti dall'Area Previsione e Monitoraggio dell'Arpa a TELT per l'anno 2010, scelti concordemente alla meteorologia considerata.

Il sistema modellistico predisposto per la VAQ è basato su un modello di chimica e trasporto euleriano, in grado di produrre con frequenza oraria i campi di concentrazione di inquinanti, primari e secondari, in un dominio con risoluzione orizzontale di 4 km.

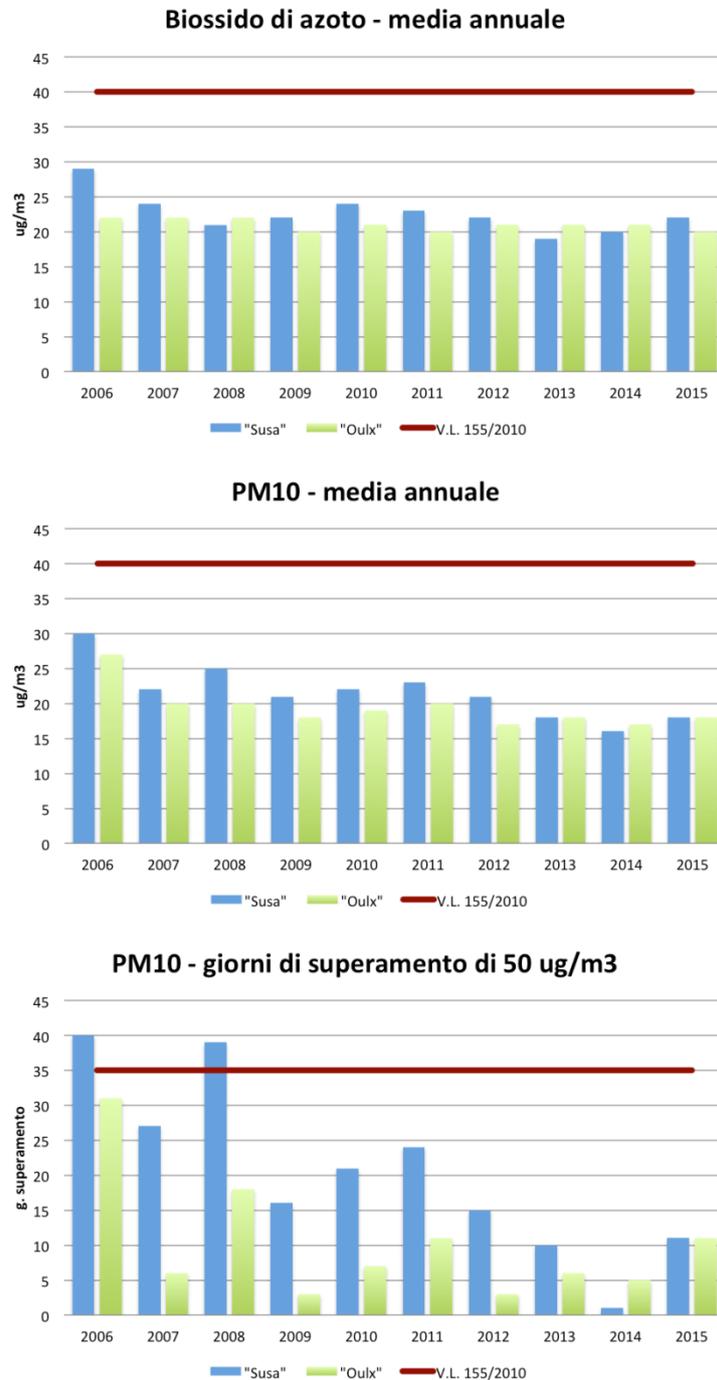
Oltre a coprire con omogeneità il territorio, i campi di concentrazione ottenuti per via modellistica si prestano bene a descrivere lo stato di fondo della qualità dell'aria perché contengono le informazioni 'medie' rappresentative della cella di simulazione, a differenza della misura di una centralina di monitoraggio, necessariamente influenzata dalla presenza di eventuali fonti di emissione locale e/o temporanea. I dati forniti da Arpa Piemonte contengono comunque una 'correzione' della pura stima modellistica, infatti i dati sperimentali restituiti dalla rete di monitoraggio nell'anno 2010 sono stati 'assimilati', garantendo una maggiore aderenza della ricostruzione dello stato della qualità dell'aria alla realtà.

Nell'area considerata in questo studio sono presenti due centraline di monitoraggio della qualità dell'aria: una a Susa (classificata come sito di fondo suburbano) e una a Oulx (classificata come sito di traffico suburbano).



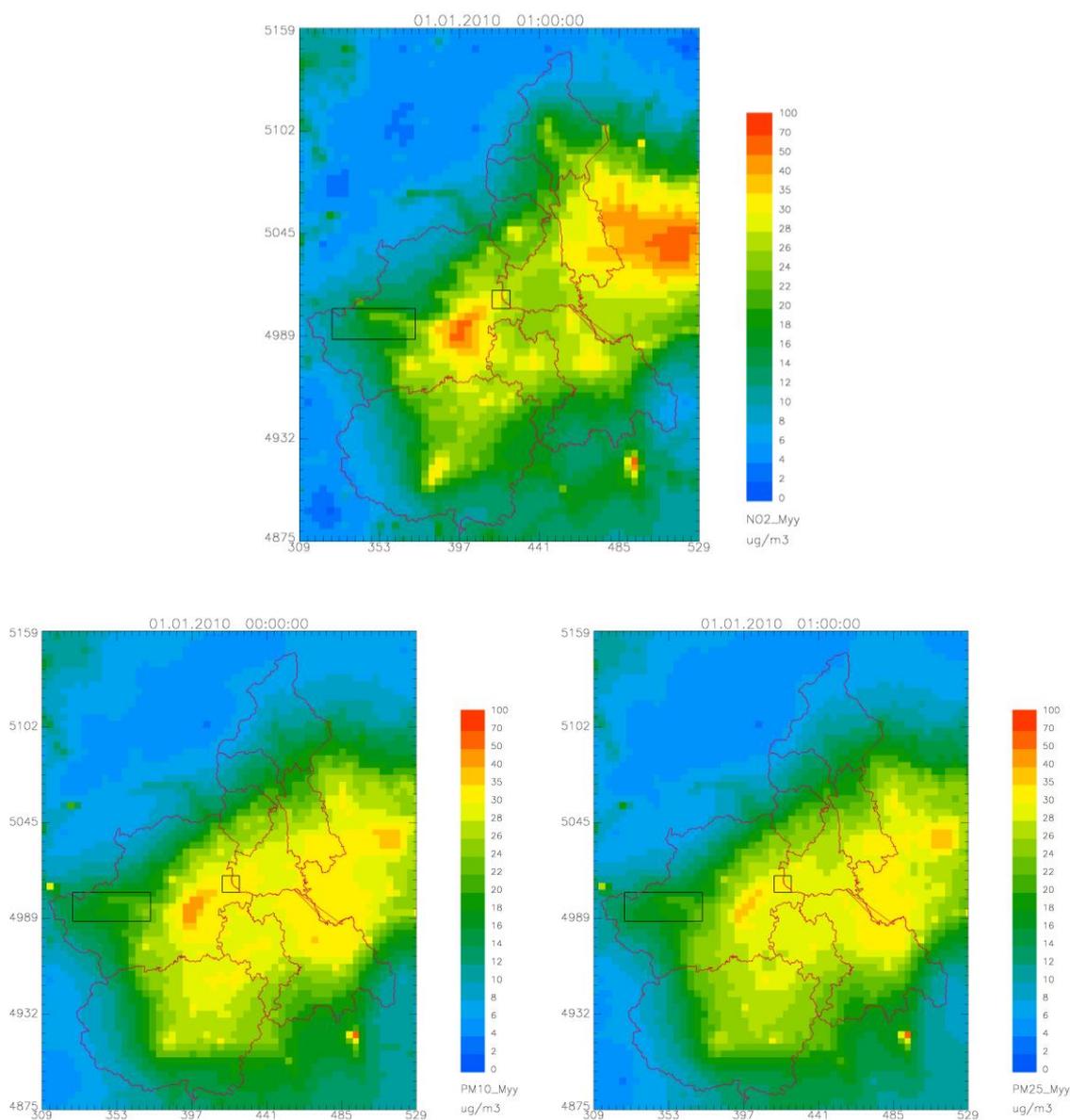
*Figura 27 – Localizzazione delle centraline fisse della rete di monitoraggio della qualità dell'aria gestita da Arpa Piemonte nell'area della Val di Susa (Sfondo cartografico: Regione Piemonte)*

Nelle figure seguenti sono riportate le serie storiche delle concentrazioni di biossido di azoto e PM<sub>10</sub> misurate da Arpa Piemonte nel decennio 2006-2015, mentre non ci sono misure per il PM<sub>2.5</sub>:



**Figura 28** – In alto: serie storiche delle concentrazioni medie annuali di biossido di azoto nei siti di Susa e Oulx; al centro: serie storiche delle concentrazioni medie annuali di PM<sub>10</sub>; in basso: numero di superamenti del livello di 50 µg/m<sup>3</sup> giornalieri. In rosso sono indicati i valori limite fissati dal D. Lgs. 155/2010. (Fonte dati: Arpa Piemonte)

Nei due siti non si riscontrano particolari criticità con riferimento ai valori limite vigenti. Per il biossido di azoto i valori medi annuali sono dell'ordine del 50% del limite, mentre non ci sono superamenti del limite orario (figura non riportata). La serie temporale del biossido di azoto non mostra un chiaro andamento nel corso del decennio, a differenza di quella del PM<sub>10</sub>, dove è ben riconoscibile un miglioramento, in particolare per quanto riguarda il numero di superamenti della soglia giornaliera di 50 µg/m<sup>3</sup> che, a partire dal 2008, è sempre stato inferiore al valore limite di 35. La **Figura 28** mostra anche che la scelta del 2010 per la caratterizzazione del fondo è piuttosto conservativa, dal momento che in quell'anno sono state misurate le concentrazioni più alte rispetto agli anni più recenti, ad eccezione del 2011 (e per il solo PM<sub>10</sub>).

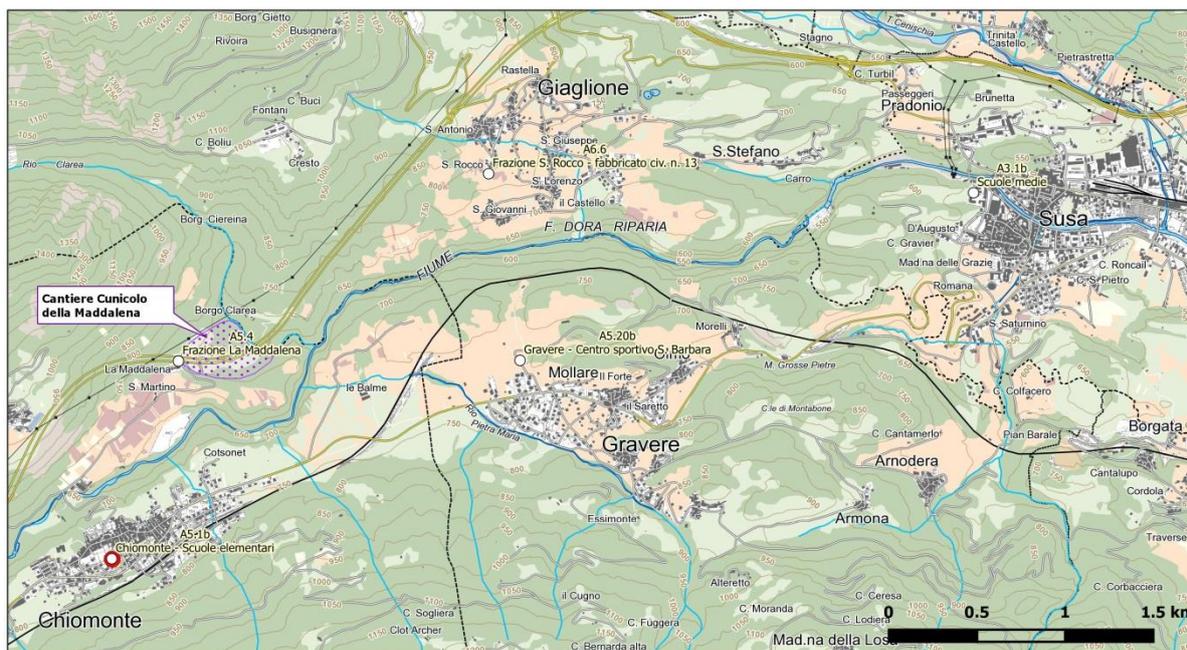


**Figura 29** – Concentrazioni medie annuali di biossido di azoto (in alto), di PM<sub>10</sub> (in basso a sinistra) e PM<sub>2.5</sub> (in basso a destra) nell'anno 2010 (Fonte Arpa Piemonte). In nero sono indicate le aree interessate dalle opere di cantierizzazione e deposito della NLTL, in rosso i confini delle province piemontesi

Le mappe di concentrazione medie annuali per il 2010 (riportate in **Figura 29**) forniscono una visione di insieme dell'area vasta: il biossido di azoto (in alto) mostra maggiori disomogeneità e ha valori più alti in corrispondenza delle aree densamente urbanizzate e delle infrastrutture stradali, con un evidente superamento del valore limite ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nelle aree metropolitane di Torino e Milano. Le polveri hanno una distribuzione più omogenea, con un superamento meno marcato del valore limite ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per il  $\text{PM}_{10}$  a sinistra e  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per il  $\text{PM}_{2.5}$  a destra) sempre in corrispondenza dei capoluoghi. Nella Val di Susa non si evidenziano particolari criticità, sebbene ci sia un gradiente positivo in direzione della pianura anche a causa della vicinanza dell'area metropolitana torinese. Il rapporto  $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$  dei campi modellati nelle aree oggetto di questo studio è superiore a 0.9, indicando una dominanza della componente secondaria del particolato.

Infine, i valori modellistici utilizzati per la caratterizzazione del fondo ambientale, sono stati confrontati con i valori raccolti nel piano di monitoraggio ambientale del cunicolo esplorativo della Maddalena, con estensione temporale almeno annuale. Solo il parametro  $\text{PM}_{10}$  è misurato in continuo, mentre per gli altri inquinanti sono previste campagne di misura trimestrali. Nella figura seguente sono indicati i punti di misura del  $\text{PM}_{10}$ :

## Punti monitoraggio atmosfera



### Punti monitoraggio LTF - Staz. di sorveglianza

- Polveri
- Cantiere La Maddalena

### Punti monitoraggio ARPA

- Qualità aria, Polveri

**Figura 30** – In bianco sono indicati i punti in cui sono collocati i misuratori, funzionanti in continuo, delle concentrazioni di  $\text{PM}_{10}$  concordati per il monitoraggio del cantiere del cunicolo esplorativo della Maddalena (Fonte immagine Arpa Piemonte: [www.arpa.piemonte.gov.it/approfondimenti/grandi-opere/torino-lione/nltl/dati-arpa-1/atmosfera-1/atmosfera](http://www.arpa.piemonte.gov.it/approfondimenti/grandi-opere/torino-lione/nltl/dati-arpa-1/atmosfera-1/atmosfera)).

Le misure relative all'ante operam sono riferite a periodi compresi tra quaranta e sessanta giorni e non sono quindi confrontabili con gli indicatori previsti dal D. Lgs. 155/2010. In

corso d'opera, invece, le serie temporali di acquisizione dei dati sono disponibili con frequenza giornaliera a partire da metà del 2013: sono stati pertanto confrontati con il fondo modellistico i dati relativi al 2014, al 2015 e 2016. Nella tabella seguente sono riportati i valori misurati nei punti di monitoraggio e i corrispondenti valori del fondo modellistico Arpa 2010 che sono stati usati per stimare l'impatto cumulato in questo studio:

		A3.1b Susa - Savoia	A5.1b Chiomonte - Augusto	A5.4 Maddalena - Cantiere	A5.20b Gravere - S. Barbara	A6.6 Giaglione
<b>2014</b>	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	22	22	25	20	22
	n. superam.	12	6	14	4	11
<b>2015</b>	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	20	20	25	19	20
	n. superam.	10	9	15	9	14
<b>2016</b>	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	20	20	23	19	20
	n. superam.	11	7	6	6	10
	Fondo 2010	20	18	18	20	20
	n. superam.	14	12	12	14	14

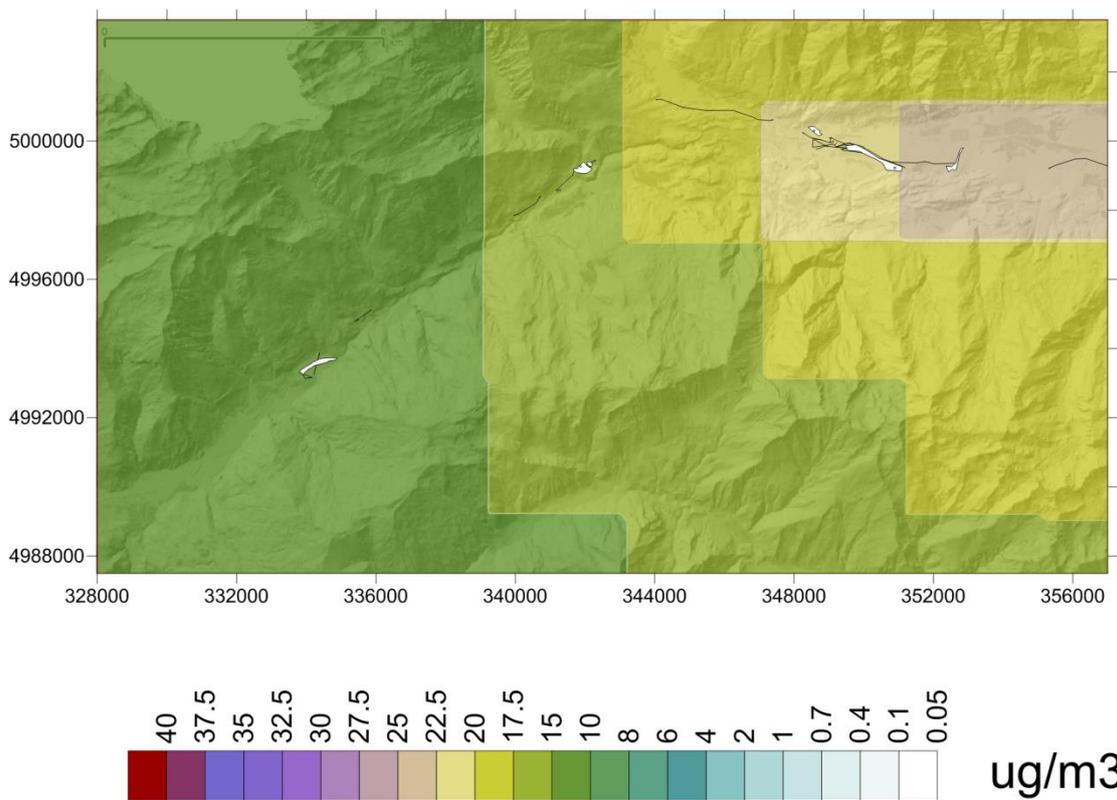
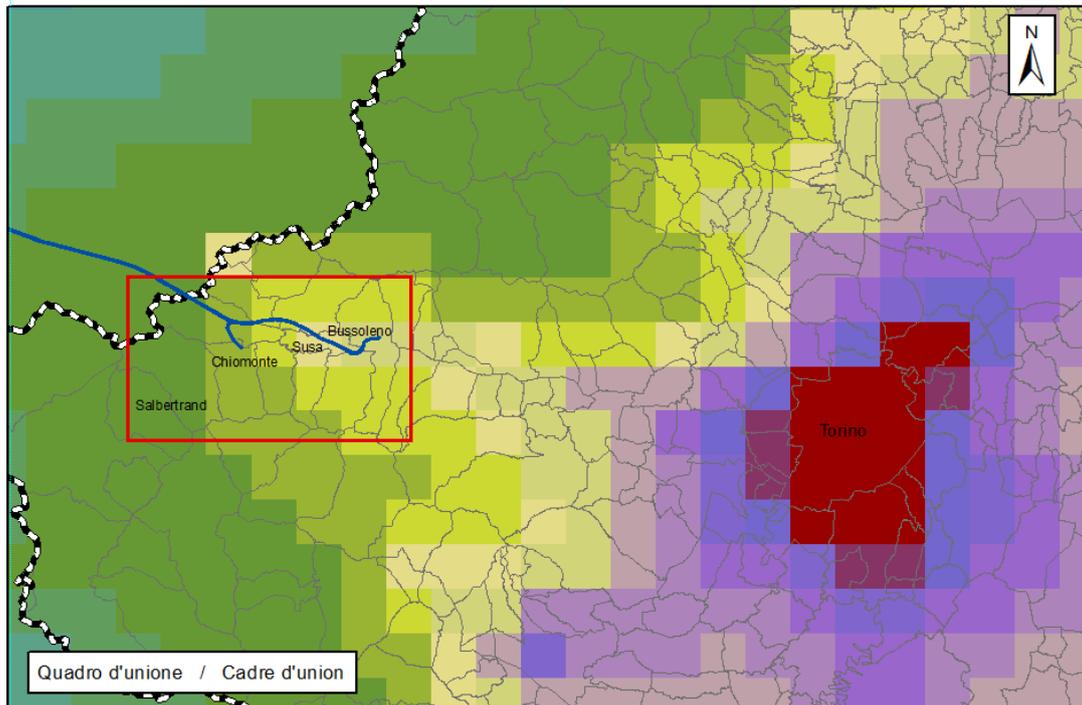
**Tabella 45** - Concentrazioni di  $\text{PM}_{10}$  nei punti di monitoraggio del cantiere del cunicolo esplorativo della Maddalena e confronto con i valori di fondo modellistico utilizzati in questo studio

Tra i punti di monitoraggio è stato considerato anche il sito A5.4, in prossimità del confine del cantiere, per il quale non si applicano i limiti previsti per la tutela della salute (D. Lgs. 155/10), non essendo un sito rappresentativo dell'esposizione della popolazione.

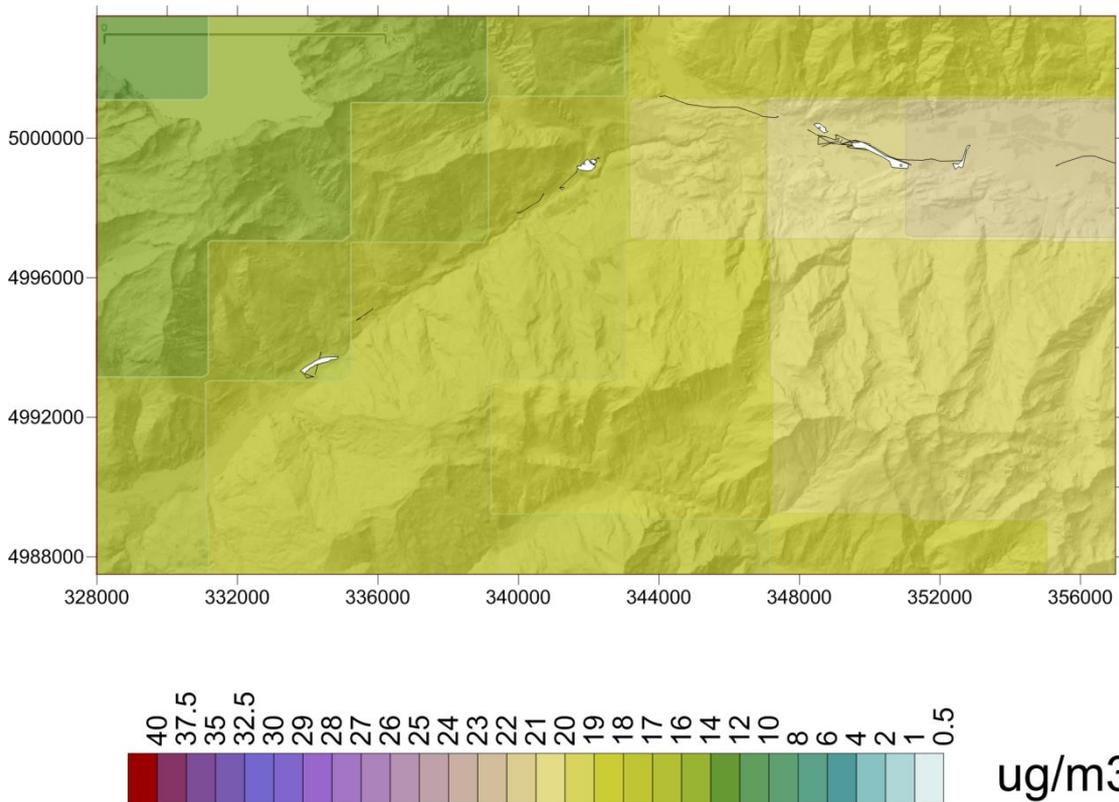
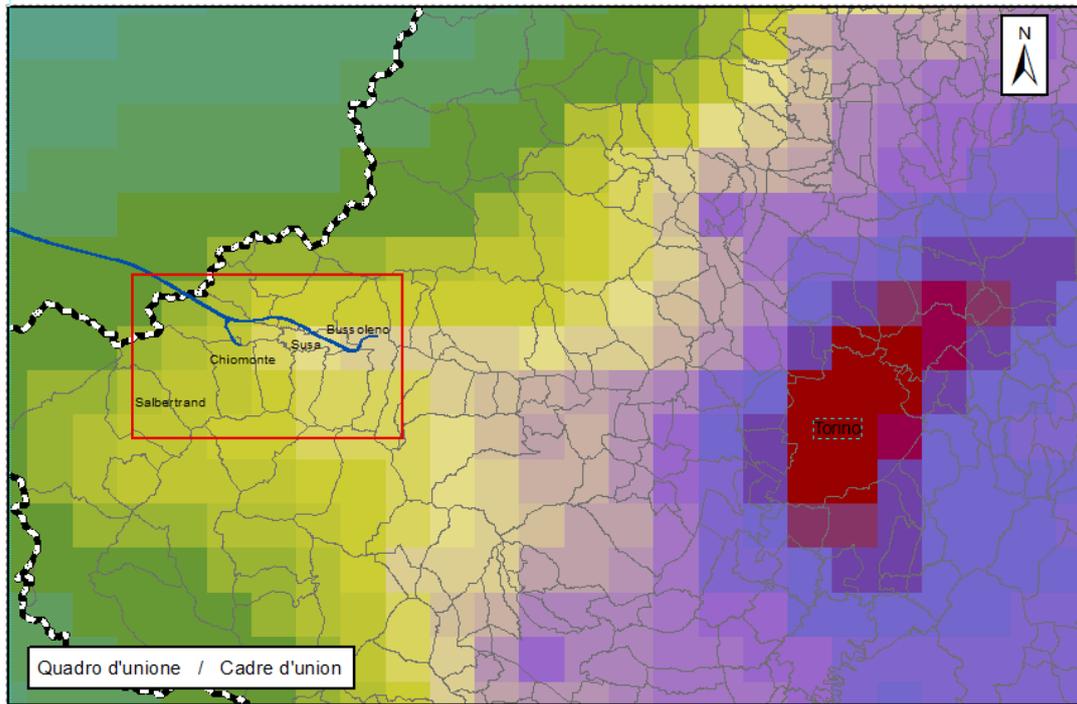
I punti di monitoraggio si distribuiscono in due celle dei campi modellistici di Arpa (VAQ 2010), che hanno una risoluzione in orizzontale di 4 km. I valori riportati mostrano che, pur trattando in maniera omogenea tutto ciò che ricade all'interno della stessa cella di lato 4 km, il modello di Arpa ricostruisce con buona verosimiglianza lo stato di fondo ambientale, con una leggera tendenza a sovrastimare il numero di superamenti della soglia giornaliera di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  rispetto a quanto osservato.

Per la valutazione dell'impatto cumulato che viene presentata nei paragrafi seguenti, è stato necessario riportare i campi VAQ 2010 dalla risoluzione originaria di 4 km alla risoluzione target di 250 m, in modo tale da avere per ogni punto della griglia di calcolo impiegata per lo studio di impatto un corrispondente valore di fondo.

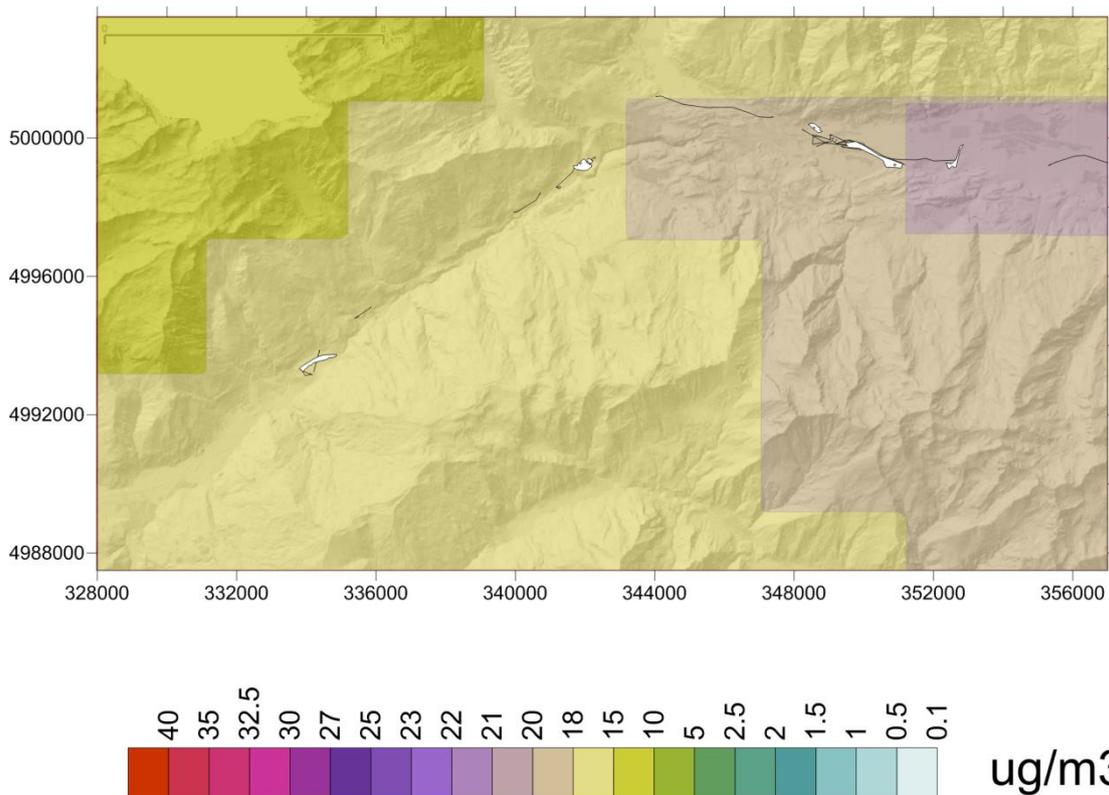
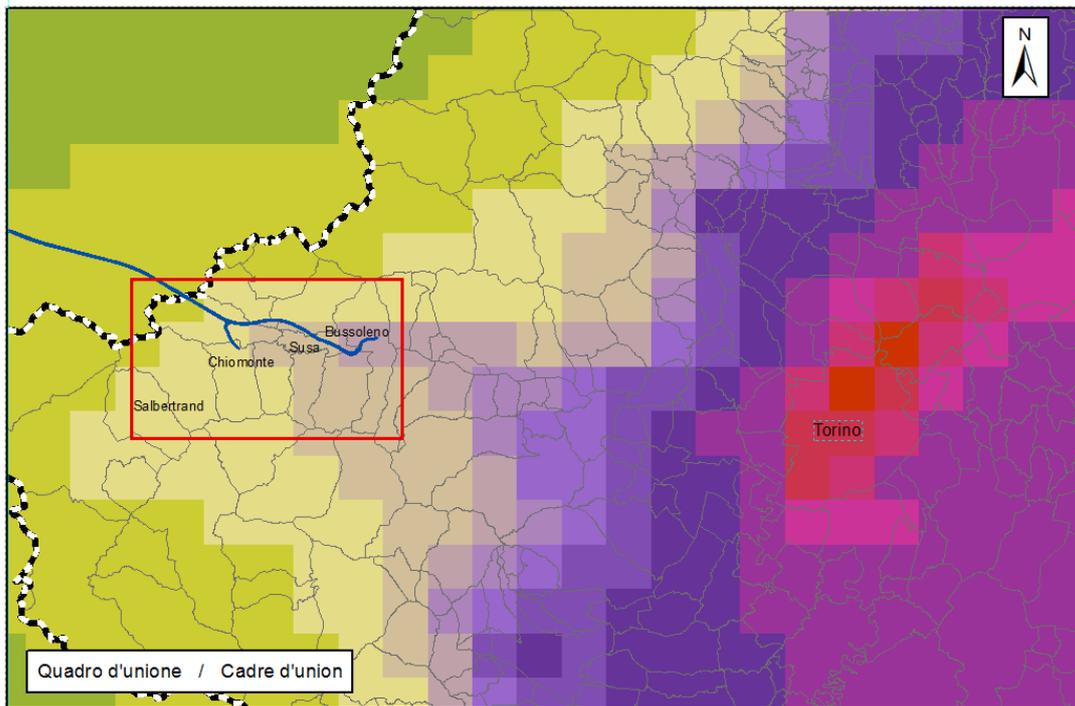
Nel fare questa operazione di discesa di scala non è stato implementato nessun algoritmo di interpolazione: ad ogni punto della griglia più fitta è stato associato il valore più vicino della griglia originale. A titolo esemplificativo sono riportati nelle figure seguenti i campi relativi al fondo, che mantengono evidentemente la memoria della griglia a 4 km.



**Figura 31** – Concentrazione media annuale di biossido di azoto nell'anno 2010: valori di fondo ambientale forniti da Arpa Piemonte e dettaglio nel dominio della Val di Susa (in basso). Il valore limite è pari a 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



**Figura 32** – Concentrazione media annuale di PM<sub>10</sub> nell'anno 2010: valori di fondo ambientale forniti da ARPA Piemonte e dettaglio nel dominio della Val di Susa (in basso). Il valore limite è pari a 40 µg/m<sup>3</sup>



**Figura 33** – Concentrazione media annuale di  $PM_{2.5}$  nell'anno 2010: valori di fondo ambientale forniti da ARPA Piemonte e dettaglio nel dominio della Val di Susa (in basso). Il valore limite, in vigore dal 1 gennaio 2015, è pari a  $25 \mu g/m^3$

Infine, per ogni indicatore di riferimento, i campi rappresentativi del fondo ambientale sono stati sommati ai campi simulati per la valutazione dell'impatto del cantiere in ogni nodo della griglia di calcolo.

Per la corretta determinazione dell'impatto cumulato degli eventi più critici (99.8 percentile delle concentrazioni medie orarie di biossido di azoto - che rappresenta il diciottesimo valore più alto di concentrazione oraria nell'anno - e 90.4 percentile delle concentrazioni medie giornaliere di PM<sub>10</sub> - che rappresenta il trentacinquesimo valore più alto di concentrazione giornaliera nell'anno) si dovrebbe effettuare una somma con i valori di fondo su base oraria, poiché, anche a parità di condizioni meteorologiche, non è detto che i valori più alti nelle concentrazioni di fondo si presentino contemporaneamente a quelli delle concentrazioni dovute alle attività di cantiere. In questo studio, l'impatto cumulato dei percentili è stato calcolato eseguendo la somma dei percentili dell'impatto netto e del fondo, che fornisce solo una indicazione qualitativa di quale potrebbe essere il contributo delle attività considerate al verificarsi di ulteriori superamenti dei valori limite di breve periodo, giornalieri o orari.

Un'ultima considerazione di carattere metodologico riguarda la lettura di alcune delle mappe di impatto cumulato, in cui la forma delle isoaree di concentrazione si discosta dal corrispondente risultato netto o la dislocazione dei punti di massima ricaduta "locale" non coincide tra impatto netto e impatto cumulato. A causa della presenza di un fondo disomogeneo, che ha valori via via crescenti spostandosi lungo la Val di Susa in direzione est verso l'area metropolitana di Torino, le mappe di impatto cumulato delle concentrazioni medie annuali possono presentare delle discontinuità che sono legate alla risoluzione delle concentrazioni di fondo, che manifestano un andamento a gradino in corrispondenza dei confini delle celle a 4 km. Per facilitare l'interpretazione dei risultati e la valutazione dell'entità delle ricadute, comunque, le mappe di impatto netto e impatto cumulato delle concentrazioni di inquinanti sono state inserite una di seguito all'altra con condivisione della chiave di colore.

### **Stima delle concentrazioni di Biossido di Azoto**

Il modello SPRAY, che tratta gli inquinanti come chimicamente inerti, non consente una valutazione delle concentrazioni di biossido di azoto, ma solo degli ossidi di azoto totali.

Per poter effettuare un confronto con i valori limite di protezione della salute, espressi in termini di concentrazioni di NO<sub>2</sub>, si può far ricorso a delle relazioni empirico-statistiche basate su dati sito-specifici, che indirettamente tengono conto dei livelli di ozono caratteristici del sito in esame (Denby, 2011).

In questo studio, le concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub> sono state calcolate a partire da quelle di NO<sub>x</sub> totali, applicando la relazione di Dewart-Middleton, descritta con più dettaglio nel paragrafo seguente.

#### ***7.2.4 Coefficienti per la stima del biossido di azoto***

La miscela inquinante NO<sub>x</sub> (ossidi di azoto) in aria è composta in massima parte di due gas, monossido (NO) e biossido (NO<sub>2</sub>) di azoto, in misura variabile che dipende tra l'altro dal sito, dalla meteorologia e dalla distanza dalle eventuali principali sorgenti. Infatti, negli ossidi di azoto, che sono un prodotto della combustione ad alta temperatura, l'NO è presente all'emissione in frazione preponderante (anche oltre il 90%), laddove la frazione di NO<sub>2</sub> tende ad aumentare velocemente mentre l'aria contenente il gas emesso è trasportata lontano dalla sorgente e l'NO tende a reagire chimicamente con l'ozono, risultando all'osservazione generalmente compresa tra il 25% ed il 75%.

Una relazione semiempirica dell'andamento di tale frazione in funzione dei livelli di NO<sub>x</sub> è stata stabilita da alcuni studi sulla base di una curva polinomiale di quarto ordine del logaritmo in base 10 della concentrazione di NO<sub>x</sub> (Derwent & Middleton, 1996, Dixon et al., 2000).

In sostanza, detta [NO<sub>2</sub>] la concentrazione di NO<sub>2</sub> (misurata in ppb o in µg/m<sup>3</sup>) e [NO<sub>x</sub>] la concentrazione in aria di NO<sub>x</sub> (misurata rispettivamente in ppb o in µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub>-equivalenti), è possibile stabilire la seguente relazione:

$$[NO_2]=[NO_x](a+bA+cA^2+dA^3+eA^4)$$

dove:  $A=\log_{10}([NO_x])$  ed i coefficienti  $a, b, c, d, e$  sono determinati empiricamente tramite regressione statistica della funzione sui dati misurati nel sito oggetto di studio.

Nel caso della Valle Susa, la ricostruzione della curva NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> è stata basata sui dati sperimentali misurati a cadenza oraria nella stazione di monitoraggio di Susa, relativamente all'anno 2009.

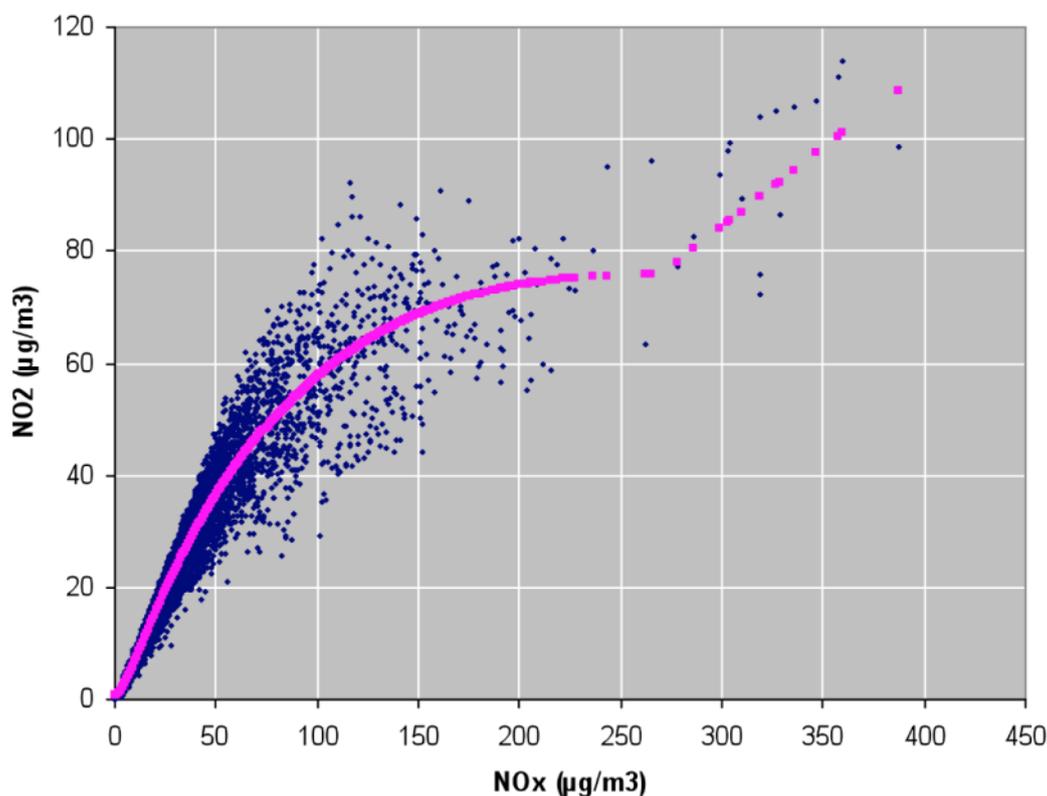
L'uso di un metodo per determinare valori statistici derivati come la concentrazione media annuale di NO<sub>2</sub> in funzione di quella di NO<sub>x</sub>, per via della non-linearità della curva utilizzata e del fatto che la percentuale di NO<sub>2</sub> in NO<sub>x</sub> risulta maggiore in corrispondenza delle concentrazioni minori, conduce ad una stima conservativa di tale parametro.

La **Figura 34** presenta l'andamento della curva ottenuta a partire dai dati registrati dalla centralina di monitoraggio della qualità dell'aria di Susa: all'aumentare della concentrazione di NO<sub>x</sub> (e dunque al diminuire della distanza da una potenziale sorgente) la frazione di NO<sub>2</sub> tende a diminuire drasticamente, passando per esempio circa dal 60% al 30% per concentrazioni di NO<sub>x</sub> rispettivamente pari a 100 µg/m<sup>3</sup> e 270 µg/m<sup>3</sup>. Poiché la consistenza statistica dei dati è debole per concentrazioni di NO<sub>x</sub> superiori a 270 µg/m<sup>3</sup>, oltre tale soglia la frazione di NO<sub>2</sub> in NO<sub>x</sub> è mantenuta costante.

I coefficienti di regressione ottenuti sono presentati nella tabella seguente:

<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	<b>e</b>
6.62E-01	-1.24E+00	2.31E+00	-1.27E+00	2.06E-01

**Tabella 46** – Coefficienti di regressione della curva NO<sub>x</sub>-NO<sub>2</sub>



*Figura 35 – Andamento della curva  $NO_2/NO_x$  (punti rosa) ricavata dai dati del monitoraggio in continuo della stazione di Susa per il 2009 (punti blu)*

### 7.2.5 Concentrazioni attese

#### Ossidi di azoto

In ottemperanza alla prescrizione n.30 della delibera CIPE 19/2015, gli ossidi di azoto, emessi da sorgenti mobili e fisse nelle aree di cantiere e dai mezzi utilizzati per la movimentazione di materiali e maestranze, sono state stimati ipotizzando l'adozione delle miglior tecnologie disponibili.

Come già per il progetto definitivo approvato, per derivare le concentrazioni di biossido di azoto, che è l'inquinante più rilevante per la qualità dell'aria nella protezione della salute umana ed è principalmente di natura secondaria, si è utilizzata una curva di regressione empirica, descritta nel paragrafo precedente e basata sulle concentrazioni locali misurate a Susa: a partire dalle concentrazioni orarie stimate per il parametro  $NO_x$ , sono state quindi derivate le concentrazioni orarie di  $NO_2$ , poi utilizzate per il calcolo degli indicatori statistici previsti dalla normativa vigente in materia di qualità dell'aria.

Nelle figure seguenti sono riportate le mappe di ricaduta per l'impatto netto e l'impatto cumulato per gli indicatori previsti dal D. Lgs. 155/2010. Per quanto riguarda il biossido di azoto, le concentrazioni più alte si registrano in prossimità delle aree di cantiere, mentre risulta trascurabile l'impatto dovuto ai mezzi leggeri e pesanti sulle infrastrutture della Valle: per evidenziarlo è stato necessario introdurre livelli aggiuntivi rispetto a quelli utilizzati negli studi precedenti. Nell'anno 5, valori massimi dell'ordine di  $1 \mu g/m^3$  ricadono in prossimità del cantiere all'imbocco Ovest del Tunnel di Interconnessione e del cantiere della Maddalena. Con l'inizio delle attività di allestimento presso l'imbocco del Tunnel di Base, in prossimità

del cantiere si presentano valori massimi di circa  $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nell'anno 7, tra il perimetro dello stesso e l'autostrada A32. Per l'area di Salbertrand, nei due anni considerati il valore massimo delle ricadute è di circa  $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Lungo i tratti a cielo aperto dell'autostrada A32, l'incremento di concentrazioni dovuto al traffico di mezzi pesanti è molto contenuto, in conseguenza dell'impiego delle migliori tecnologie disponibili (categoria EURO VI).

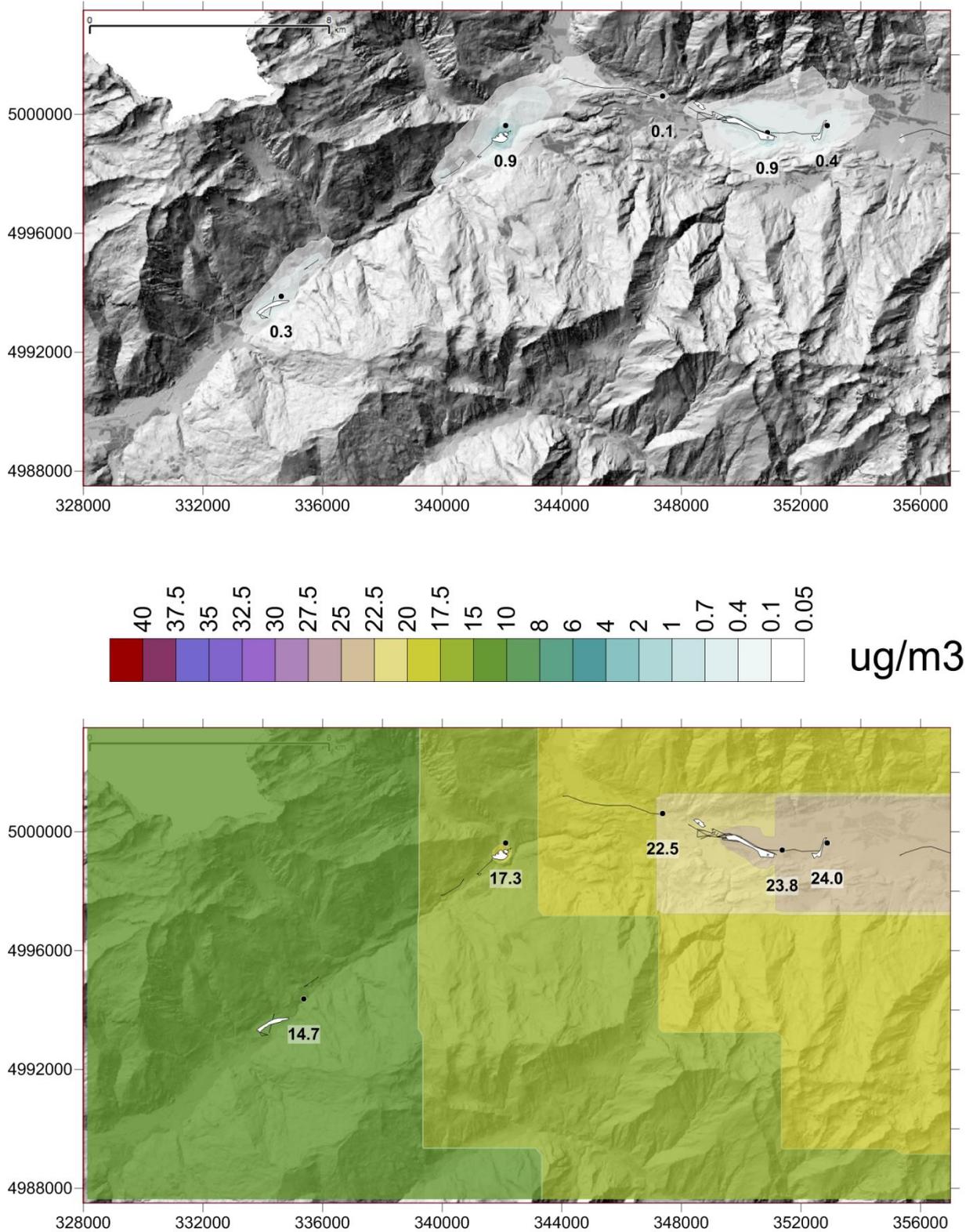
Le mappe dell'impatto cumulato indicano che, nonostante il valore di fondo sia più alto rispetto al fondo considerato per il progetto definitivo approvato, il valore massimo è di  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nell'area di Bussoleno, ben inferiore al limite annuale di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Anche la mappa del 99.8° percentile, indicatore che si riferisce a eventuali fenomeni di inquinamento acuto in cui elevate concentrazioni si verificano per un numero limitato di ore (per la precisione rappresenta il diciottesimo valore orario più alto nell'anno per ogni cella del dominio), mostra un valore massimo contenuto, in prossimità del cantiere della Maddalena, pari a circa  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  contro i  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  previsti dalla norma. Grazie al buono stato della qualità dell'aria locale, non sono comunque previsti superamenti del valore limite orario del biossido di azoto.

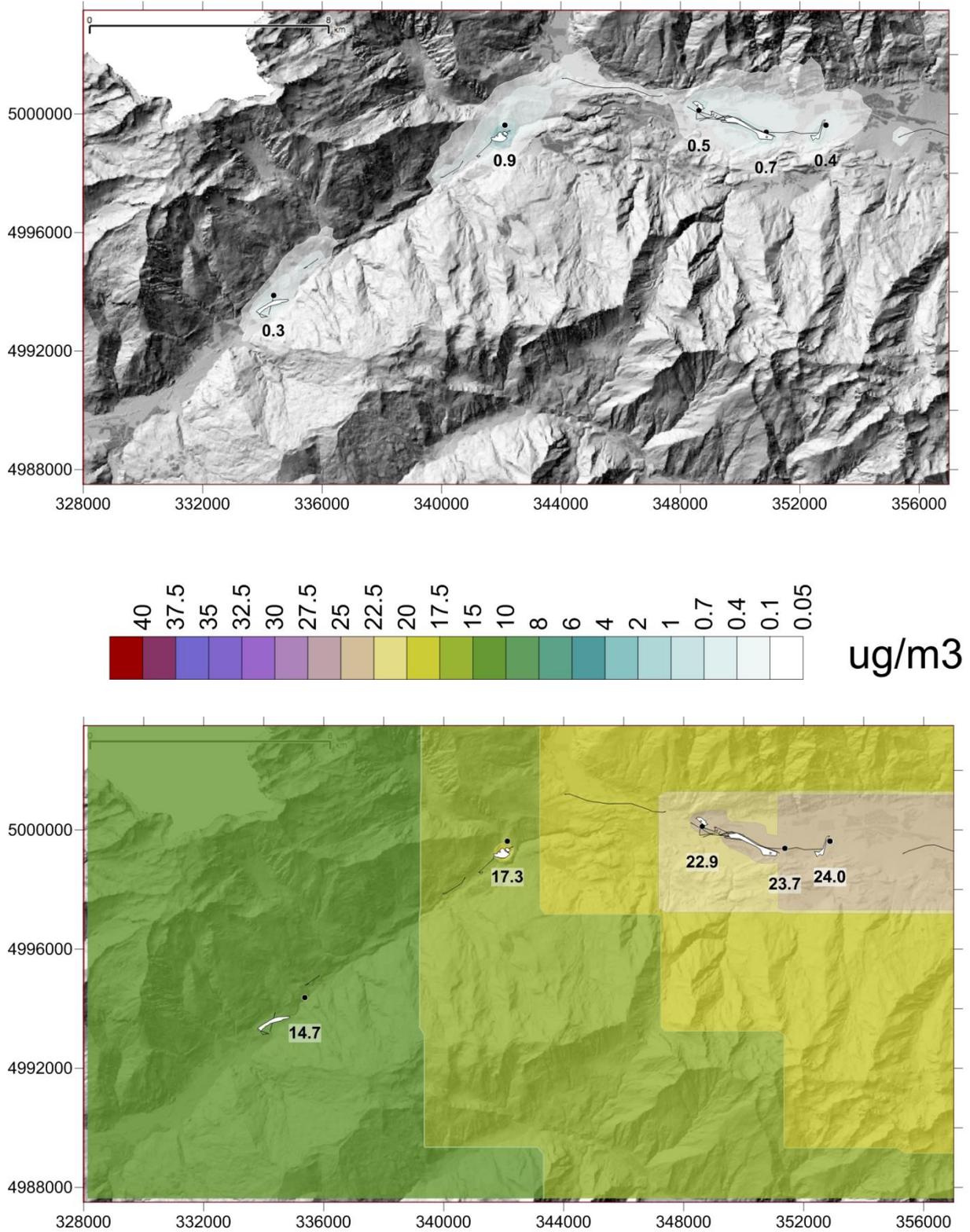
In termini di concentrazione media annuale di  $\text{NO}_x$  (**Figura 40** e **Figura 41**), le mappe di ricaduta riproducono gli andamenti già descritti per il biossido di azoto: le ricadute più alte si verificano attorno al cantiere della Maddalena ( $1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), a causa sia dell'intensa attività nel cantiere sia della movimentazione dei mezzi legata al trasporto del materiale di scavo e di costruzione.

Nell'Alta Val di Susa non si prevedono comunque per effetto dei lavori superamenti del livello di  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per la protezione della vegetazione, mentre le concentrazioni medie annuali nella Piana di Susa sono inferiori a  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dell'ordine quindi dei valori di fondo già presenti in quell'area.

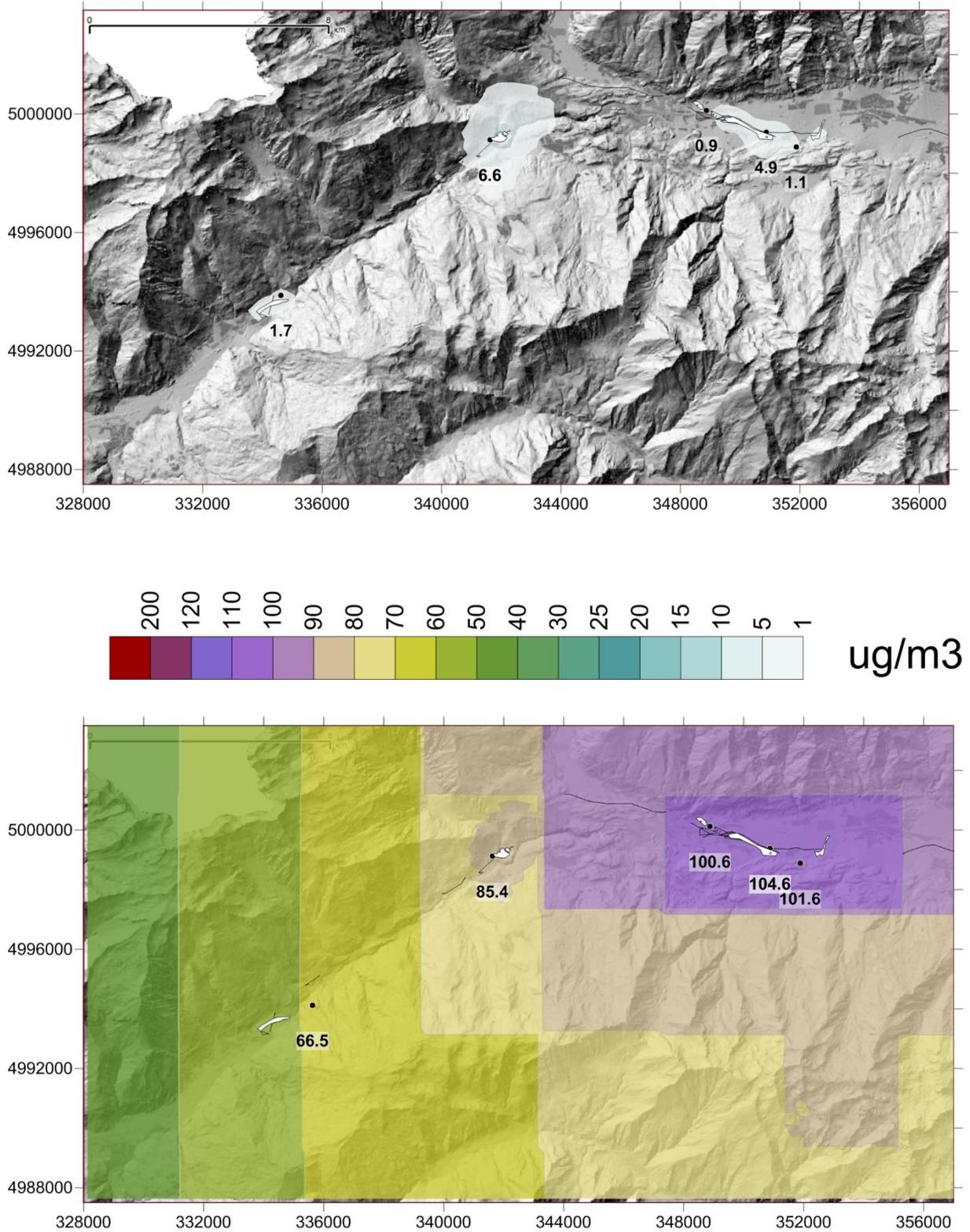
Per osservare meglio la distribuzione del biossido di azoto si rimanda alle carte in scala 1:25000 allegate alla relazione.



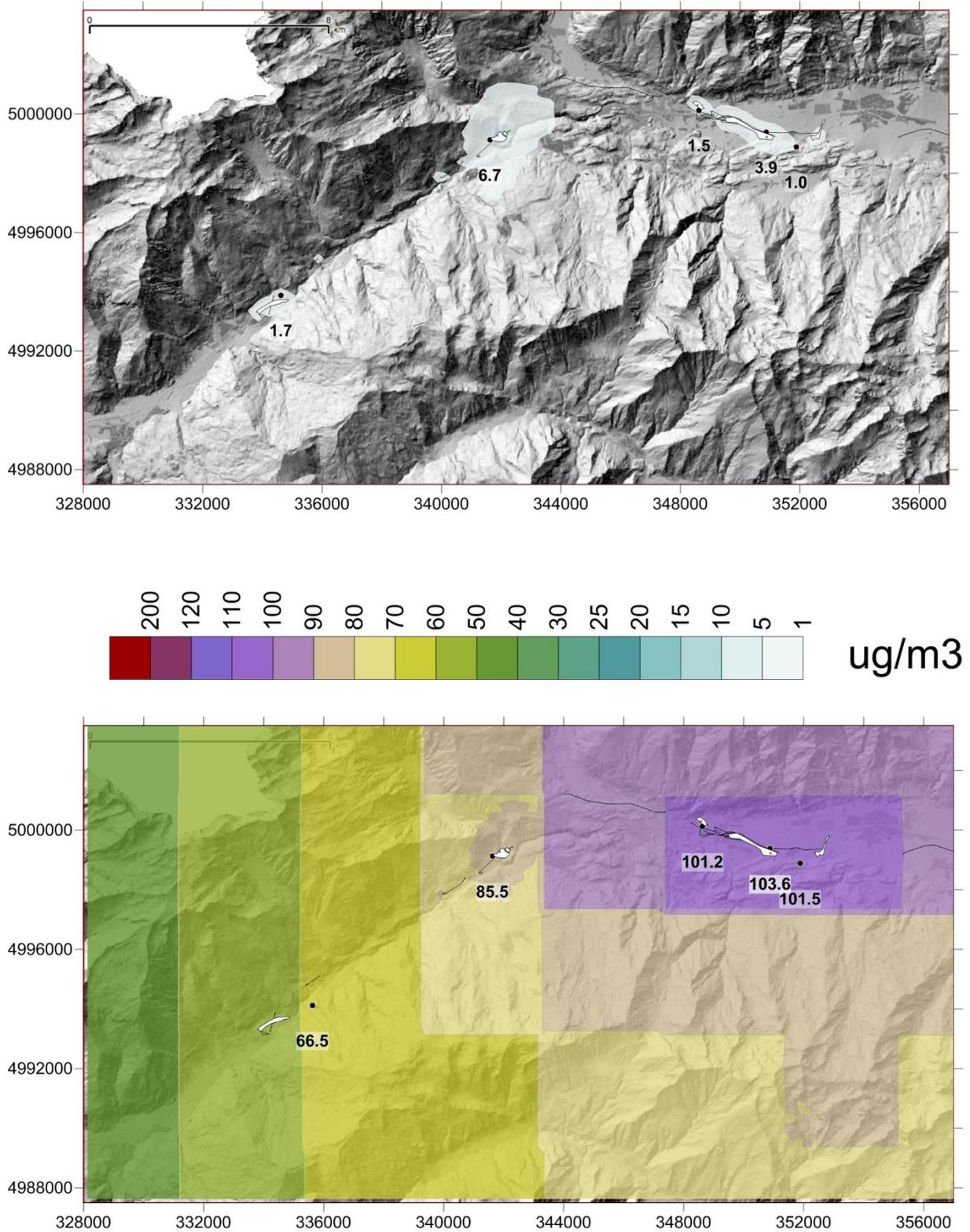
**Figura 36** – ANNO 5: concentrazione media annuale di biossido di azoto: impatto netto e impatto cumulato (sfondo cartografico WMS Regione Piemonte)



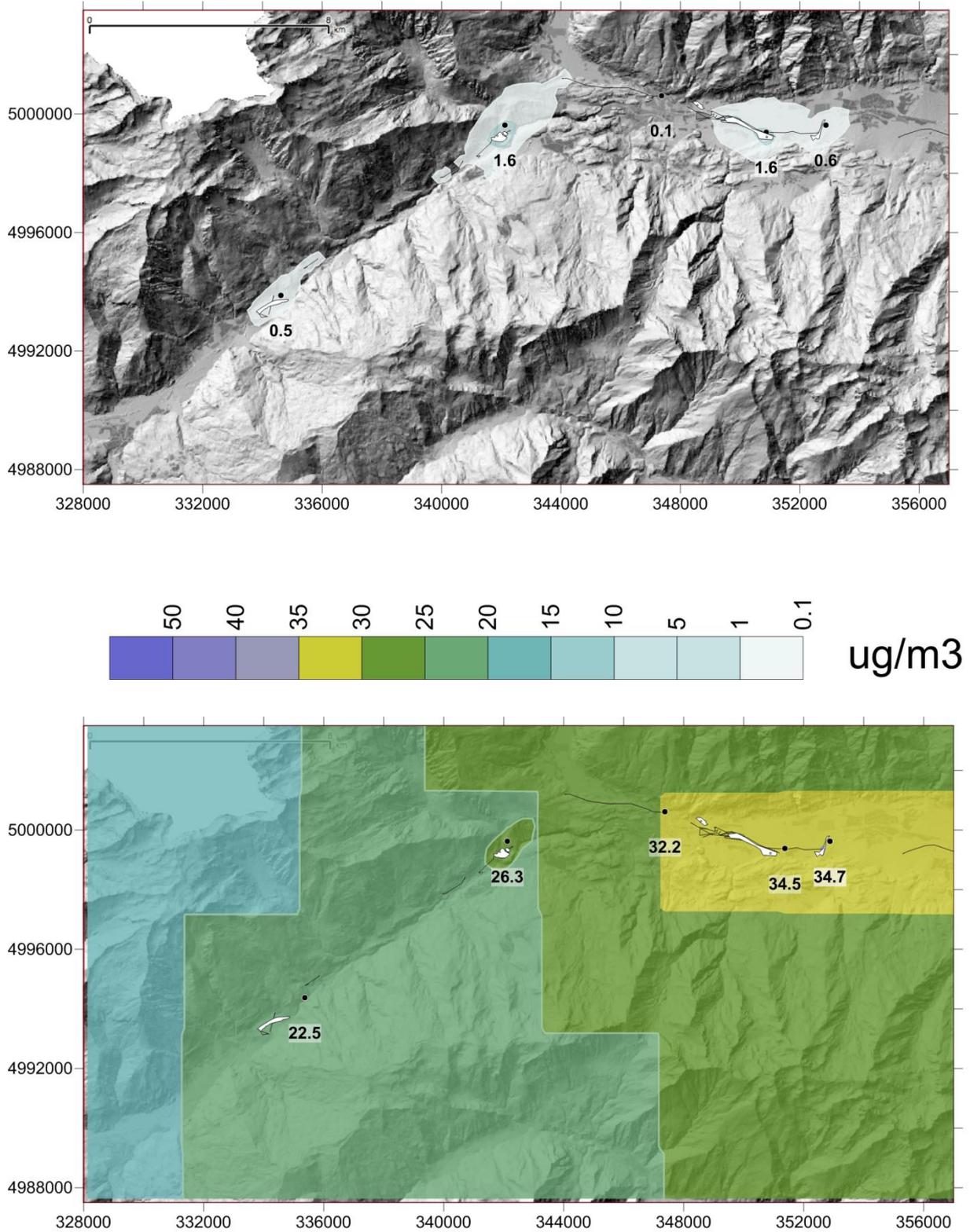
**Figura 37** – ANNO 7: concentrazione media annuale di biossido di azoto: impatto netto e impatto cumulato (sfondo cartografico WMS Regione Piemonte)



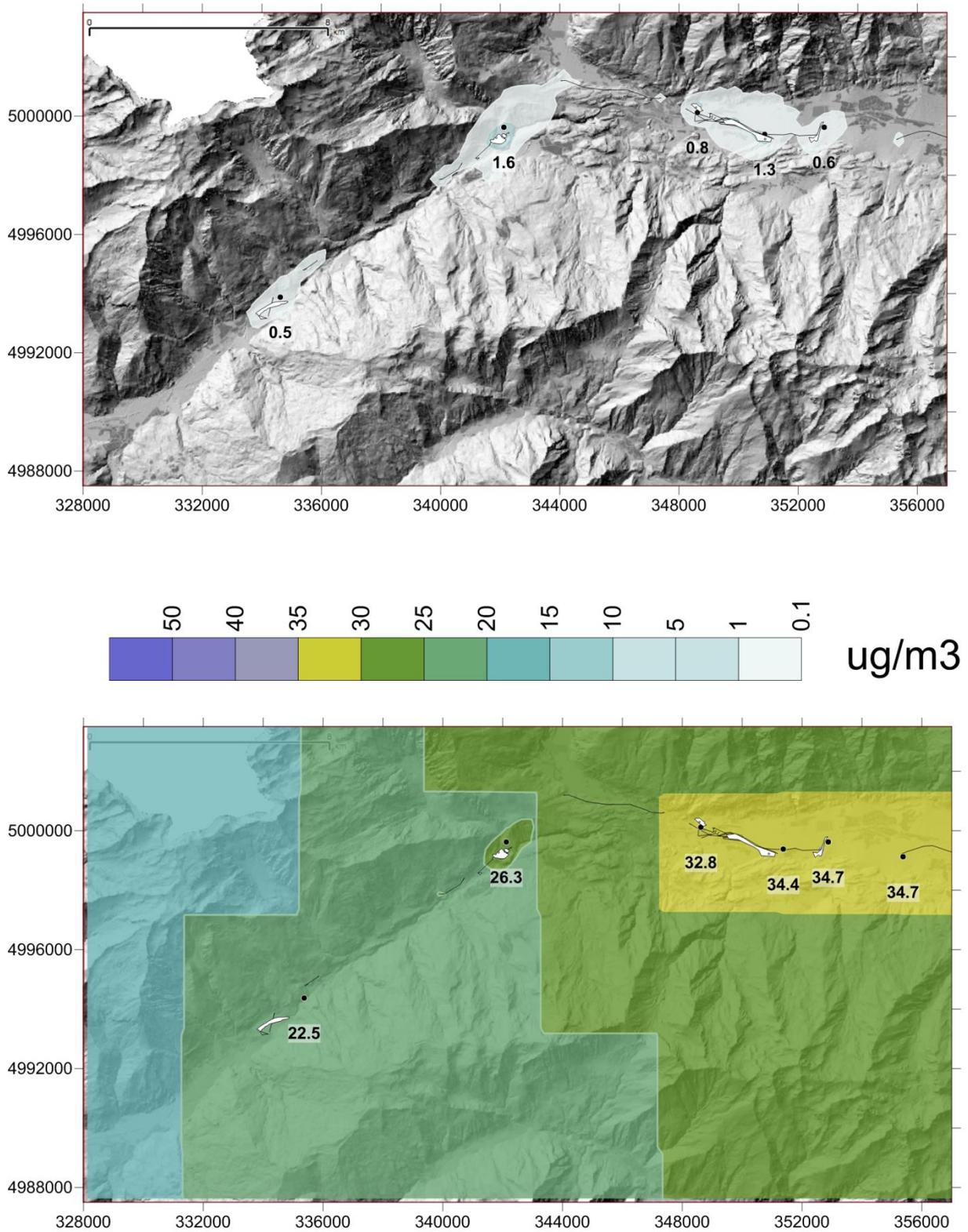
**Figura 38** – ANNO 5: 99.8 percentile delle concentrazioni orarie di biossido di azoto: impatto netto e impatto cumulato (sfondo cartografico WMS Regione Piemonte)



**Figura 39** – ANNO 7: 99,8 percentile delle concentrazioni orarie di biossido di azoto: impatto netto e impatto cumulato (sfondo cartografico WMS Regione Piemonte)



**Figura 40** – ANNO 5: concentrazione media annuale di ossidi di azoto: impatto netto e impatto cumulato (sfondo cartografico WMS Regione Piemonte)



**Figura 41** – ANNO 7: concentrazione media annuale di ossidi di azoto: impatto netto e impatto cumulato (sfondo cartografico WMS Regione Piemonte)

## Polveri

Sulle emissioni di polveri l'ipotesi di adozione delle migliori tecnologie disponibili ha un effetto di riduzione minore rispetto agli ossidi di azoto e principalmente limitato alle emissioni esauste dei mezzi di cantiere: le attività connesse alla realizzazione dell'opera richiederanno lo scavo e la movimentazione di grandi quantità di suoli, con emissione di polveri fuggitive che solo in parte possono essere contenute.

Il risultato delle simulazioni modellistiche mostra le ricadute più alte (dell'ordine del 18% del valore limite) in prossimità del cantiere ovest del Tunnel di Interconnessione, mentre vicino all'imbocco della Maddalena si hanno concentrazioni massime poco inferiori al 12% del valore limite. L'impatto è comunque molto localizzato intorno alle aree di lavoro e i valori di concentrazione decrescono molto rapidamente al di fuori del perimetro dei cantieri, in conseguenza della tipologia di sorgenti considerate, con emissioni al suolo, continue e fredde.

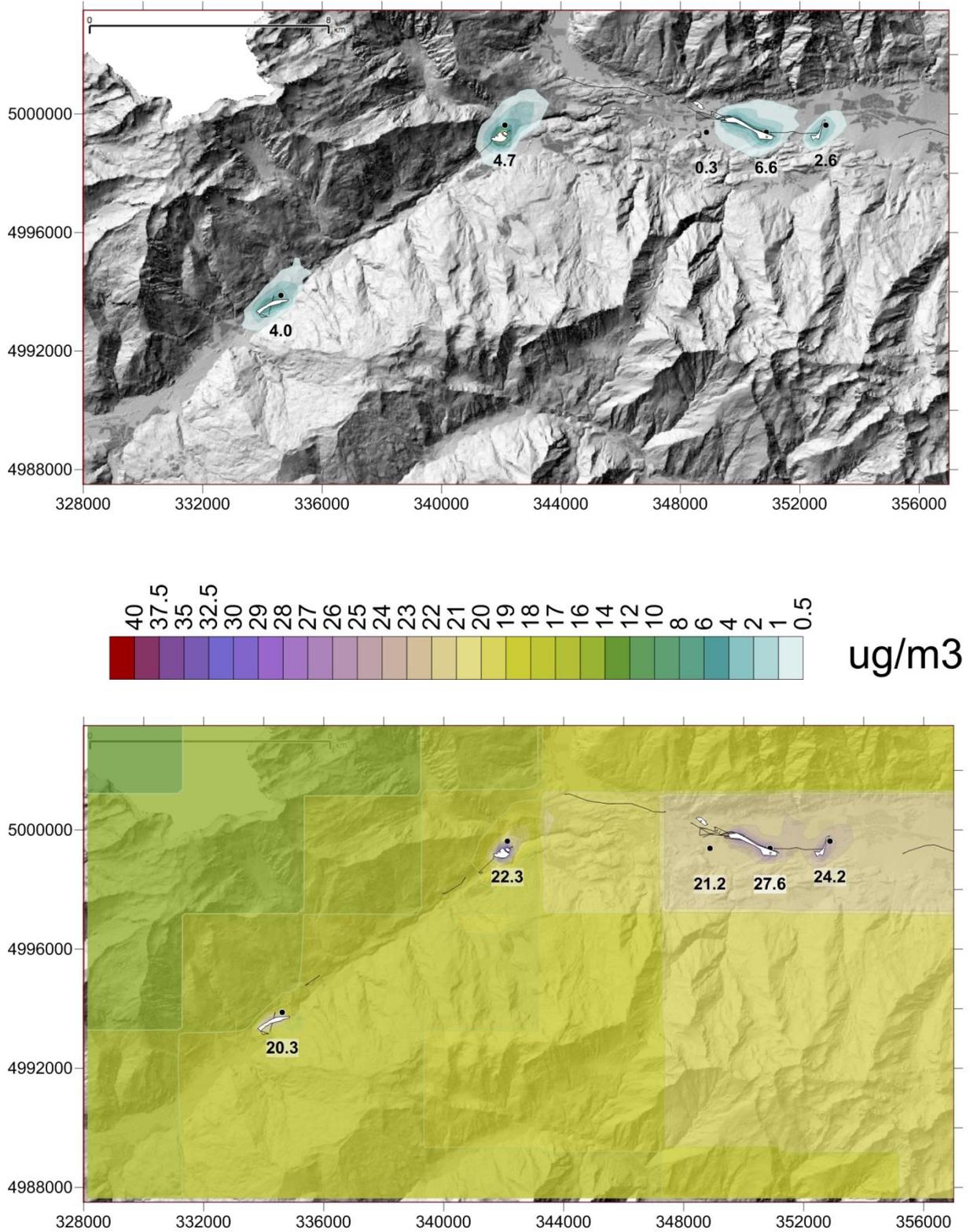
Se si considerano i valori cumulati di concentrazione media annuale di  $PM_{10}$ , comunque, le concentrazioni rimangono complessivamente ben al di sotto del valore limite di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , raggiungendo al massimo i  $27.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nell'intorno del cantiere dell'Imbocco Ovest del Tunnel di Interconnessione.

Considerando il parametro solitamente più critico da rispettare (il numero di giorni di superamento del livello di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media giornaliera), il calcolo del trentacinquesimo valore più alto (90.4° percentile delle concentrazioni medie giornaliere) mostra un massimo di circa  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sia a Maddalena sia al cantiere Ovest del TdI, mentre a Salbertrand e nella zona dell'imbocco del TdB i valori massimi sono di poco superiori a  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cumulando con il valore di fondo fornito da Arpa Piemonte, si ottengono nella Piana di Susa valori superiori a  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ : considerata anche la variabilità meteorologica interannuale, ci si può attendere durante la realizzazione dell'opera un incremento del numero di giorni di superamento del livello di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nelle immediate vicinanze dei cantieri e un possibile superamento del limite di 35 giorni. Rispetto al progetto definitivo bisogna però considerare che in questa variante la Piana di Susa è interessata dai lavori per una frazione limitata di mesi a metà circa del cronoprogramma e la scelta degli anni 5 e 7, in cui è massimo il transito di mezzi pesanti per il trasporto dei materiali nelle aree di cantiere, non è rappresentativa delle condizioni medie ma delle condizioni peggiori. Per questa ragione, la probabilità che si verifichino superamenti del valore limite giornaliero è decisamente ridotta rispetto allo scenario considerato nello studio di accompagnamento al progetto definitivo.

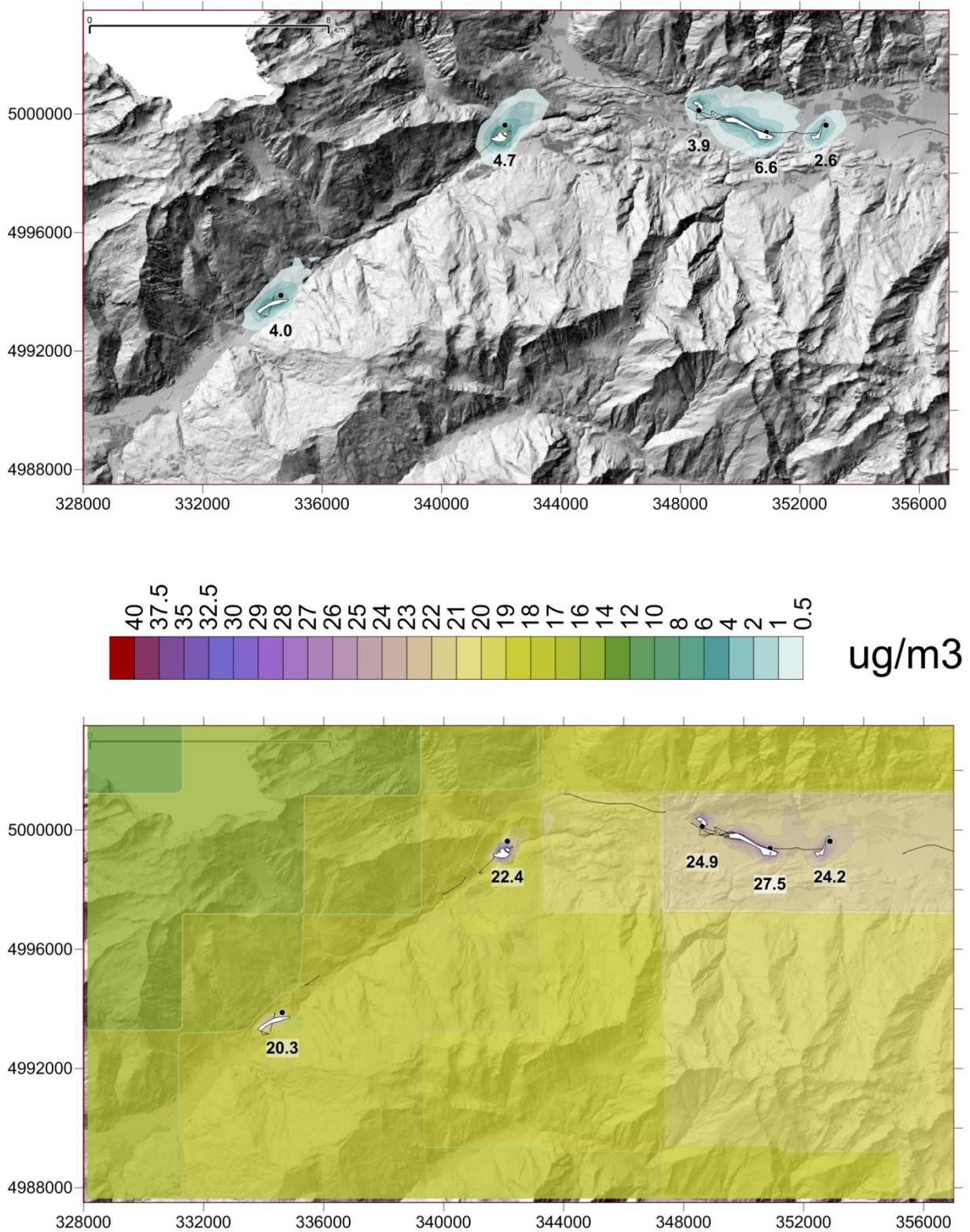
Per quanto riguarda le concentrazioni medie annuali di  $PM_{2.5}$  (**Figura 46** e **Figura 47**), negli anni 5 e 7 i massimi di ricaduta sono di  $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in prossimità del cantiere dell'Imbocco Ovest del Tunnel di Interconnessione.

Per quanto riguarda l'impatto cumulato, in tutte le aree interessate dai lavori di costruzione della linea NLTL non è previsto il superamento del limite di  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in vigore dal 1 gennaio 2015 per il  $PM_{2.5}$ , con valori più alti nella Piana di Susa a causa del livello di fondo più elevato.

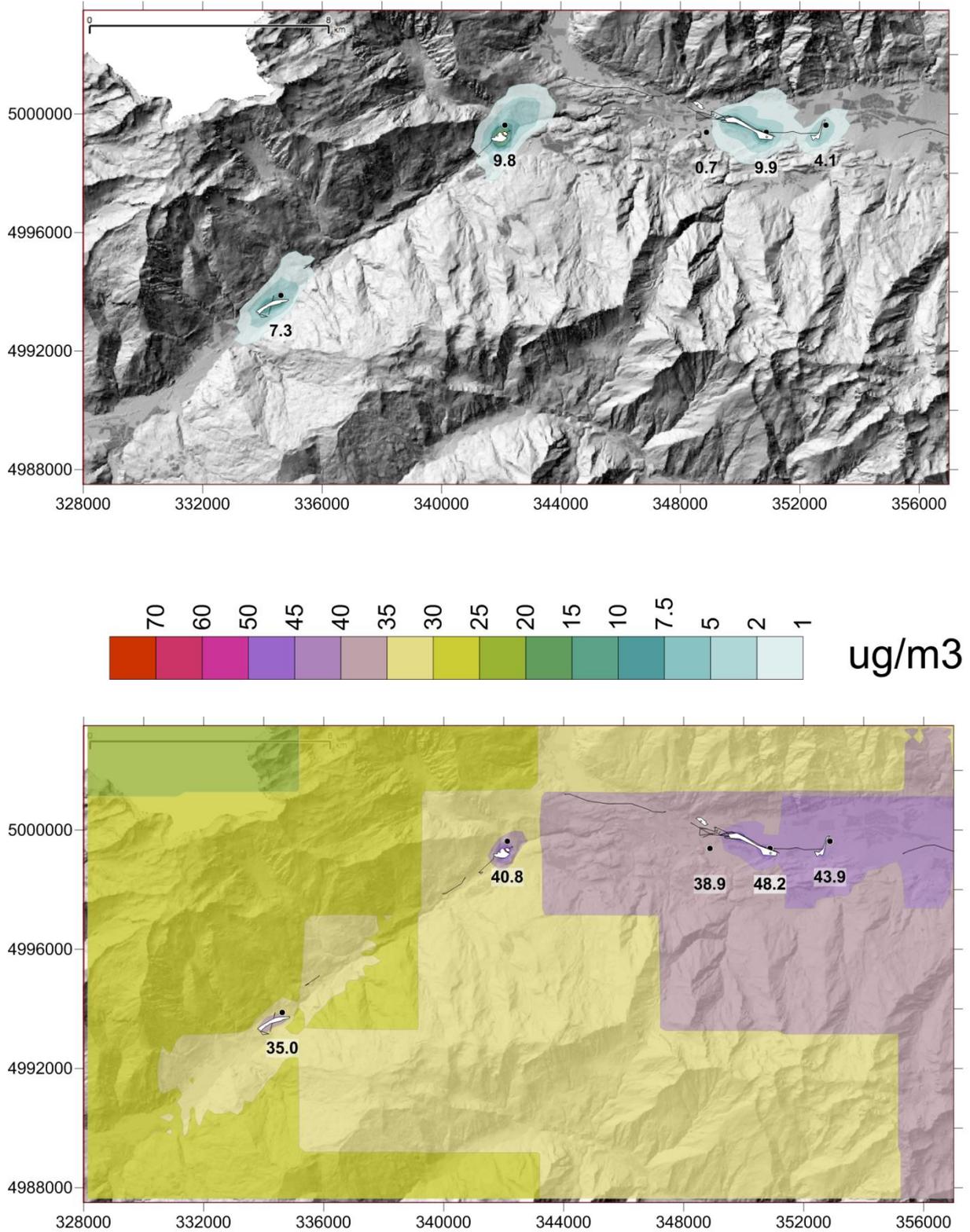
Per osservare meglio la distribuzione delle concentrazioni di  $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$  si rimanda alle carte in scala 1:25000.



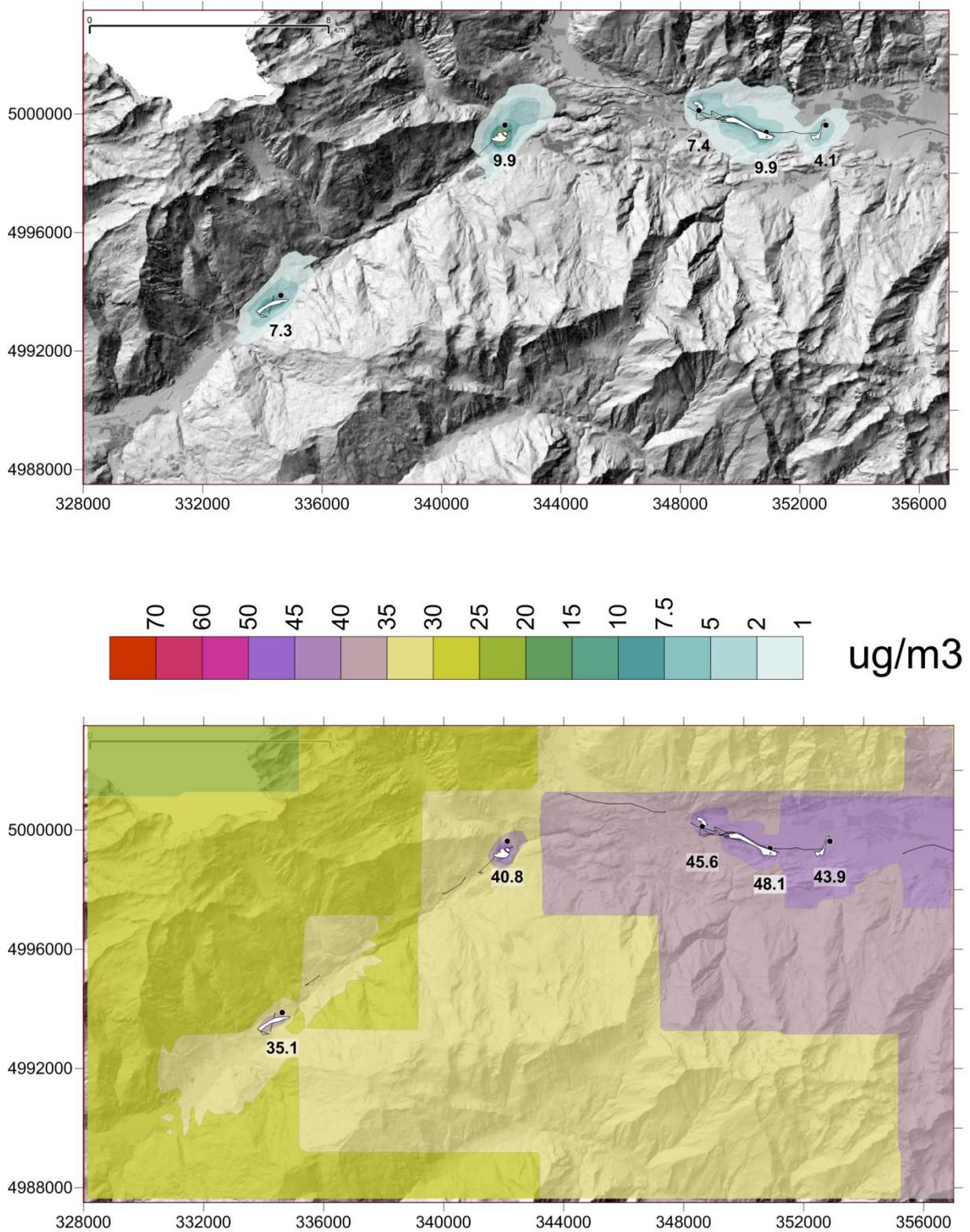
**Figura 42** – ANNO 5: concentrazione media annuale di PM<sub>10</sub>: impatto netto e impatto cumulato (sfondo cartografico WMS Regione Piemonte)



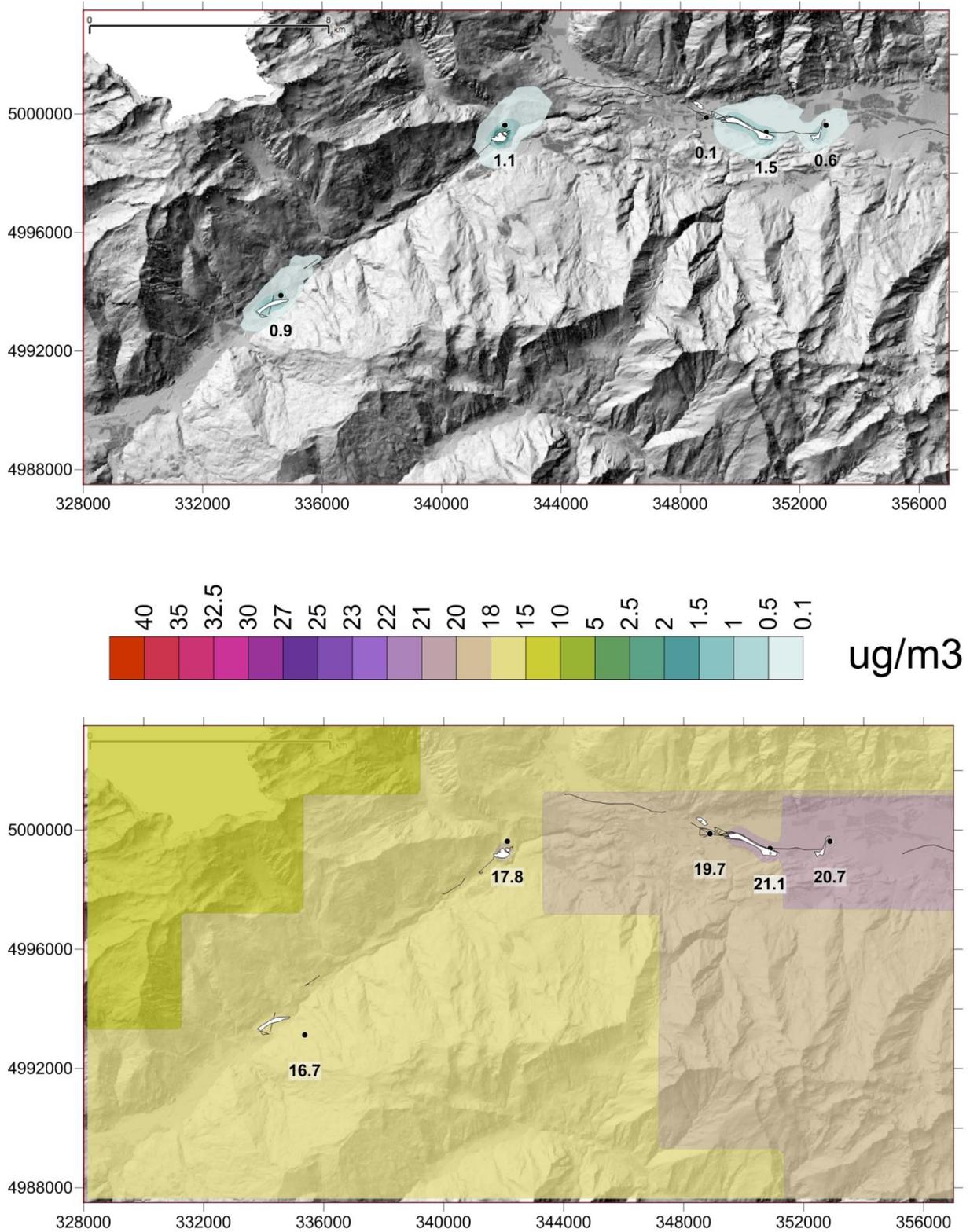
**Figura 43** – ANNO 7: concentrazione media annuale di PM<sub>10</sub>: impatto netto e impatto cumulato (sfondo cartografico WMS Regione Piemonte)



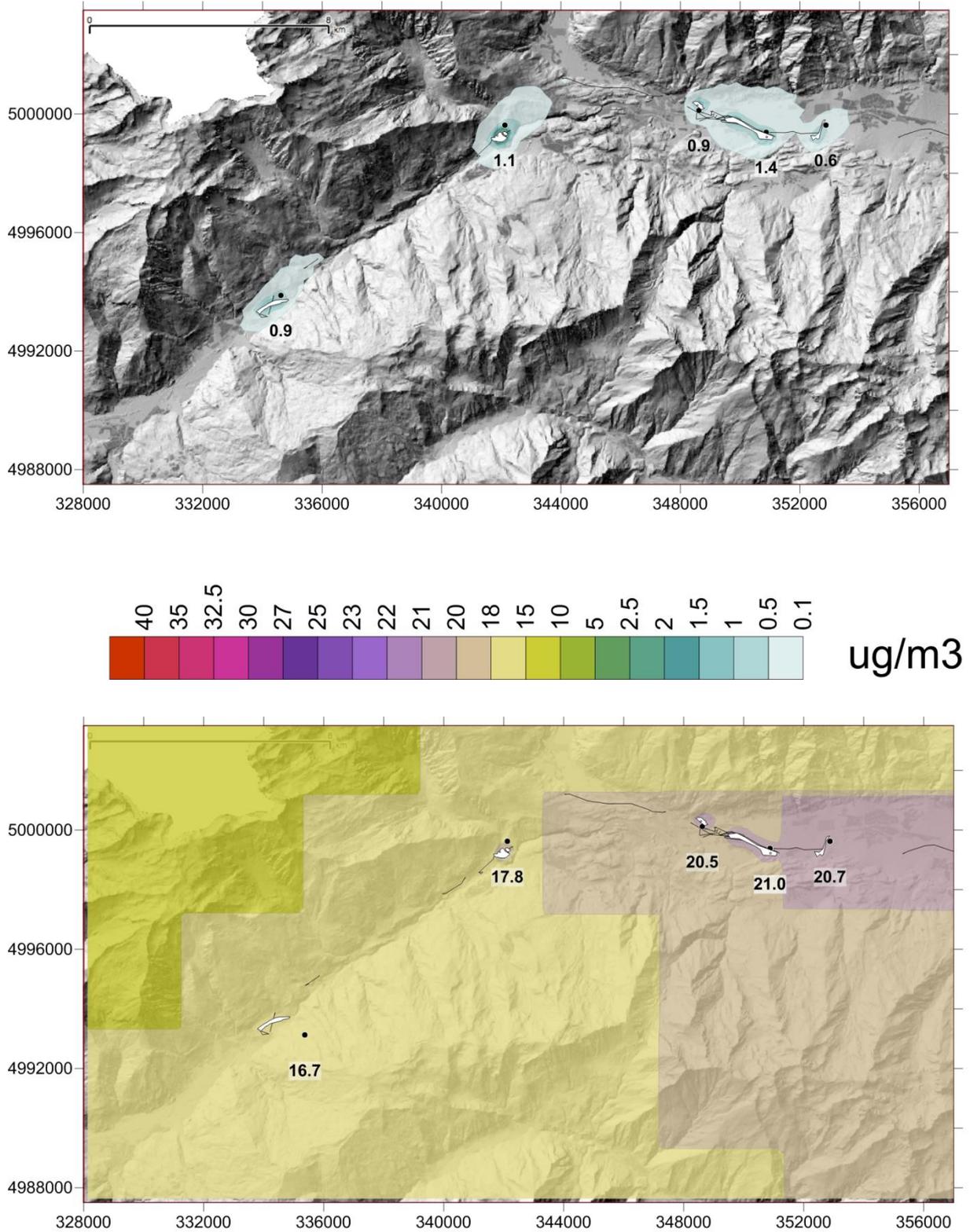
**Figura 44** – ANNO 5: 90.4 percentile delle concentrazioni giornaliere di  $\text{PM}_{10}$ : impatto netto e impatto cumulato (sfondo cartografico WMS Regione Piemonte)



**Figura 45** – ANNO 7: 90.4 percentile delle concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub>: impatto netto e impatto cumulato (sfondo cartografico WMS Regione Piemonte)



**Figura 46** – ANNO 5: concentrazione media annuale di  $PM_{2.5}$ : impatto netto e impatto cumulato (sfondo cartografico WMS Regione Piemonte)



**Figura 47** – ANNO 7: concentrazione media annuale di PM<sub>2.5</sub>: impatto netto e impatto cumulato (sfondo cartografico WMS Regione Piemonte)

## 7.2.6 Conclusioni

Lo studio presentato nei paragrafi precedenti riguarda l'analisi dell'impatto sulla qualità dell'aria delle attività legate alla costruzione della NLTL secondo il progetto in variante denominato PRV.

Sulla base dei dati disponibili, è stata predisposta una stima emissiva che tiene conto delle migliori tecnologie che dovranno essere applicate nei cantieri, in linea con la prescrizione n.30 della delibera CIPE 19/2015 oltre che nella scelta dei mezzi dedicati al trasporto di materiale (su gomma) tra i diversi siti operativi. Poiché i lavori si articoleranno su un orizzonte temporale decennale, tenendo conto del cronoprogramma sono stati definiti due scenari di massima, in grado di consentire la valutazione realistica delle condizioni che si potrebbero verificare nel corso del progetto negli anni in cui è previsto il massimo carico di attività con impatto sulla qualità dell'aria e quindi il confronto con i valori limite fissati dalla normativa vigente.

I due scenari, relativi all'anno 5, con il massimo della attività di scavo sovrapposte, e all'anno 7, quando sarà attivo anche il cantiere presso l'imbocco est del Tunnel di Base per l'allestimento del tratto di ingresso, sono stati simulati in un anno meteorologico tipo. Seguendo un approccio conservativo, sono stati trascurati i fenomeni di deposizione secca e umida e si è assunto che la maggior parte delle attività si svolgeranno per 365 giorni l'anno.

Lo studio indica un incremento delle concentrazioni di inquinanti atmosferici molto localizzato intorno alle aree di lavoro, sia in termini di biossido di azoto sia di polveri, con valori massimi che si presentano nelle immediate vicinanze delle aree di cantiere, al più dell'ordine del 18% del valore limite di legge (per il PM<sub>10</sub>). L'adozione delle migliori tecnologie disponibili, in linea con le prescrizioni, consente di ridurre notevolmente l'impatto in termini di ossidi di azoto, mentre le concentrazioni di polveri, in massima parte di origine non esausta, risultano confrontabili con i valori previsti nello studio di accompagnamento al progetto definitivo approvato. Già in quel contesto, infatti, era stata ipotizzata l'implementazione di strategie ottimali di contenimento delle polveri fuggitive. Per quanto riguarda la logistica di spostamento dei materiali, sebbene la variante comporti flussi superiori di mezzi pesanti lungo l'autostrada A32 rispetto al progetto definitivo approvato, l'utilizzo di una flotta che rispetti lo standard EURO VI consente una drastica riduzione delle emissioni esauste, in particolare di ossidi di azoto, con un incremento trascurabile delle concentrazioni inquinanti.

L'analisi dell'impatto cumulato (considerando cioè anche i livelli di inquinanti già presenti nell'aria ambiente) ha confermato l'assenza di criticità in tutta l'area coperta dallo studio. Il solo indicatore che, in particolari condizioni meteorologiche, potrebbe superare il valore limite fissato dal D. Lgs. 155/2010 è il 90° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di PM<sub>10</sub>, nelle immediate vicinanze dei cantieri: i valori attesi in corrispondenza dei recettori più esposti si mantengono ben inferiori ai valori limiti in entrambi gli scenari considerati.

Passando ai siti di Caprie e Torrazza Piemonte, la variante al progetto non comporta modifiche significative delle attività. Consistentemente con quanto osservato per i cantieri della Piana di Susa, anche in queste aree ci si può attendere un ulteriore decremento dei livelli stimati nell'ambito del progetto definitivo, legati al miglioramento delle prestazioni emmissive delle macchine operatrici. Inoltre, nella variante al progetto definitivo, il conferimento del marino nel sito di Caprie avverrà esclusivamente con motrici elettriche, così come già previsto nel progetto definitivo approvato per il sito di Torrazza Piemonte, minimizzando l'impatto lungo la linea ferroviaria.

Per quanto riguarda infine la protezione della vegetazione e degli ecosistemi, la riduzione delle attività nella Piana di Susa e in particolare l'eliminazione dello scavo all'imbocco Est del Tunnel di Base comporta un impatto del tutto trascurabile nella zona di protezione denominata "Oasi xerothermiche – Orrido di Chianocco", mentre, in conseguenza dei valori di fondo attualmente presenti, il livello di  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per le concentrazioni medie annuali di ossidi di azoto viene superato nei punti più prossimi alle aree urbanizzate, dove il valore limite per la vegetazione non è comunque applicabile (D. Lgs. 155/2010).

### 7.3 Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato

In questo paragrafo si riporta il confronto dell'impatto sulla qualità dell'aria dello scenario progettuale qui valutato rispetto al progetto definitivo approvato.

Questo confronto è basato sulle principali voci di modifica, qui riportate per sommi capi:

#### *Emissioni*

- Rispetto al progetto definitivo approvato il set e le attività dei cantieri è mutato notevolmente: tra le principali novità, si introduce il cantiere Area Industriale di Salbertrand che, per tutta la durata dei lavori, è a supporto dei cantieri per la costruzione sia delle opere in sotterraneo sia delle opere a cielo aperto e per il caricamento su treno del marino verso i siti di Caprie e Torrazza Piemonte; l'Area di imbocco di Maddalena diventa il cantiere principale per quanto concerne la costruzione delle gallerie in sotterraneo lato Italia e per la realizzazione dell'Area di sicurezza di Clarea; l'Area di lavoro di Susa subisce un ridimensionamento delle attività dal momento che in questa fase progettuale non svolge più la funzione principale di cantiere industriale;
- Lo scavo della parte italiana del Tunnel di Base nonché dell'Area di sicurezza di Clarea, del secondo tunnel della Maddalena e delle relative connessioni avviene con accesso dal cantiere della Maddalena; questa configurazione migliora lo scenario emissivo per l'area di imbocco est del Tunnel di Base, cantiere ora finalizzato alla costruzione della galleria artificiale di imbocco;
- Il cantiere centrale per la valorizzazione del marino diventa l'Area Industriale di Salbertrand; per via della particolare viabilità di accesso all'autostrada, che sarà disponibile nel momento dell'apertura dei cantieri, la logistica su gomma legata alla valorizzazione sarà potenziata;
- L'avvicinamento dei lavoratori al cantiere di imbocco della Maddalena è previsto tramite autobus;
- Concordemente a quanto svolto per il progetto definitivo approvato, tutti i mezzi stradali di trasporto materiali e quelli fuoristrada in attività nei cantieri saranno omologati alle più recenti direttive anti-inquinamento. Sono stati dunque utilizzati per il calcolo delle emissioni i fattori di emissione di veicoli conformi agli standard Euro VI dell'Unione Europea (in vigore dal 2014) e Tier 4 degli Stati Uniti (introdotti progressivamente tra il 2008 e il 2015);
- La realizzazione del cavidotto vede parte della posa in pozzi in cui vengono poi calate le terme, riducendo le lavorazioni a cielo aperto e favorendo quindi il contenimento delle emissioni di polveri.

### *Immissioni*

Oltre alle differenze delle emissioni, va precisato che sul calcolo delle concentrazioni influisce anche il cambio di anno meteorologico di riferimento (2010) anche se in maniera limitata non essendo stati inclusi fenomeni di deposizione. L'anno 2010 costituisce un buon compromesso tra la possibilità di disporre di un database meteorologico di partenza ad elevata risoluzione (il 2010 è l'anno più recente tra quelli ricostruiti alla risoluzione orizzontale di 1 km da Arpa Piemonte) e una descrizione più aggiornata dello stato di fondo della qualità dell'aria.

FASE DI CANTIERE										
Componente in analisi	Salbertrand	Colombera	Maddalena	Piana di Susa			Clarea	Sito di Caprie	Sito di Torrazza P.te	Cavidotto
				Zona Imbocco Est TdB	Area Tecnica di Susa	Interconnessione e area Bussoleno				
<i>Occupazione suolo</i>	-2	-1	-2	0	0	0	+3	0	0	+2
<i>Tempo occupazione</i>	-2	0	-2	+2	+2	+1	+3	0	0	+2
<i>Lavorazioni significative per gli impatti<sup>7</sup></i>	-2	-1	-2	+2	+2	0	+3	0	0	+1
<i>Movimentazione materiale</i>	-2	-1	-2	+2	+2	0	+3	+1	0	+2
<i>Flusso mezzi emissivi</i>	-2	-1	-2	+2	+2	+1	+3	+1	0	+2

Scala di variazione degli impatti ambientali rispetto allo scenario di progetto definitivo approvato	
-3	Variazione peggiorativa
-2	Variazione moderatamente peggiorativa
-1	Variazione lievemente peggiorativa
0	Nessuna variazione/nessun impatto sulla componente
+1	Variazione lievemente migliorativa
+2	Variazione moderatamente migliorativa
+3	Variazione migliorativa

*Tabella 47 – Matrice degli impatti: componente atmosfera*

<sup>7</sup> *Lavorazioni significative per gli impatti: preparazione area, scavi in terreno, scavi in roccia, riporti, posa in opera prefabbricati, funzionamento impianti di cantiere*

## 8. Pressioni e impatti: RUMORE

### 8.1 Individuazione degli impatti

Ai fini del presente studio sono stati approntati dei modelli di calcolo previsionale per la valutazione delle emissioni sonore prodotte dalle lavorazioni delle nuove aree di cantiere.

I livelli risultanti dalla modellazione sono stati raffrontati con quanto previsto dai Piani di Classificazione Acustica dei Comuni di Chiomonte e di Salbertrand per la verifica della loro conformità.

In particolare la valutazione è stata condotta in merito agli edifici ricettori esistenti, ove più concretamente si può manifestare l'eventuale disturbo da rumore.

Per lo scenario di cantiere la stima previsionale verte sul rispetto del criterio differenziale che, in fase di realizzazione dell'opera prevede la verifica, all'interno degli ambienti abitativi, dei valori limite differenziali d'immissione pari a 5 dB per il periodo diurno e 3 dB per il periodo notturno. Tali valori non si applicheranno nelle aree classificate nella classe VI della tabella per i valori limite assoluti d'immissione (corrispondente ai ricettori delle aree esclusivamente industriali), riportata nell'Allegato del DPCM 14/11/97.

Per approfondimenti si rimanda alla relazione specialistica *PRV\_C3C\_TS3\_7499: Relazione tecnica delle aree oggetto di variante*.

#### 8.1.1 Documenti di riferimento

I documenti di riferimento per lo studio sono i seguenti:

- PRV\_C3A\_TS3\_6010: *Relazione generale illustrativa - lato Italia*
- PRV\_C3A\_TS3\_6037: *Relazione illustrativa cantiere Maddalena e Area Colombera*
- PRV\_C3A\_TS3\_7861: *Area industriale di Salbertrand – Planimetria*
- PRV\_C3A\_TS3\_6431: *Area cantiere Maddalena - Planimetria*
- PRV\_C3C\_TS3\_7300: *Piano delle indagini ambientali complementari*
- PRV\_C3C\_TS3\_7301: *Ubicazione dei punti di misura complementari delle componenti ambientali*
- Rapporti di prova dei risultati del monitoraggio ambientale *ante operam* e corso d'opera componente rumore (per il cantiere del cunicolo esplorativo della Maddalena), in particolare per i seguenti punti di misura:
  - A5.1b Scuole elementari di Chiomonte
  - A5.2 S. Martino Agriturismo
  - A5.21 Regione Balme Azienda Agricola
  - A5.23 Borgata Clarea
  - A5.4-RC Frazione La Maddalena (rumore cantiere)
  - A5.4-RT Frazione La Maddalena (rumore traffico veicolare)
- Valutazione dei risultati del monitoraggio ambientale, componente rumore, redatti da Arpa Piemonte nell'ambito dell'analisi condotta periodicamente, su richiesta del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, per verificare la congruenza dei rilievi rispetto al Piano di Monitoraggio Ambientale.

#### 8.1.2 Costruzione dello scenario per la valutazione degli eventuali impatti

La stima dell'eventuale impatto acustico sui ricettori è stata condotta tramite un modello previsionale realizzato con il software di simulazione SoundPLAN v.7.3.

Tale applicativo implementa una metodologia di calcolo denominata “ray-tracing”. La principale peculiarità dei software di ray-tracing è l'utilizzo di raggi sonori costituiti da fasci conici o piramidali. Ciò significa che si può partire da un numero minimo di fasci pari ad 8 (gli 8 ottanti di una sfera), ed incrementare il numero per potenze di 2, 16, 32, 64 etc. Il tempo di calcolo cresce con diretta proporzionalità al numero di piramidi tracciate, ma i software consentono calcoli accurati anche con poche centinaia di fasci.

Il tracciamento del raggio centrale di ciascun fascio avviene seguendo le leggi di riflessione dell'acustica geometrica (legge di Snell) e, a seconda del materiale dell'oggetto su cui impatta il raggio, viene calcolata l'aliquota di energia riflessa ed assorbita. La verifica dell'impatto sui ricevitori avviene quando uno di essi (schematizzato da un punto di dimensioni nulle) si viene a trovare all'interno del fascio in corso di tracciamento. Se si verifica la condizione di arrivo di energia sul ricevitore, il contributo ricevuto viene memorizzato in una opportuna struttura di dati che provvede a comporre man mano il livello sonoro finale (risultato del calcolo).

Vi è inoltre la possibilità di assegnare proprietà fonoisolanti a determinati oggetti al fine di poter modellare efficacemente, ad esempio, le schermature acustiche.

Quando un raggio sonoro colpisce una di queste superfici, vengono attivati ulteriori controlli onde verificare se dietro di essa si trovi un ricevitore. In tal caso si calcola il contributo sullo stesso fornito dall'onda sonora che ha attraversato la superficie (in base al potere fonoisolante della stessa). Si verifica poi se la superficie presenti bordi liberi e, in caso affermativo, viene portato un ulteriore contributo di energia al ricevitore a partire da ciascun bordo libero, calcolato in base alle leggi della diffrazione o con altre formule analitiche o di progressiva approssimazione (algoritmi di ottimizzazione). Ad esempio può essere applicata la formula di Maekawa

$$I_{\text{diff}} \equiv I \cdot \frac{\tanh \sqrt{2 \cdot \pi \cdot |N|}}{\sqrt{10} \cdot \sqrt{2 \cdot \pi \cdot |N|}} \quad ; \quad N = \frac{2 \cdot \delta \cdot f}{c_0} \quad (\text{n}^\circ \text{ di Fresnel})$$

La seguente figura mostra le traiettorie dei raggi che vengono tracciati in questi casi (diffratti ed attraversanti).

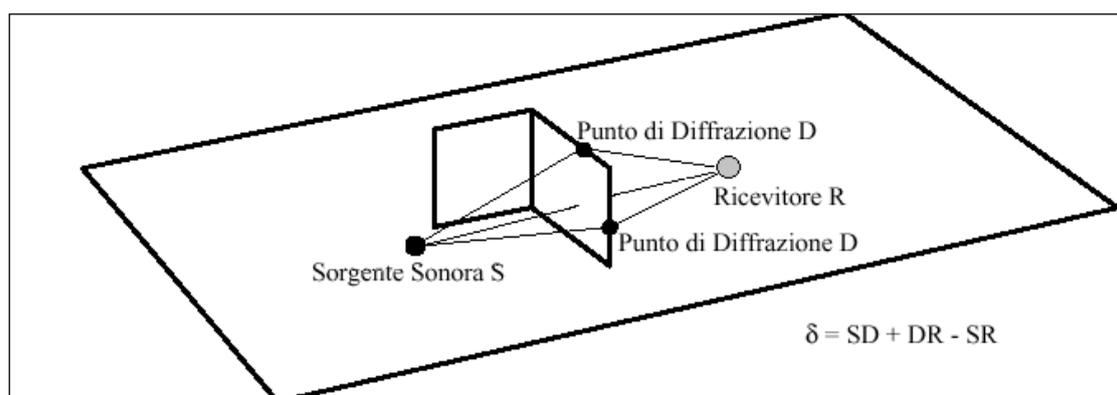
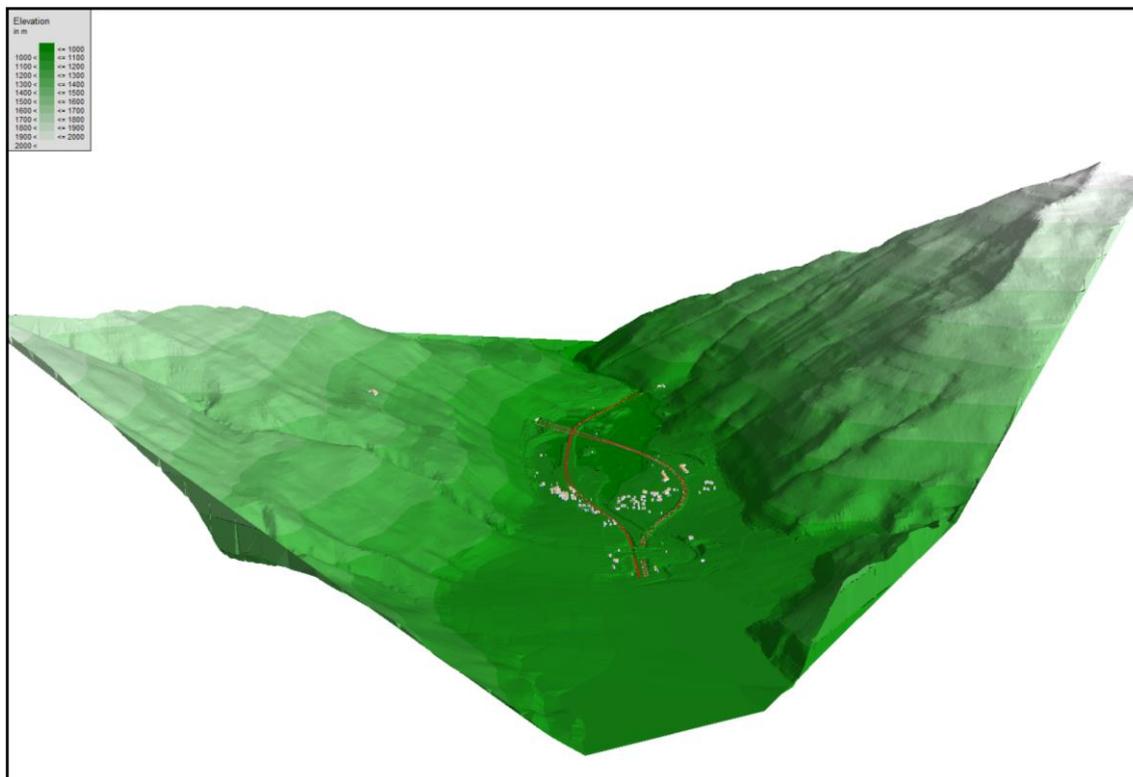


Figura 48 – Schema di traiettorie diffratte e attraversanti

Nelle immagini seguenti è riportata una vista del territorio ricostruito tramite il software di modellazione per l'esecuzione dei calcoli acustici di previsione.



*Figura 49 – Ricostruzione tridimensionale del sito di Salbertrand*

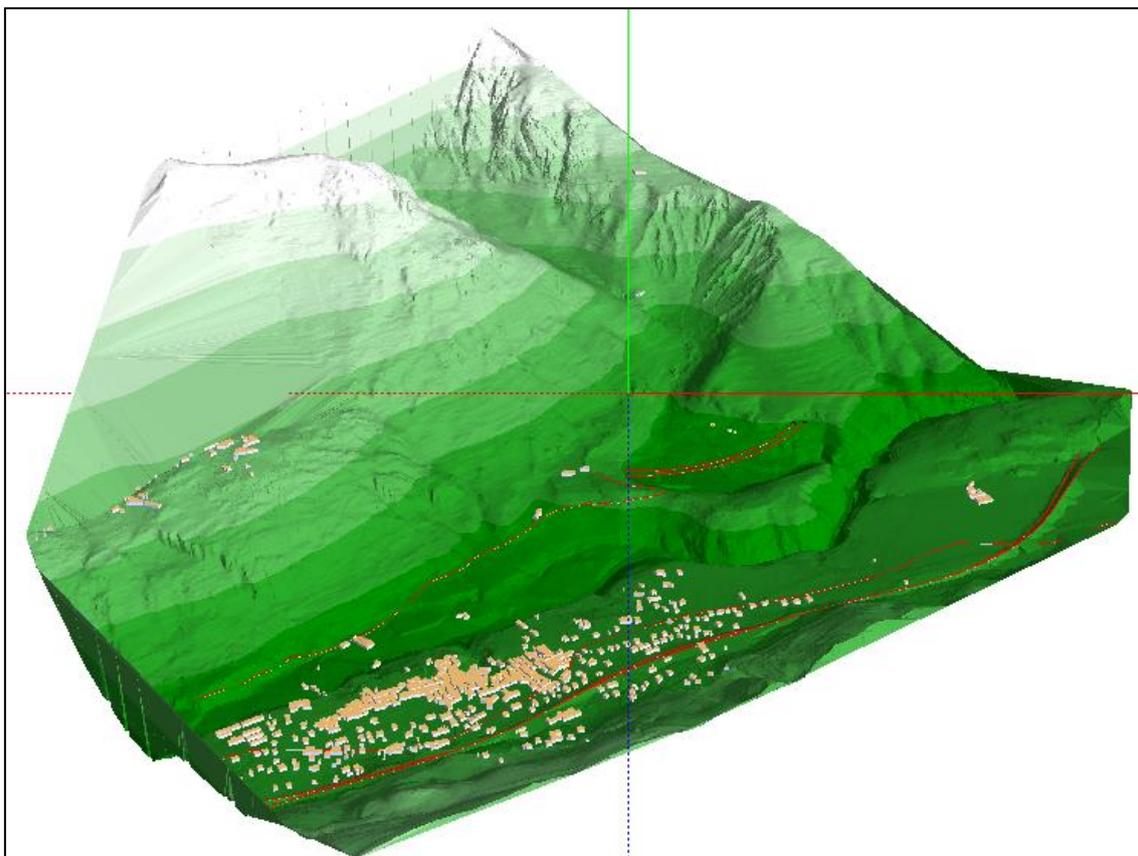


Figura 50 – Ricostruzione tridimensionale del sito di Maddalena

### 8.1.3 Definizione degli scenari di calcolo acustico

Il passo successivo alla modellazione tridimensionale del territorio consiste nella caratterizzazione acustica dell'area. Attraverso i dati scaturiti dalla campagna di rilievi fonometrici si procede con metodo iterativo alla “taratura del modello”, ossia ottenere uno scenario acustico virtuale confrontabile con quello reale e misurato. La valutazione della presenza di un potenziale impatto acustico nasce, infatti, da un confronto con i valori di clima acustico *ante operam* (oltre che dal confronto con i limiti normativi).

A tal fine è necessario ricostruire, attraverso il modello, uno scenario acustico caratterizzato dalle principali sorgenti sonore presenti allo stato attuale, i cui valori vengono messi a confronto con quanto misurato nella campagna di rilievi fonometrici di *ante operam*.

Tale raffronto rileverà sicuramente delle differenze tra i valori misurati e quelli calcolati (con questi ultimi solitamente più bassi dei primi). Il motivo di questo scostamento risiede nel fatto che il rumore ambientale è somma di alcune sorgenti sonore principali (es. infrastrutture, macchinari o lavorazioni) e di innumerevoli sorgenti sonore “minori” non modellizzabili il cui contributo, tuttavia, incrementa puntualmente i livelli finali del clima acustico. Nonostante ciò è possibile riscontrare convergenze significative, che avvalorano il corretto “funzionamento” del modello acustico.

Gli scenari che concorrono alla definizione degli impatti sono di seguito descritti.

### **Scenario di ante operam**

È lo scenario di riferimento per la quantificazione del livello sonoro presente allo stato attuale presso i ricettori, indotto dalle principali sorgenti sonore dell'area di studio. Per gli scopi del presente studio le piccole sorgenti sonore locali (impianti fissi, viabilità interna al centro abitato etc.) non sono state considerate poiché la loro quantificazione sarebbe stata soggetta ad eccessive variabili e non avrebbe costituito un dato affidabile.

Lo scenario di *ante operam* comprende le sorgenti sonore costituite da: Autostrada A32, SS24 e linea ferroviaria storica. Tra le sorgenti che hanno concorso alla definizione del clima acustico è stato valutato, inoltre, il contributo costituito dal “rumore fauna” che, specialmente in periodo notturno, costituisce una quota considerevole del rumore percepito dai ricettori posti in ambienti poco antropizzati.

Tale scenario costituisce il termine di confronto per quantificare le variazioni di livello sonoro indotte dalla presenza delle aree di cantiere.

Per la caratterizzazione del clima acustico *ante operam* sono stati presi come riferimento gli esiti della campagna di rilievi fonometrici sopra citati, utilizzando la media logaritmica dei livelli equivalenti giornalieri – diurni e notturni – dei giorni feriali.

Inoltre, per la definizione delle principali sorgenti sonore presenti sul territorio, sono state utilizzate le seguenti fonti dati:

- Autostrada A32: dati di transito messi a disposizione da SITAF sul proprio sito internet.
- Linea ferroviaria Torino-Modane: dati di transito treni forniti da Italferr.

### **Scenario di “corso d’opera”**

È lo scenario di riferimento per la quantificazione del livello sonoro che si prevede sarà presente durante la fase di realizzazione dell'opera. Esso tiene conto dei macchinari, fissi e mobili, previsti dai layout di cantiere, e dei periodi e percentuali di lavorazione per ciascuno di essi. Sono inoltre considerati i flussi dei mezzi in arrivo e in partenza dal cantiere oltre che i treni dedicati al trasporto dello smarino verso le aree di recupero e valorizzazione ambientale (Caprie e Torrazza Piemonte).

Per la costruzione dello scenario di corso d'opera sono stati utilizzati dati raccolti durante differenti campagne di rilievi fonometrici oltre a quelli messi a disposizione dalle banche dati di settore. Va sottolineato che, nel caso di utilizzo di dati di libreria, a parità di tipologia di sorgente sono state scelte quelle maggiormente energetiche dal punto di vista acustico nell'intento di costruire uno scenario cautelativo per i ricettori. Verosimilmente l'aggiornamento dei dati di targa di macchinari sempre più performanti, grazie al continuo progredire della tecnologia, darà luogo ad emissioni sonore più contenute di quelle simulate.

### **Scenario “post operam”**

È lo scenario di riferimento per la quantificazione del livello sonoro che si prevede sarà presente a seguito della messa in esercizio della nuova infrastruttura. Esso comprende le sorgenti sonore già presenti in valle ed anche l'esercizio della NLTL. Nel presente studio, non essendo intervenute modifiche al progetto di esercizio dell'infrastruttura, lo scenario di post operam non è stato considerato: rimangono valide le conclusioni del precedente studio sviluppato per il progetto definitivo approvato.

#### **8.1.4 Esecuzione del calcolo e quantificazione dei livelli sonori relativi ai precedenti scenari**

La fase di calcolo rappresenta il cuore del processo di valutazione delle potenziali criticità acustiche sul territorio.

A seguito della definizione degli scenari, infatti, viene eseguito il calcolo acustico, in questo caso tramite il software SoundPLAN v.7.3 di cui si è detto nei precedenti paragrafi.

Il calcolo acustico è sviluppato distintamente per il periodo diurno e notturno. Il risultato del calcolo acustico viene pertanto espresso per mezzo di due livelli sonori per ognuno degli edifici: un livello sonoro per il periodo diurno (h 6:00-22:00) ed un livello sonoro per il periodo notturno (h 22:00-6:00).

In forma tabellare viene riportato il valore calcolato per gli edifici ricettori ritenuti significativi; in particolar modo vengono considerati gli edifici già oggetto della campagna di rilievi fonometrici, al fine di poter effettuare un confronto tra quanto misurato e quanto calcolato.

Il calcolo acustico viene anche sviluppato sotto forma di mappatura della distribuzione del campo sonoro sul territorio alla quota di 4m dal suolo. Questo per permettere una visualizzazione grafica della distribuzione del rumore, utile per comprendere la propagazione dalle sorgenti verso tutti i ricettori presenti sul territorio. Nella lettura delle mappe acustiche si deve ricordare che nei tratti in cui le infrastrutture su viadotto si elevano al di sopra dei 4m dal suolo il campo sonoro è calcolato al di sotto del viadotto e, pertanto, i livelli sonori possono apparire più bassi se confrontati con aree limitrofe in cui il viadotto corre a quote meno elevate o presso aree in cui le infrastrutture corrono a raso.

Gli impatti relativi alla fase di cantiere sono rappresentati dalle emissioni sonore dovute alle lavorazioni, alla presenza dei macchinari - in ciascuna delle aree di lavoro funzionali alla realizzazione della linea – e al transito dei mezzi di cantiere.

Per il calcolo previsionale sono stati utilizzati i seguenti standard internazionali:

- Rumore industriale: ISO 9613-2 : 1996
- Rumore ferroviario: French Rail 2007-02
- Rumore stradale: NMPB 2008

#### **8.1.5 Sorgenti caratterizzanti la fase di costruzione dell'opera**

Le operazioni di costruzione di un'opera infrastrutturale di grandi proporzioni come quella in oggetto comportano numerosi e differenti scenari operativi in fase di cantierizzazione. Scopo dello studio della componente “rumore”, specificatamente per la fase di cantiere, è quello di quantificare l'impatto di uno scenario operativo corrispondente ad una situazione di elevata contemporaneità nell'uso di mezzi d'opera e di impianti fissi, unitamente ad una tipologia di lavorazioni che siano rappresentative delle principali attività previste.

Questo al fine di quantificare – a livello di calcolo previsionale – il possibile disturbo da rumore presso i ricettori maggiormente esposti, fornire indicazioni per l'eventuale realizzazione di opere di mitigazione delle emissioni sonore ed indirizzare le scelte per la localizzazione di eventuali postazioni di monitoraggio acustico delle attività.

Per tale motivo si è scelto di analizzare la fase di cantiere corrispondente al 60° mese di attività (anno 5) poiché, oltre a prevedere tutti i cantieri in attività, presenta il picco nel carreggio di camion funzionali al trasporto dello smarino, dei conci e dei materiali da cantiere. In tal modo si vuole tenere conto dello scenario acusticamente più impattante – rispetto a fasi

di cantiere con minor presenza di lavorazioni o di traffico veicolare ridotto – al fine di studiare un sistema di mitigazione quanto più possibile cautelativo dei ricettori.

Lo studio tiene conto della disposizione delle sorgenti sonore nelle aree di lavorazione - sulla base dei layout predisposti dai progettisti e delle necessità operative di movimentazione materiali indicate - ed utilizza i dati di emissione sonora dei macchinari ricavati da schede tecniche o da misurazioni sul campo eseguite in occasione di studi analoghi.

Nelle differenti aree di cantiere sono state previste le seguenti tipologie di sorgenti sonore sulla base dei layout predisposti dai progettisti e delle necessità operative di movimentazione materiali indicate.

### **Area industriale di Salbertrand**

L'area industriale di Salbertrand si sviluppa nel comune omonimo, nella zona posta a nord dell'area di servizio Gran Bosco, direzione Francia, ed a sud del fascio binari della linea ferroviaria Torino-Modane. Il suo ruolo è di supporto ai cantieri per la costruzione delle opere in sotterraneo e delle opere a cielo aperto. Al suo interno, infatti, sono presenti l'impianto di frantumazione e valorizzazione (del materiale prodotto dagli scavi) per la produzione degli aggregati, l'impianto per la prefabbricazione dei conci e l'area di carico per l'evacuazione, mediante treno, del marino verso i siti di Caprie e Torrazza Piemonte.

Lo smarino arriverà sul cantiere via camion utilizzando la viabilità autostradale, ma la sua movimentazione e quella degli aggregati all'interno del cantiere avverrà utilizzando nastri trasportatori chiusi al fine di limitare le emissioni sonore e di polveri; parimenti le attività di trattamento dei materiali di scavo (produzione di aggregati) e i siti di deposito temporanei in cantiere saranno ubicati all'interno di strutture chiuse.

In tal modo il contenimento delle emissioni è sviluppato a monte della sorgente stessa, là dove può risultare più efficace, poiché in aree di lavorazione così ampie l'utilizzo di barriere antirumore sul perimetro dell'area rischia di vanificare gli sforzi di mitigazione di sorgenti poste distanti dalla pannellatura fonoisolante.

Per la modellazione di questo cantiere, sulla base del grado di dettaglio della progettazione disponibile ad oggi, sono state considerate le seguenti sorgenti i cui valori di emissione sono stati dedotti da campagne di rilievi fonometrici, da letteratura<sup>8</sup> o dalle banche dati incluse nel software di modellazione.

---

<sup>8</sup> “La Banca Dati Rumore per l'edilizia”, C.P.T. Torino, 2011.

Sorgenti sonore	Quantità	Potenza sonora [dB(A)]
carrelli elevatori telescopici (tipo Manitou)	2	101,7
pale meccaniche	1	102,6
camion	4	103,3
torrette azionamento nastri trasportatori	19	69,2
nastro trasportatore (completamente chiuso)	ca. 2380 m	62,6 /m
autolavaggio mezzi	1	62,4
impianto lavaggio ruote	1	62,4
carroponte	1	67,2
impianto di valorizzazione	1	blocco comprendente più sorgenti, con Lw tra 54 e 59 dB(A) per facciata
impianto di prefabbricazione conci (comprende impianto di betonaggio)	1	blocco comprendente più sorgenti, con Lw di circa 46 dB(A) per facciata
pompe (per impianti vari: trattamento acque, distribuzione gasolio etc.)	2	81,4
gruppo elettrogeno	1	75,5
silos per caricamento marino su treno	1	blocco comprendente più sorgenti, con Lw di circa 80 dB(A) per facciata

**Tabella 48** – Elenco sorgenti per area industriale di Salbertrand

Il progetto prevede lavorazioni nel solo periodo diurno (h 6÷22), mentre nel periodo notturno (h 22÷6) sarà eseguita la manutenzione degli impianti<sup>9</sup>.

Le simulazioni acustiche, tuttavia, hanno verificato la possibilità di lavorazioni notturne a titolo cautelativo. Per questo scenario le sorgenti considerate sono le seguenti:

- Sistema dei nastri trasportatori
- Carroponte
- Impianto di prefabbricazione conci
- Gruppo elettrogeno e pompe
- Sistema caricamento dei treni con destinazione siti di Caprie e Torrazza Piemonte
- Sistema trattamento acque

Inoltre, per lo scenario di lavorazioni oggetto della modellazione, sono stati considerati i seguenti mezzi:

<sup>9</sup> Per una descrizione più approfondita delle lavorazioni e delle aree di cantiere, si faccia riferimento al documento PRV\_C3A\_TS3\_6010: *Relazione generale illustrativa lato Italia* e PRV\_C3A\_TS3\_6037: *Relazione illustrativa cantiere Maddalena e Area Colombera*.

Mezzi da/verso il cantiere	Periodo diurno ( h 6÷22)	Periodo notturno (h 22÷6)
Treni verso i siti di Caprie e Torrazza P.te	2 <sup>10</sup>	1
Treni in arrivo al cantiere	3	-
Camion in arrivo al cantiere	18/h	-
Camion in partenza dal cantiere	18/h	-

*Tabella 49 – Elenco mezzi per area industriale Salbertrand*

### **Area imbocco “Maddalena”**

Il cantiere d'imbocco de La Maddalena si sviluppa nel comune di Chiomonte, sotto il viadotto Clarea dell'Autostrada A32 Torino-Bardonecchia.

L'area delle lavorazioni, già in essere per la realizzazione del cunicolo esplorativo della Maddalena, sarà ampliata ed integrata con quanto necessario a supporto delle attività per lo scavo, l'evacuazione dello smarino e il rivestimento dei vari tunnel e dell'area di sicurezza in sotterraneo.

Il cantiere dovrà garantire gli adeguati spazi per lo stoccaggio dei conci e di inerti necessari nei differenti periodi di lavorazione.

Saranno presenti, inoltre, delle aree per lo stoccaggio temporaneo dello smarino destinato all'impianto di valorizzazione previsto a Salbertrand.

Le attività di cantierizzazione dell'area, di movimentazione dei mezzi, del personale e del materiale inizieranno a seguito della realizzazione dei due viadotti di svincolo dell'autostrada A32 (utilizzati per accedere all'area). Il piazzale esistente verrà ampliato per recuperare gli spazi necessari alla realizzazione dell'imbocco di Maddalena 2 e, conseguentemente, il lancio della fresa in sotterraneo. Il cantiere occuperà anche un'area in orografica sinistra del torrente Clarea, accessibile per mezzo di un ponte Bailey.

Il cantiere superficiale sarà a supporto delle attività sotterranee. A partire da questo cantiere, infatti, verranno condotte le attività di scavo per la realizzazione delle seguenti opere:

- tunnel di connessione di Maddalena 1;
- tunnel di Maddalena 2;
- tunnel di connessione di Maddalena 2;
- sito di sicurezza sotterraneo;
- tunnel di base (entrambi i fornicci dal sito di sicurezza fino all'imbocco lato Italia).

Sull'area, terminate le attività di scavo e finitura dei tunnel, verrà realizzata la centrale di ventilazione.

Farà parte del cantiere anche un piazzale adibito a parcheggio, posto in adiacenza all'attuale eliporto sul sito di Colombera.

<sup>10</sup> Partenze a partire dal tardo pomeriggio.

Per la modellazione di questo cantiere, sulla base del grado di dettaglio della progettazione disponibile ad oggi, sono state considerate le seguenti sorgenti:

Sorgenti sonore	Quantità	Lw globale [dB(A)]
carrelli elevatori telescopici (tipo Manitou)	2	101,7
pale meccaniche	2	102,6
camion	1	103,3
torrette azionamento nastri trasportatori	11	69,2
nastro trasportatore (completamente chiuso)	ca. 405 m	62,6 /m
ventilazione tunnel	4	80,9
torri di raffreddamento tunnel	2	70,3
lavaggio mezzi	2	62,4
Impianto di betonaggio	1	blocco comprendente più sorgenti, con Lw di circa 61 dB(A) per facciata
Impianti aria industriale	2	blocco comprendente più sorgenti, con Lw di circa 60 dB(A) per facciata
Impianto trattamento acque	1	blocco costituito da 3 sorgenti, con Lw di 81,4 dB(A) cad.

*Tabella 50 – Elenco sorgenti area imbocco Maddalena*

Le lavorazioni sono previste per il solo periodo diurno (h 6÷22); durante il periodo notturno (h 22÷6) sarà eseguita la manutenzione degli impianti<sup>11</sup>.

Le simulazioni acustiche, tuttavia, hanno verificato la possibilità di lavorazioni notturne a titolo cautelativo. Per tale scenario le sorgenti considerate sono le seguenti:

- torrette azionamento nastri trasportatori
- nastro trasportatore
- ventilazione tunnel
- sistema di raffrescamento tunnel
- impianto di betonaggio
- impianti aria industriale
- trattamento acque

Inoltre, per lo scenario di lavorazioni oggetto della modellazione, sono stati considerati i seguenti mezzi:

<sup>11</sup> Per una descrizione più approfondita delle lavorazioni e delle aree di cantiere, si faccia riferimento al documento PRV\_C3A\_TS3\_6010: Relazione generale illustrativa lato Italia.

Mezzi da/verso il cantiere	Periodo diurno ( h 6÷22)	Periodo notturno (h 22÷6)
Camion in arrivo al cantiere	17/h	-
Camion in partenza dal cantiere	17/h	-

*Tabella 51 – Elenco mezzi per area imbocco Maddalena.*

### **8.1.6 Risultati delle modellazioni acustiche**

#### Considerazioni relative all'incertezza del calcolo acustico previsionale

A premessa di quanto di seguito riportato, relativamente agli esiti di valutazione degli impatti, è necessario esporre alcune considerazioni che riguardano il grado di incertezza insito nel calcolo previsionale (in questo come in qualsiasi tipo di modellazione acustica previsionale). Nel caso del presente studio i dati acustici di input, ricavati dalle diverse fonti a cui è stato possibile attingere, non sono corredati da quantificazioni specifiche riguardanti il loro intervallo di incertezza. Essi scaturiscono tuttavia o da misurazioni fonometriche dirette (la cui incertezza è normalmente quantificabile al massimo in +/- 1dB) oppure da elaborazioni di dati acustici (nel caso di dati forniti già in termini di potenza sonora). In questo secondo caso è possibile che, all'intervallo di incertezza dovuto alle attività fonometriche, si aggiunga un ulteriore intervallo di incertezza derivante dalle elaborazioni eseguite che coinvolgono altre grandezze fisiche (ad esempio la determinazione della velocità dei convogli oggetto di rilevazioni sperimentali può essere affetta da errore etc.). Tale ulteriore causa di incertezza risulta non quantificabile ai fini acustici.

Il calcolo acustico previsionale eseguito ai sensi della norma ISO9613-2 presenta, inoltre, un ulteriore grado di incertezza pari a +/- 1dB.

Le due principali cause di incertezza quantificabili concorrono pertanto a definire un intervallo di incertezza complessivo pari a +/- 2dB.

Sono presenti tuttavia ulteriori cause di incertezza non quantificabili che risultano derivare ad esempio dalla necessità di eseguire una modellizzazione schematica del territorio (modello a triangoli) basata su dati geografici di area vasta. Si pensi in questo caso alla modellizzazione di un edificio situato sulle pendici collinari ed alla difficoltà di definire l'esatta quota di riferimento dalla quale far sorgere l'edificio medesimo per la definizione successiva delle quote alle quali eseguire il calcolo acustico ai diversi piani.

È possibile stimare in almeno +/- 1dB l'effetto delle cause di incertezza non direttamente quantificabili, ma esso può risultare differente in casi specifici. In sintesi, pertanto, occorre considerare i valori scaturiti dai calcoli previsionali come "valori centrali" dell'intervallo di incertezza avente ampiezza pari a +/-3dB.

#### Livelli calcolati per i ricettori di riferimento del calcolo acustico

I ricettori presi a riferimento per la valutazione degli impatti sono innanzitutto gli edifici presso i quali sono stati condotti i rilievi fonometrici.

Per la taratura del modello sono state utilizzate le medie logaritmiche dei livelli equivalenti diurni e notturni misurati nei giorni feriali. Si è cercata la corrispondenza di valori tra modello e misure in particolare per i livelli della fascia temporale h 22-6 poiché nel periodo notturno la presenza di sorgenti di rumore "estemporanee" è ridotta.

Di seguito i risultati ottenuti.

**Area industriale di Salbertrand:**

Ricettore	Piano edificio	Classificazione Acustica	Limiti assoluti d'immissione		Ante operam (misurato)		Ante operam (calcolato)		Cantiere		Differenziale	
			Ld	Ln	Ld	Ln	Ld	Ln	Ld	Ln	Ld	Ln
AO_RUM_03_SAL_01_Galambra	PT	classe I	50	40	60,5	58,9	59,0	59,0	59,4	59,0	0,4	0,0
	1P						60,3	60,1	60,6	60,2	0,3	0,1
	2P						60,5	60,3	60,9	60,4	0,4	0,1
AO_RUM_03_SAL_02_Celse	PT	classe III	60	50	58,0	52,9	54,5	53,2	54,6	53,0	0,1	-0,2
	1P						55,0	53,7	55,1	53,2	0,1	-0,5
AO_RUM_03_SAL_03_Gorge	PT	classe III	60	50	66,4	61,1	60,1	60,0	60,3	60,1	0,2	0,1
	1P						61,2	61,1	61,4	61,2	0,2	0,1
AO_RUM_03_SAL_04_Moncellier	PT	classe III	60	50	56,9	47,1	47,9	47,2	48,4	47,3	0,5	0,1

*Tabella 52 – Risultati per ricettori di riferimento area industriale di Salbertrand*

Il calcolo del differenziale viene effettuato con i livelli di *ante operam* calcolati e non con quelli misurati poiché questi ultimi non sono direttamente raffrontabili essendo comprensivi della quota di sorgenti non modellabili di cui si è detto ai precedenti paragrafi. In tal modo è possibile operare un raffronto e valutare l'effettivo incremento dei livelli sonori prodotto dall'inserimento delle nuove sorgenti nell'ambiente (valutazione del differenziale).

Dal raffronto dei valori risulta chiaro che i livelli prodotti dal cantiere non ridefiniscono il clima acustico dell'area, infatti si ha un permanere dei superamenti già presenti allo stato attuale, ma nessun nuovo incremento determinante poiché la variazione rimane contenuta entro livelli molto bassi.

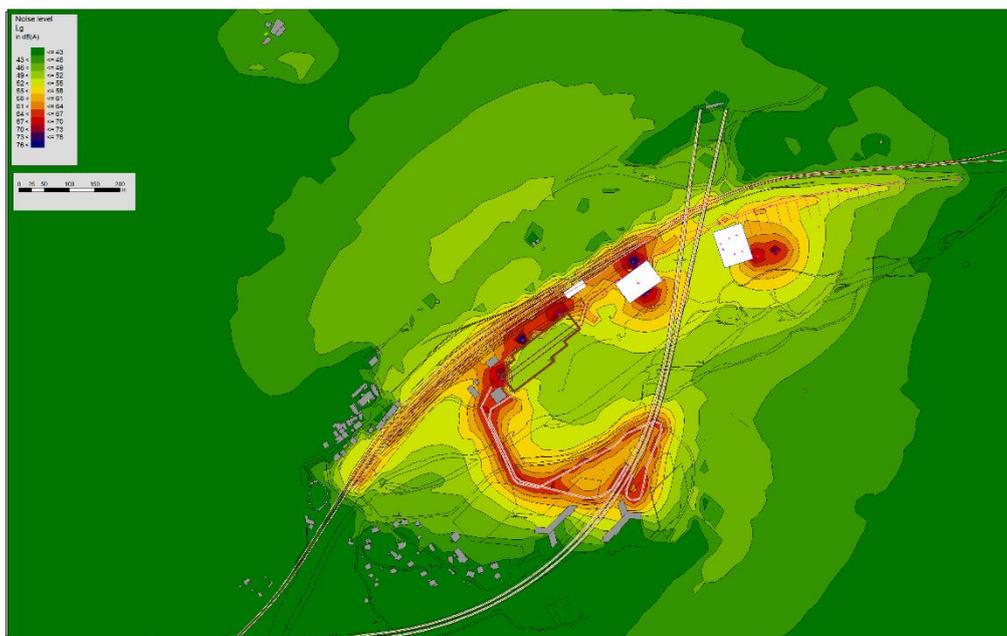
Va inoltre ricordato che, essendo l'area molto infrastrutturata, per molti ricettori vige il limite d'immissione stabilito dalle fasce di pertinenza stradale e ferroviaria. Escludendo, infatti, i contributi delle infrastrutture, si ottengono i seguenti livelli:

Ricettore	Piano edificio	Classificazione Acustica	Limiti assoluti d'immissione		Scenario di cantiere senza il contributo delle infrastrutture	
			Ld	Ln	Ld	Ln
AO_RUM_03_SAL_01_Galambra	PT	classe I	50	40	48,0	40,0
	1P				49,4	41,2*
	2P				50,0	41,1*
AO_RUM_03_SAL_02_Celse	PT	classe III	60	50	43,4	34,5
	1P				45,0	34,7
AO_RUM_03_SAL_03_Gorge	PT	classe III	60	50	54,5	54,4*
	1P				54,2	54,0*
AO_RUM_03_SAL_04_Moncellier	PT	classe III	60	50	46,1	45,6

**Tabella 53** – Risultati per lo scenario di cantiere, calcolato senza la quota di rumore prodotto dalle infrastrutture stradali e ferroviaria

Il nuovo scenario riporta entro i limiti quasi tutti i livelli ottenuti, con l'eccezione del ricettore \*AO\_RUM\_03\_SAL\_01\_Galambra – che presenta superamenti molto bassi dei livelli della classe I – e del ricettore \*AO\_RUM\_03\_SAL\_03\_Gorge che deve i propri valori principalmente al contributo della fauna notturna.

I livelli ottenuti tengono conto, a livello precauzionale, dello scenario notturno - sopra descritto – ipotizzato per eventuali situazioni di picco delle lavorazioni. In realtà per il periodo notturno la cantierizzazione prevede solo la manutenzione degli impianti e la partenza – a partire dal tardo pomeriggio - di un treno per i siti di Caprie e Torrazza P.te, quindi le variazioni rispetto allo stato attuale risulterebbero ancora più contenute.



**Figura 51** – Stralcio della tavola PRV\_C3C\_TS3\_7501 relativa ai livelli acustici previsti per l'area industriale di Salbertrand, in periodo diurno, senza il contributo delle infrastrutture (autostrada, strada statale e ferrovia)

### Cantiere di imbocco de la Maddalena:

Nel caso dell'area delle lavorazioni ubicata alla Maddalena, poiché è stato condotto il rilievo fonometrico presso un unico edificio, sono stati inseriti ulteriori punti di verifica sul territorio. Sono inoltre stati utilizzati i valori risultanti dai rilievi del monitoraggio di corso d'opera del cantiere del cunicolo esplorativo della Maddalena.

Di seguito i risultati del calcolo previsionale:

Ricettore	Piano edificio	Classificazione Acustica	Limiti assoluti d'immissione		Ante operam (misurato)		Ante operam (calcolato)		Cantiere		Differenziale	
			Ld	Ln	Ld	Ln	Ld	Ln	Ld	Ln	Ld	Ln
AO_RUM_03_COL_01_B&B I Garbin A5.2	PT	classe II	55	45	60,6	55,4	60,6	49,8	60,7	49,9	0,1	0,1
	1P						59,6	49,4	59,7	49,4	0,1	0,0
	2P						58,8	49,0	58,8	49,1	0,0	0,1
A5.4-RC Museo Archeologico	PT	classe II	55	45	59,8	55,8	59,1	55,1	60,6	56,3	1,5	1,2
	1P						59,6	55,9	61,0	56,9	1,4	1,0
A5.23 Borgata Clarea (Giaglione)	PT	classe II	55	45	54,0	54,5	52,7	48,8	54,5	49,6	1,8	0,8
	1P						53,1	49,3	54,7	50,0	1,6	0,7
Ricettore a Chiomonte, fronte cantiere	PT	classe III	60	50	-	-	45,0	43,3	45,4	43,5	0,4	0,2
	1P						45,2	43,8	45,6	43,9	0,4	0,1

**Tabella 54** – Risultati per ricettori di riferimento area imbocco Maddalena

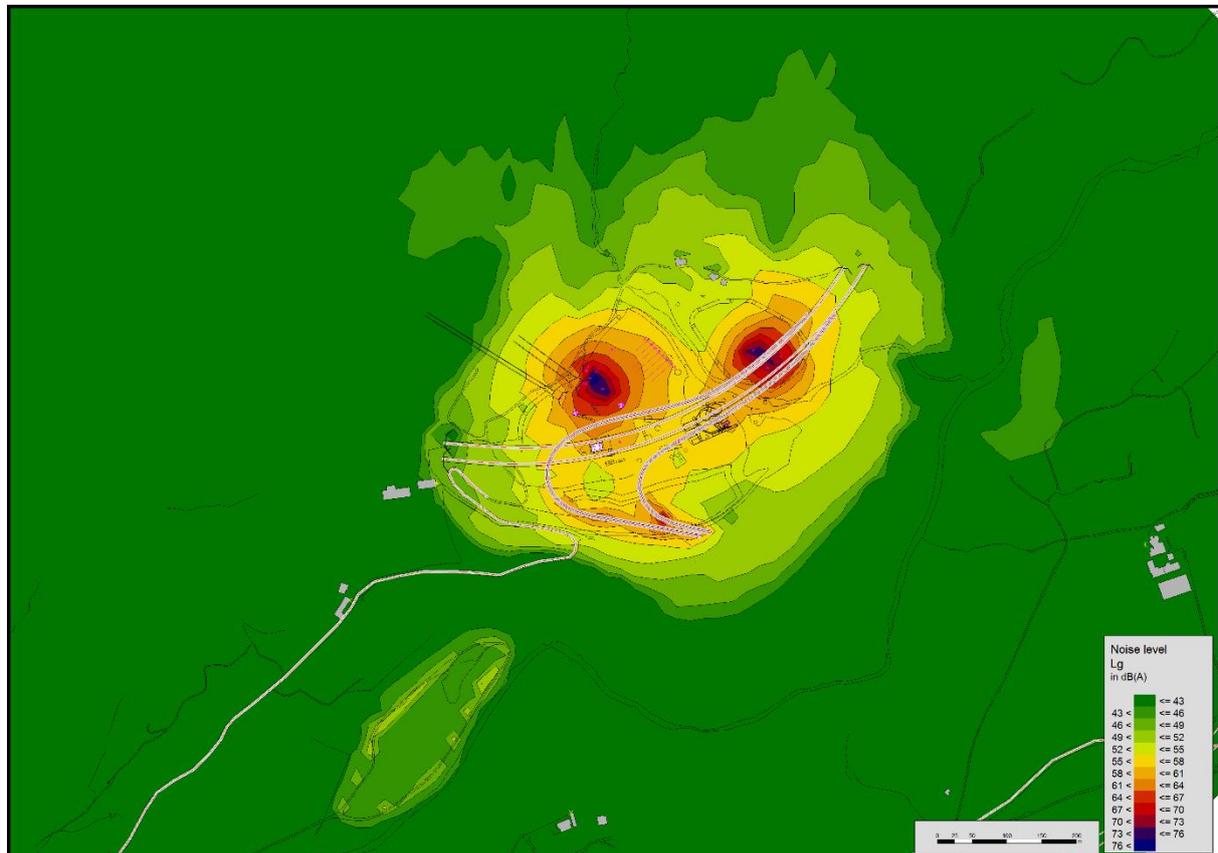
Analogamente a quanto analizzato per il l'area industriale di Salbertrand, anche per il cantiere della Maddalena è stata eseguita la verifica dei livelli d'immissione ai ricettori "spegnendo" le sorgenti stradali e ferroviarie. Di seguito gli esiti:

Ricettore	Piano edificio	Classificazione Acustica	Limiti assoluti d'immissione		Scenario di cantiere senza il contributo delle infrastrutture	
			Ld	Ln	Ld	Ln
AO_RUM_03_COL_01_B&B I Garbin A5.2	PT	classe II	55	45	23,9	42,3
	1P				23,6	42,5
	2P				23,7	42,7
A5.4-RC Museo Archeologico	PT	classe II	55	45	50,2	39,7
	1P				50,2	39,8
A5.23 Borgata Clarea (Giaglione)	PT	classe II	55	45	53,6	48,3*
	1P				53,8	48,8*
Ricettore a Chiomonte, fronte cantiere	PT	classe III	60	50	29,4	36,5
	1P				30,0	38,0

**Tabella 55** – Risultati per lo scenario di cantiere, calcolato senza la quota di rumore prodotto dalle infrastrutture stradali e ferroviaria

Anche in questo caso eliminando la quota di rumore dovuta alle infrastrutture esistenti, i livelli rientrano al di sotto dei limiti stabiliti dalla classificazione acustica.

\*L'unico superamento a permanere è sul valore del livello notturno presso i ruderi di Borgata Clarea, dovuto alla fauna notturna e al vicino torrente (come peraltro rilevato nelle campagne di monitoraggio sopra menzionate).



*Figura 52 – Stralcio della tavola PRV\_C3C\_TS3\_7500 relativa ai livelli acustici previsti per l'area d'imbocco de La Maddalena, in periodo diurno, senza il contributo delle infrastrutture (autostrada, strada statale e ferrovia)*

## 8.2 Valutazione degli impatti

### Risultati del calcolo previsionale

Il calcolo acustico previsionale, eseguito per lo scenario di operatività delle aree di cantiere, così come descritto ed analizzato ai paragrafi precedenti, ha permesso di quantificare il livello sonoro ai ricettori, potenzialmente indotto dalle attività di cantiere in una giornata “tipo” di lavorazione.

Grazie ai molti accorgimenti mitigativi già integrati nel progetto di cantierizzazione (in ottemperanza alla prescrizione n.55 espressa dal CIPE con delibera n.57 del 03/08/2011), le variazioni di clima acustico indotte dalle lavorazioni si scostano di poco dai livelli misurati allo stato attuale. In particolare i seguenti aspetti costituiscono parte integrante della progettazione dei cantieri:

- completa coibentazione e chiusura dei nastri trasportatori e delle torrette di loro pertinenza;

- impianti più rumorosi confinati dentro a capannoni (impianto prefabbricazione conci, impianto di betonaggio, impianto aria industriale etc.)
- chiusura dei locali officina al fine di evitare lavorazioni di tipo manuale/artigianale in ambiente esterno;
- coibentazione dei motori dei ventilatori per la ventilazione in galleria;
- caricamento dei treni all'interno di silos.

Tutti gli accorgimenti sopra elencati sono quindi già stati introdotti nell'ambito dello scenario studiato e risultano fondamentali per il contenimento dei livelli di rumore entro i valori sopra esposti, unitamente al rispetto delle indicazioni sulle lavorazioni consentite per il periodo notturno.

L'analisi dei risultati ha evidenziato, inoltre, che per l'area imbocco di Maddalena, in particolare, la morfologia del territorio contiene le emissioni all'interno dell'invaso naturale, incidendo soltanto sulle aree più prossime, ma poco o nulla sul clima acustico delle restanti porzioni territoriali.

Per l'area industriale di Salbertrand, molto più aperta, poiché posta sull'ampio fondo valle, oltre agli accorgimenti progettuali sopra elencati sarà importante il rispetto degli orari di lavorazione indicati per ciascuna fonte emissiva e la buona manutenzione dei mezzi poiché l'introduzione di barriere fonoassorbenti, lungo il perimetro di cantiere, non sarebbe risolutiva di eventuali criticità.

Lo scenario scelto per la modellazione corrisponde, in base all'analisi del planning delle lavorazioni, a uno dei potenzialmente più impattanti dal punto di vista acustico e per tale motivo è stato scelto come riferimento, per avere dei risultati cautelativi nei confronti dei ricettori. Eventuali ulteriori scenari che dovessero configurarsi nel corso della cantierizzazione, con un potenziale carico acustico maggiore di quello simulato, necessiteranno di apposita modellazione previsionale e di eventuale richiesta di deroga ai limiti qualora le emissioni acustiche non fossero totalmente mitigabili.

### **8.3 Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato**

Rispetto allo scenario di cantiere prospettato dalla fase progettuale del progetto definitivo approvato, vi è sicuramente un significativo alleggerimento delle pressioni a carico della componente per le aree della Piana di Susa nonché dell'area in val Clarea dove, precedentemente, era prevista l'ubicazione della centrale di ventilazione.

Mentre nel caso della val Clarea gli impatti scompaiono del tutto, poiché la zona non viene più interessata da alcuna lavorazione, per l'area della Piana di Susa gli impatti si ridimensionano in termini sia quantitativi che temporali. È stata, infatti, delocalizzata l'area industriale funzionale alla valorizzazione del materiale scavato, alla produzione conci e al caricamento dello smarino sui treni che erano previsti in partenza dall'area presso l'imbocco del tunnel dell'interconnessione, lato ovest. Gli studi condotti nella precedente fase, risultano quindi cautelativi rispetto a quanto prospettato dall'attuale scenario di cantierizzazione.

Viceversa l'area di Salbertrand, precedentemente non coinvolta dal quadro progettuale, presenta un carico di impatti ovviamente negativo rispetto al Progetto Definitivo Approvato. Come precedentemente visto, tuttavia, l'occupazione riguarderà un'area sulla quale, già allo stato attuale, il carico acustico è influenzato in maniera preponderante dalla presenza delle infrastrutture stradali e ferroviaria così che il contributo dovuto alle lavorazioni, fortemente mitigato dagli accorgimenti progettuali di cui si è detto, non altera in maniera sostanziale il quadro delle emissioni sonore gravitanti sui ricettori.

Anche per l'area imbocco della Maddalena le variazioni saranno contenute poiché l'attuale scenario di cantierizzazione prevede l'estensione dell'area che già attualmente ospita le lavorazioni di scavo del cunicolo esplorativo.

Infine nessuna variazione è prevista per i siti di Caprie e Torrazza Piemonte per i quali le superfici interessate e le sorgenti emissive, considerate per il progetto definitivo approvato, restano invariate.

FASE DI CANTIERE										
Componente in analisi	Salbertrand	Colombera	Maddalena	Piana di Susa			Clarea (ex centrale ventilazione)	Sito di Caprie	Sito di Torrazza P.te	Cavidotto
				Zona Imbocco Est TdB	Area Tecnica di Susa	Interconnessione e area Bussoleno				
RUMORE										
Occupazione suolo	-2	0	-2	0	+2	0	+3	0	0	+2
Tempo occupazione	-2	0	-2	+2	+2	+1	+3	0	0	+2
Lavorazioni significative per gli impatti <sup>12</sup>	-2	-1	-1	+1	+2	0	+3	0	0	+2
Movimentazione materiale	-2	0	-2	-1	+1	0	+3	0	0	+2
Flusso mezzi emissivi	-2	-1	-1	-1	-1	-1	+3	0	0	+2

Scala di variazione degli impatti ambientali rispetto allo scenario di progetto definitivo approvato	
-3	Variazione peggiorativa
-2	Variazione moderatamente peggiorativa
-1	Variazione lievemente peggiorativa
0	Nessuna variazione/nessun impatto sulla componente
+1	Variazione lievemente migliorativa
+2	Variazione moderatamente migliorativa
+3	Variazione migliorativa

Tabella 56 – Matrice degli impatti: componente rumore

<sup>12</sup> Lavorazioni significative per gli impatti: preparazione area, scavi in terreno, scavi in roccia, riporti, posa in opera prefabbricati, funzionamento impianti di cantiere

## 9. Pressioni e impatti: VIBRAZIONI

### 9.1 Individuazione degli impatti

#### 9.1.1 Indicazioni sul modello di calcolo della propagazione delle vibrazioni sul terreno

Al fine di formulare quantificazioni e previsioni relative alla propagazione delle vibrazioni nel terreno si applicano strumenti modellistici per poter analizzare un fenomeno di elevata complessità e ricondurlo ad una trattazione semplificata.

Nel caso di fenomeni vibratorii che avvengono in superficie e non dalle profondità del sottosuolo – come nel caso in esame – è possibile secondo Rayleigh e Rudder limitare l'analisi alla propagazione in superficie. La modellizzazione più semplificata consiste nel tenere conto unicamente della divergenza geometrica del fascio per un'onda di superficie.

Esistono però nel terreno anche fenomeni di tipo dissipativo che aumentano in maniera non trascurabile l'attenuazione delle vibrazioni in funzione della distanza. È possibile, quindi, migliorare la modellizzazione semplificata considerando entrambe le componenti: la divergenza e la dissipazione.

Il modello di calcolo – espresso in termini logaritmici – è quindi il seguente (caso di sorgente “puntiforme”):

$$L[r] = L_0 + 10\text{Log}_{10}[d_0/r] - 8.69\alpha[r-d_0]$$

Dove:

- $r$  = distanza del punto ricevente dalla sorgente
- $d_0$  = distanza di riferimento
- $\alpha$  = fattore di attenuazione del terreno (caratteristica del sito in oggetto)
- $L_0$  = livello di vibrazione di riferimento presente alla distanza  $d_0$

*Nota: il termine  $8.69 \alpha [r-d_0]$  deriva dalla relazione di attenuazione esponenziale  $e^{-\alpha(r-d_0)}$*

Seguendo la modellizzazione sopra descritta si comprende come le indagini sul territorio siano finalizzate a fornire valori sperimentali del parametro  $\alpha$  (dipendente dalla natura del terreno) in funzione della frequenza.

Per il caso di sorgenti lineari, quali ad esempio i convogli ferroviari, essi possono essere modellizzati simulando la compresenza di più sorgenti puntiformi allineate i cui effetti si sovrappongono.

Per approfondimenti si rimanda alla relazione specialistica *PRV\_C3C\_TS3\_7510: Relazione tecnica delle aree oggetto di variante.*

#### 9.1.2 Note sull'incertezza del calcolo previsionale

La metodologia operativa adottata per lo studio previsionale presenta alcuni importanti fattori di incertezza. Alcuni fattori sono quantificabili; la maggior parte di essi, tuttavia, risulta non quantificabile.

Tra i fattori d'incertezza quantificabili si ricorda il grado di precisione della strumentazione tecnica di misura (classe I).

Tra i fattori d'incertezza non quantificabili si ricordano le approssimazioni modellistiche, la disomogeneità del terreno ed il posizionamento dei sensori in punti particolari su un mezzo di propagazione del segnale (suolo o strutture edili) che non sono omogenei.

Poiché i principali fattori d'incertezza non sono quantificabili e, di conseguenza, non è possibile fornire un'indicazione dell'incertezza complessiva della stima modellistica del livello di vibrazione alle abitazioni, è utile verificare, per mezzo della modellizzazione previsionale, che i risultati delle stime siano ampiamente al di sotto delle soglie di riferimento indicate dalle norme tecniche.

### **9.1.3 Impostazioni del modello previsionale**

Per poter applicare il modello di calcolo ed eseguire stime previsionali delle vibrazioni indotte verso i ricettori, a partire dai valori misurati è possibile ricavare per ogni banda di frequenza un valore del parametro caratteristico della dissipazione di energia nel terreno specificamente indagato che – ad ogni frequenza – consente al modello di fornire come risultato il dato di attenuazione misurato sul campo alla distanza nota tra le due sonde.

Questa operazione di “adattamento” o “taratura” del modello viene dunque eseguita separatamente per la direzione verticale e per la direzione orizzontale. Se ne ricava un insieme di valori del parametro caratteristico del terreno che risulta rappresentativo delle caratteristiche di attenuazione nell'area di studio.

Poiché i dati sperimentali presentano una loro naturale dispersione, al fine di ricavare una legge generalmente rappresentativa del terreno in funzione della frequenza si opera un processo di interpolazione dei dati sperimentali – tra loro mediati – per ricavare una retta di regressione.

Ricavato così il parametro, esso può essere mantenuto fisso (come caratteristica del terreno per le aree di studio) e la formula dell'attenuazione del segnale, in funzione della distanza, può essere quindi utilizzata applicando di volta in volta alla formula stessa la variabile indipendente “distanza” tra sorgente e ricettore.

In questo caso particolare, per la valutazione previsionale delle vibrazioni derivanti dalla movimentazione dei convogli ferroviari nell'area di cantiere, all'attenuazione nel terreno nei primi 20m circa dal binario (attenuazione ricavata sperimentalmente e mantenuta, quindi, valida nel calcolo di stima previsionale), si aggiunge un'ulteriore attenuazione dovuta alla distanza aggiuntiva (oltre i 20m) tra sorgente e ricettore per sorgenti di tipo lineare. Ad esse si aggiunge poi la funzione di trasmissione delle vibrazioni lungo le strutture edili (anch'essa ricavata sperimentalmente dalle misurazioni sul campo) per giungere ad un livello di vibrazione previsto nell'ambiente interno all'edificio.

Nel caso di sorgenti puntiformi (ad esempio macchinari di cantiere etc.) si applica analogamente la formulazione del modello per questa tipologia di sorgenti.

## **9.2 Valutazione degli impatti**

A seguito della definizione dei parametri di caratterizzazione delle modalità di propagazione di vibrazioni dalle future aree di cantiere verso i ricettori, è possibile formulare le stime previsionali relative alla possibile immissione di vibrazioni durante le previste attività di cantiere.

### **9.2.1 Valutazioni previsionali per l'area Salbertrand**

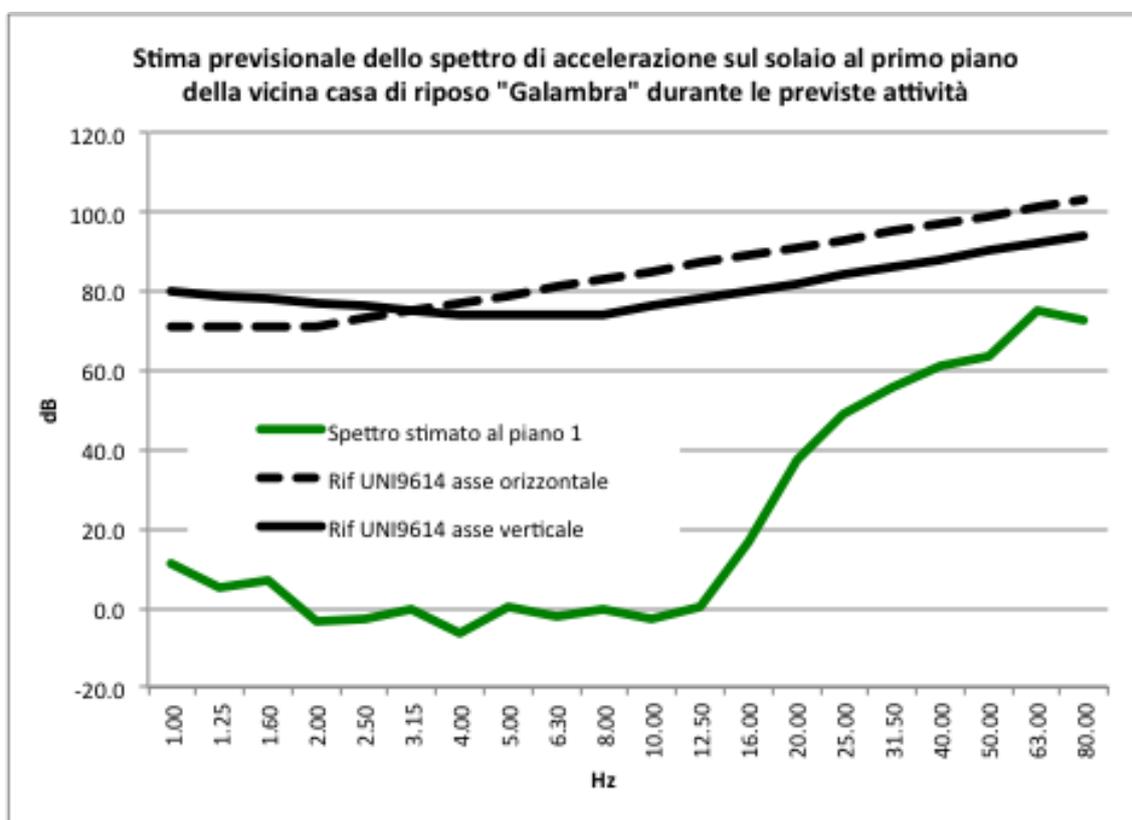
L'area di Salbertrand si prevede interessata dalle attività di carico del materiale di scavo sui convogli ferroviari predisposti per il conferimento ai siti di Caprie e Torrazza Piemonte. Secondo le previsioni di organizzazione del cantiere il materiale sarà trasportato su gomma, lungo l'autostrada A32, dalle aree di scavo fino all'area industriale di Salbertrand. Per questa

zona, pertanto, non sono previsti scavi. La principale fonte di vibrazioni verso i ricettori di riferimento sarà costituita, dunque, dalla movimentazione dei convogli ferroviari stessi.

Le modalità operative di carico del materiale saranno tali da rendere necessaria la movimentazione dei convogli a ridottissima velocità nell'ambito dell'area di cantiere sia perché si tratta di un'area di arrivo/partenza (e non di un'area di transito) sia perché il convoglio sarà di volta in volta collocato in modo tale da posizionare i vagoni al di sotto del dispositivo di carico con spostamenti, ogni volta, dell'ordine di pochi metri.

I dati sperimentali acquisiti sul campo e le valutazioni esplicitate nei capitoli precedenti consentono di effettuare stime previsionali dei livelli di vibrazione verso i ricettori più vicini durante le movimentazioni dei convogli.

Per la residenza per anziani "Galambra", oggetto di misurazioni dirette, il seguente grafico riassume i risultati del calcolo di stima previsionale, effettuato utilizzando, come dati di input, lo spettro di accelerazione rilevato in vicinanza del binario in occasione del transito maggiormente energetico tra tutti quelli misurati (condizione cautelativa).



**Figura 53** - Stima dello spettro di accelerazione sul solaio al primo piano presso la casa di riposo "Galambra"

Il grafico illustrativo dei risultati del calcolo previsionale indica che lo spettro di accelerazione stimato si mantiene al di sotto delle soglie di sensibilità indicate dalla norma UNI9614 sia per la postura verticale che per la postura orizzontale. I valori complessivi pesati secondo i filtri indicati dalla norma UNI9614 stessa sono pari a:

Postura della persona	Livello di accelerazione [1-80 Hz] filtrato secondo la UNI9614	Limite UNI9614 per edifici sensibili (ospedali, case di cura etc.)
Verticale	59	74 dB
Orizzontale	47	71 dB

Per quanto riguarda l'edificio residenziale situato a minore distanza dall'area di cantiere, il calcolo previsionale indica i seguenti valori di livello di accelerazione nella banda 1-80Hz:

Postura della persona	Livello di accelerazione [1-80 Hz] filtrato secondo la UNI9614	Limite UNI9614 per edifici sensibili (ospedali, case di cura etc.)
Verticale	70	77 dB
Orizzontale	58	74 dB

Dai dati riportati nelle precedenti tabelle si può evincere che i livelli di vibrazione stimati presso gli edifici della borgata del Comune di Salbertrand, che si trova in vicinanza della linea ferroviaria e della futura area di cantiere, si manterranno al di sotto dei limiti indicati dalla norma tecnica di riferimento UNI9614.

Si prevede, pertanto, che gli edifici ricettori, presenti nella zona, non saranno oggetto di disturbo da vibrazioni indotte dalle attività di carico del materiale di risulta delle escavazioni sui convogli ferroviari.

L'ubicazione dei ricettori è riportata nella tavola *PRV\_C3C\_TS3\_7515: Ricettori vibrazioni e livelli di attenzione previsti in fase di cantiere per le aree oggetto di variante.*

### **9.2.2 Valutazioni previsionali per l'area della Maddalena**

L'area della Maddalena, a differenza di quanto fatto per il Progetto Definitivo Approvato, viene ora trattata poiché a partire da questo cantiere verranno condotte le attività di scavo per la realizzazione del tunnel di connessione di Maddalena 1, del tunnel di Maddalena 2, del tunnel di connessione di Maddalena 2, del sito di sicurezza sotterraneo e del tunnel di base (entrambi i fornicci dal sito di sicurezza fino all'imbocco lato Italia).

Per quanto riguarda l'area Maddalena sono disponibili dati relativi a misurazioni dirette delle vibrazioni in prossimità dei ricettori di riferimento. Le misurazioni sono state eseguite nell'ambito del monitoraggio di corso d'opera delle attività di scavo del cunicolo esplorativo della Maddalena, attività che risultano analoghe a quelle previste per il futuro. I dati acquisiti costituiscono, pertanto, un riferimento diretto e rappresentativo del livello di vibrazioni che si prevede sarà presente durante le prossime attività di cantiere.

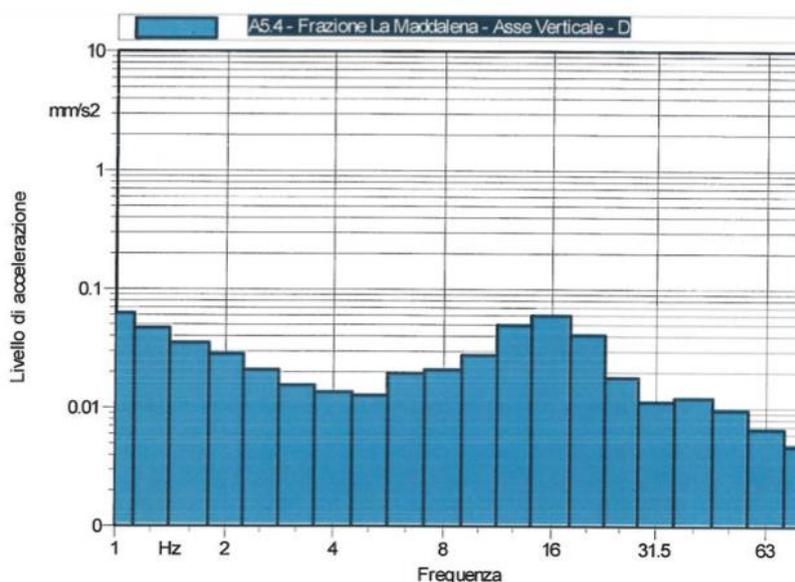
Ai fini del presente studio sono stati analizzati i risultati delle attività di tale monitoraggio, di seguito sintetizzati.

### **Analisi dei dati di monitoraggio relativi alla postazione di misura A5.4 (presso la zona museo della frazione La Maddalena) e considerazioni sulle attività future**

I dati acquisiti presso la postazione di monitoraggio della frazione La Maddalena presentano i seguenti livelli di vibrazione ponderati secondo la norma UNI9614:

Data	Periodo di rif.	L <sub>UNI9614</sub> Long. [mm/s <sup>2</sup> ]	L <sub>UNI9614</sub> Trasv. [mm/s <sup>2</sup> ]	L <sub>UNI9614</sub> Vert. [mm/s <sup>2</sup> ]	Limite Abitazioni [mm/s <sup>2</sup> ]
15/3/2016	Diurno	0,11	0,17	0,33	7,2
18/3/2016	Notturmo	0,09	0,1	0,09	5
14/6/2016	Diurno	0,12	0,13	0,16	7,2
17/6/2016	Notturmo	0,08	0,09	0,17	5
20/9/2016	Diurno	0,12	0,17	0,18	7,2
23/9/2016	Notturmo	0,1	0,08	0,11	5
17/1/2017	Diurno	0,13	0,17	0,16	7,2
20/1/2017	Notturmo	0,11	0,08	0,17	5

Di seguito è riportato un grafico spettrale estratto dai dati di monitoraggio sul campo, relativo al livello di vibrazione nella banda di riferimento 1-80Hz indicata dalla norma:



*Grafico 1 - Grafico dello spettro di vibrazione estratto dai report tecnici di monitoraggio sul campo.*

I dati acquisiti in sede di monitoraggio durante le normali attività del cantiere in periodo diurno e notturno presentano valori ampiamente inferiori rispetto ai limiti indicati dalla norma tecnica di riferimento per il disturbo alle persone.

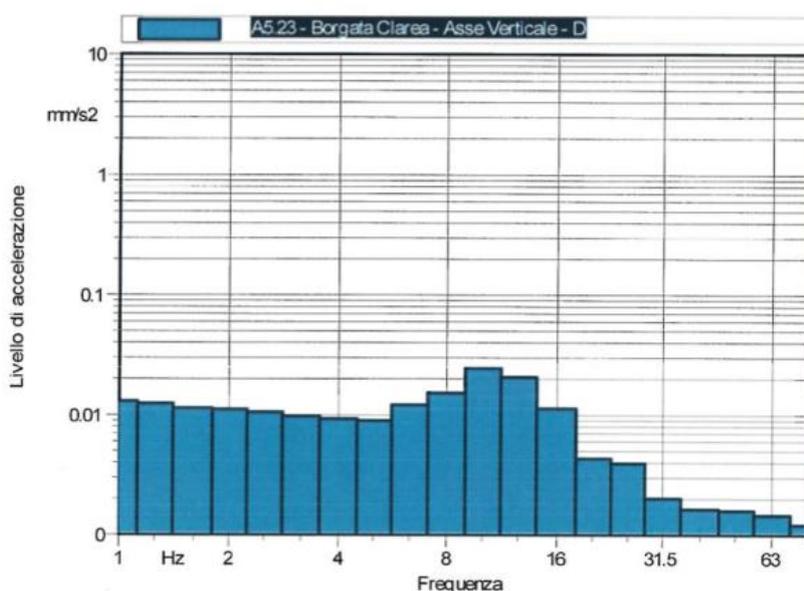
Poiché le attività di lavorazione previste per il futuro sono analoghe a quanto misurato, è possibile concludere che per i ricettori della frazione Maddalena non si prevedono criticità sotto il profilo del disturbo da vibrazioni.

### **Analisi dei dati di monitoraggio relativi alla postazione di misura A5.23 (presso Borgata Clarea) e considerazioni sulle attività future**

I dati acquisiti presso la postazione di monitoraggio della Borgata Clarea presentano i seguenti livelli di vibrazione ponderati secondo la norma UNI9614:

Data	Periodo di rif.	L <sub>UNI9614</sub> Long. [mm/s <sup>2</sup> ]	L <sub>UNI9614</sub> Trasv. [mm/s <sup>2</sup> ]	L <sub>UNI9614</sub> Vert. [mm/s <sup>2</sup> ]	Limite Abitazioni [mm/s <sup>2</sup> ]
15/3/2016	Diurno	0,06	0,06	0,05	7,2
18/3/2016	Notturmo	0,04	0,04	0,04	5
14/6/2016	Diurno	0,05	0,05	0,05	7,2
17/6/2016	Notturmo	0,04	0,05	0,06	5
20/9/2016	Diurno	0,07	0,08	0,07	7,2
23/9/2016	Notturmo	0,05	0,04	0,05	5
17/1/2017	Diurno	0,06	0,06	0,05	7,2
20/1/2017	Notturmo	0,07	0,13	0,16	5

Di seguito è riportato un grafico spettrale, estratto dai dati di monitoraggio, relativo al livello di vibrazione nella banda di riferimento 1-80Hz indicata dalla norma:



**Grafico 2** - Grafico dello spettro di vibrazione estratto dai report tecnici di monitoraggio sul campo.

Come già per i dati relativi alla frazione La Maddalena, anche presso la borgata Clarea i dati acquisiti in sede di monitoraggio, durante le normali attività del cantiere in periodo diurno e notturno, presentano valori ampiamente inferiori rispetto ai limiti indicati dalla norma tecnica di riferimento per il disturbo alle persone.

Poiché le attività di lavorazione previste per il futuro sono analoghe a quanto misurato, è possibile concludere che per i ricettori della borgata Clarea non si prevedono criticità sotto il profilo del disturbo da vibrazioni.

L'ubicazione dei ricettori è riportata nella tavola *PRV\_C3C\_TS3\_7515: Ricettori vibrazioni e livelli di attenzione previsti in fase di cantiere per le aree oggetto di variante.*

### 9.2.3 Nota a riguardo delle attività nell'area di cantiere di Susa

Le attività di cantiere nella piana di Susa furono oggetto di valutazione previsionale d'impatto da vibrazioni in occasione dello studio condotto relativamente al precedente progetto di cantierizzazione. Presso tale area le modificazioni ora previste dal nuovo progetto

evidenziano una riduzione dell'entità e della tipologia di attività potenzialmente emissive sotto il profilo delle vibrazioni. È stata, infatti, delocalizzata l'area industriale funzionale alla valorizzazione del materiale scavato, alla produzione conci, ma in particolare al caricamento dello smarino sui treni che erano previsti in partenza dall'area presso l'imbocco del tunnel dell'interconnessione, lato ovest. Di conseguenza anche le attività di preparazione dell'area si presentavano più onerose – in termini di disturbo vibrazionale – rispetto al nuovo scenario di variante. Per quanto riguarda l'area, pertanto, possono essere mantenute valide a titolo cautelativo le indicazioni scaturite dallo studio già redatto sia in termini di valutazione previsionale dell'impatto sui ricettori sia per quanto riguarda le prescrizioni relative alle massime vibrazioni ammissibili nei pressi delle aree di lavorazione al fine di mantenere i livelli di accelerazione entro i limiti indicati dalla normativa tecnica di settore.

### **9.3 Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato**

Il nuovo scenario di cantierizzazione è sicuramente migliorativo rispetto agli impatti a carico della componente “vibrazioni” poiché l'area che nel progetto definitivo approvato risultava più critica - la Piana di Susa - presenta ora lavorazioni più contenute sia in termini d'intensità dell'impatto sia temporali.

Per quanto riguarda le nuove aree coinvolte dalla cantierizzazione, invece, non è stato ravvisato alcun impatto significativo, motivo per cui la valutazione di confronto con il progetto definitivo approvato (sintetizzata nella seguente tabella) riporta esiti lievemente migliorativi o in linea con i precedenti.

Cadre sur l'environnement – Volume 2 - Analyse des impacts / Quadro di riferimento ambientale - Tomo 2 - Analisi degli impatti

FASE DI CANTIERE										
Componente in analisi	Salbertrand	Colombera	Maddalena	Piana di Susa			Clarea (ex centrale ventilazione)	Sito di Caprie	Sito di Torrazza P.te	Cavidotto
				Zona Imbocco Est TdB	Area Tecnica di Susa	Interconnessione e area Bussoleno				
<i>Occupazione suolo</i>	0	0	0	0	+2	0	+3	0	0	0
<i>Tempo occupazione</i>	0	0	0	0	+2	0	+3	0	0	0
<i>Lavorazioni significative per gli impatti<sup>13</sup></i>	0	0	0	0	+1	0	+3	0	0	0
<i>Movimentazione materiale</i>	0	0	0	0	+2	0	+3	0	0	0
<i>Flusso mezzi emissivi</i>	0	0	0	0	+1	0	+3	0	0	0

Scala di variazione degli impatti ambientali rispetto allo scenario di progetto definitivo approvato	
-3	Variazione peggiorativa
-2	Variazione moderatamente peggiorativa
-1	Variazione lievemente peggiorativa
0	Nessuna variazione/nessun impatto sulla componente
+1	Variazione lievemente migliorativa
+2	Variazione moderatamente migliorativa
+3	Variazione migliorativa

*Tabella 57 – Matrice degli impatti: componente vibrazioni*

<sup>13</sup> *Lavorazioni significative per gli impatti: preparazione area, scavi in terreno, scavi in roccia, riporti, posa in opera prefabbricati, funzionamento impianti di cantiere*

#### 9.4 Pressioni e impatti: RADIAZIONI IONIZZANTI

Il tema è stato trattato nei capitoli relativi alle componenti ambientali Sottosuolo, Acque sotterranee.

## 10. Pressioni e impatti: RADIAZIONI NON IONIZZANTI

### 10.1 Individuazione degli impatti

#### 10.1.1 Fase di cantierizzazione

In riferimento alla componente in esame, nell'ambito del nuovo scenario di cantierizzazione, al fine di soddisfare il fabbisogno elettrico del futuro cantiere di imbocco de La Maddalena, è prevista la realizzazione di una connessione temporanea all'esistente elettrodotto aereo AT 132 kV Terna (503 “Venaus – Salbertrand”).

In particolare, il fabbisogno elettrico complessivo del cantiere sarà pari a circa 1 MW, per alimentare le installazioni presenti nelle aree esterne (cantiere all'aperto), e variabile da 1,5 a 27 MW circa, in funzione della fase dei lavori, per il cantiere in sotterraneo (utenze da alimentare: TBM, ventilazione, nastri trasportatori, impianto pompaggio acque, pressurizzazione acqua industriale/antincendio ecc.).

Si evidenzia che, in corrispondenza dell'attuale cantiere nell'area Maddalena, preposto alla realizzazione del cunicolo esplorativo, risultano ad oggi già presenti 7 MW erogati da AEM-Chiomonte.

Pertanto, alla luce di quanto sopra, al fine di garantire l'incremento della potenza elettrica necessaria al futuro cantiere, si prevede la realizzazione di una connessione all'elettrodotto 503 AT 132 kV tramite una derivazione aerea “in antenna”, avente lunghezza pari a circa 150 m, fino alla punto di consegna presso il sito di Chiomonte (con prelievo di 22 MW circa).

A tal proposito si evidenzia che lo sviluppo della progettazione di dettaglio della nuova connessione, di cui sopra, e del relativo iter approvativo e di compatibilità ambientale, sarà a cura del Soggetto gestore TERNA.

In ogni caso, il previsto inserimento nel territorio della nuova connessione, che si configura quale potenziale sorgente di radiazioni non ionizzanti, si colloca ad una distanza tale da poter ragionevolmente escludere eventuali impatti in termini di esposizione elettromagnetica dei recettori presenti nella macroarea di interesse (si evidenzia nella fattispecie l'area del museo archeologico della Maddalena).

Per quanto concerne le ulteriori aree di progetto, la variante non prevede, in fase di cantierizzazione, l'inserimento di opere progettuali che si configurano quali potenziali sorgenti di campi ELF (per tal motivo, nella successiva matrice degli impatti in fase di cantierizzazione, si indica la voce “*n.a.* – non applicabile”).

### **10.1.2 Fase di esercizio**

Nell'ambito del progetto della tratta Transfrontaliera della Nuova Linea AV-AC Torino – Lione, le opere progettuali che costituiscono sorgenti di radiazioni non ionizzanti (campo magnetico a 50 Hz) risultano le seguenti:

- nuovo elettrodotto in cavo a 132 kV doppia terna Venaus – Susa, necessario per il collegamento della cabina primaria Terna di Venaus con la futura SSE/PdA di Susa;
- nuova sottostazione elettrica SSE/PdA (Posto di Alimentazione) di Susa;
- linea di contatto 2x25 kV 50 Hz che trasmette l'alimentazione ai treni che circolano nel sistema ferroviario Transfrontaliero (tale linea costituisce una sorgente di campo elettromagnetico in quanto attraversa la piana di Susa per circa 2,8 km allo scoperto).

Tra le opere di cui sopra, il nuovo elettrodotto in cavo 132 kV (doppia terna Venaus – Susa) risulta l'unica "sorgente" interessata dalla variante progettuale rispetto allo scenario del Progetto Definitivo Approvato. Pertanto, nel presente Studio di Impatto Ambientale, solo la nuova linea AT 132 kV sarà oggetto di trattazione, in termini di descrizione della nuova configurazione progettuale e della valutazione del relativo impatto ambientale.

Si ricorda che, in relazione agli elettrodotti di nuova realizzazione, l'art. 4 del DPCM del 08/07/2003, cita quanto segue:

*“Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 microTesla per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.”*

#### **Descrizione della variante progettuale**

L'alimentazione elettrica dell'infrastruttura in progetto prevede la realizzazione della linea primaria 132 kV, in doppia terna, di collegamento tra la sottostazione di Venaus ed il nuovo impianto di Sottostazione elettrica (SSE) / Posto di Alimentazione (PdA) di Susa.

A tal proposito, è stata proposta una variante progettuale ad una porzione del tracciato della linea primaria 132 kV prevista dal Progetto Definitivo Approvato, come riportato negli elaborati grafici PRV\_C2B\_TS3\_2085 e PRV\_C2B\_TS3\_2086 - “Corografia di tracciato con indicazioni recettori interferiti - tav.1 di 2/tav.2 di 2”, nonché nell'elaborato PRV\_C3C\_TS3\_0099 - "Carta delle principali infrastrutture tecnologiche e delle sorgenti elettromagnetiche - zone Susa e Bussoleno e cavidotto Venaus-Susa”.

In particolare, la porzione di tracciato in variante del cavidotto, rispetto al Progetto Definitivo Approvato, parte dall'intorno areale della progressiva 1+400 della linea primaria (zona immediatamente a monte dell'area in cui la proiezione della nuova galleria ferroviaria sottopasserà la SP 210) fino al ponte sulla Dora (le restanti porzioni di tracciato del cavidotto risultano invariate rispetto al Progetto Definitivo approvato).



*Figura 54 – Raffronto tra il tracciato di Progetto Definitivo Approvato e tracciato di Variante della Linea primaria AT 132 kV*

A partire dalla progressiva 1+400 fino al portale est del Tunnel di Base, è previsto il passaggio dei cavi in galleria. Nel dettaglio, nell'intorno della progressiva km 1+400 del cavidotto, è prevista la realizzazione di due collegamenti verticali (pozzi profondi circa 50 m) per permettere ai cavi di raggiungere la quota a cui corre il tracciato ferroviario, che si sviluppa all'interno del Tunnel di Base: il primo dei due collegamenti sarà utilizzato per raggiungere la canna dispari del tunnel, mentre il secondo per raggiungere quella pari.

Il cavidotto intercetterà la sede ferroviaria alla progressiva 56+380 circa. Da questo punto, fino all'imbocco lato Italia del tunnel (km 61+217 BP) il cavo sarà posato in sede ferroviaria.

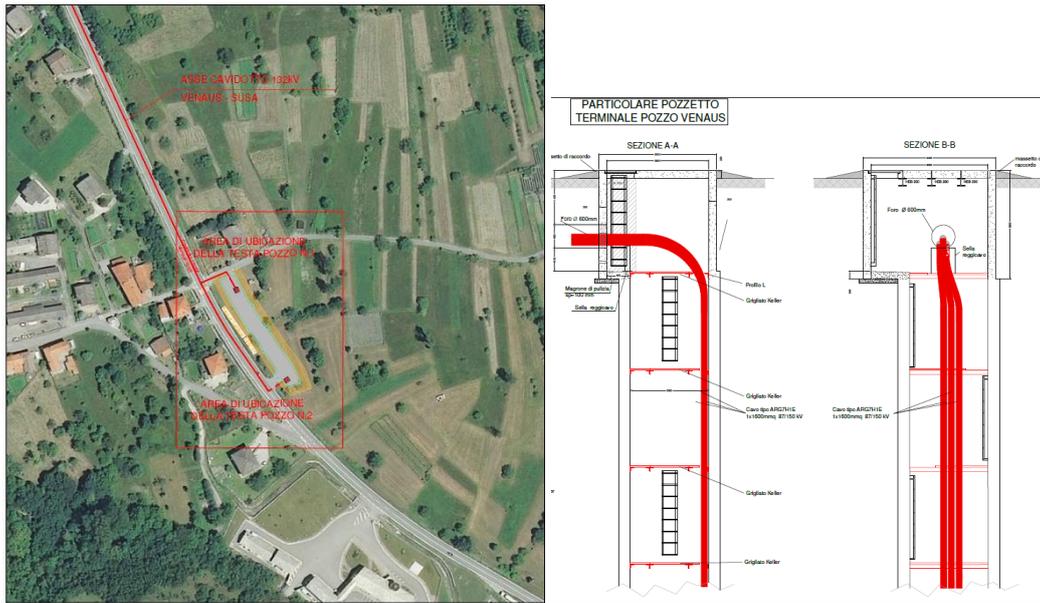


Figura 55 – Ubicazione dei manufatti di testa dei pozzi di collegamento – Sezione tipologica pozzo cavidotto Venaus

Si evidenzia che la localizzazione dei manufatti di testa dei pozzi saranno localizzate, rispetto alla strada SP210, nel lato opposto ai fabbricati esistenti al fine di rispettare il vincolo delle fasce di rispetto stradali.

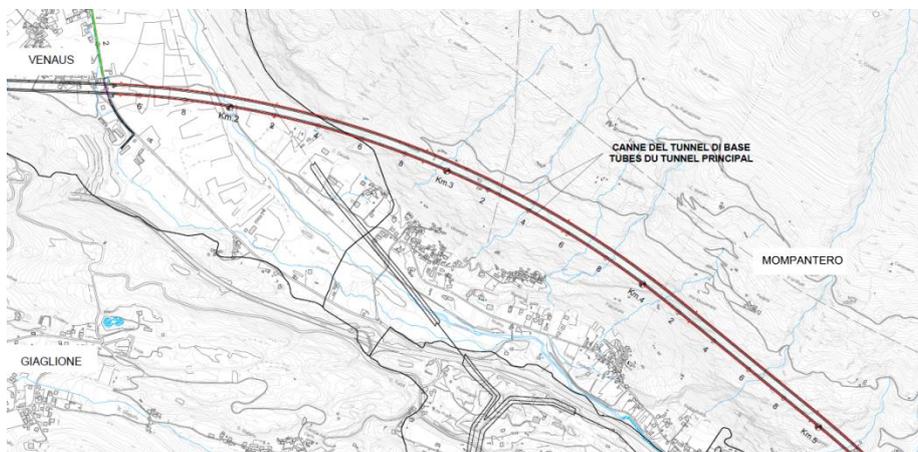


Figura 56 – Posa terne nelle canne del Tunnel di Base

Nella sezione corrente di galleria, è prevista la posa all'interno di un cunicolo posto in elevazione a lato del marciapiede di servizio, come di seguito indicato.

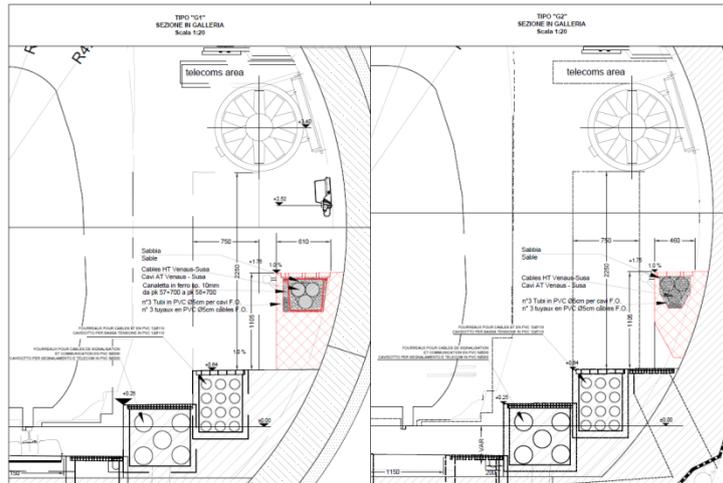


Figura 57 – Sezione tipologica G in galleria

Nell'ultima porzione del tracciato in variante del cavidotto, le due terne (provenienti dalle canne pari e dispari del Tunnel di Base) attraverseranno la stazione internazionale di Susa, allocate in canalette prefabbricate in c.a. al di sotto dei marciapiedi dei binari di precedenza pari e dispari.

Successivamente il tracciato del cavidotto, a partire dal ponte sul Fiume Dora (laddove i cavi verranno posati all'interno di canalette chiuse in cls armato e riempite con sabbia ben compattata), si sovrapporrà al percorso previsto in fase di progettazione definitiva approvata, proseguendo in sede ferroviaria fino al piazzale di PdA/SSE di Susa, dove terminerà il percorso (km 7+800).

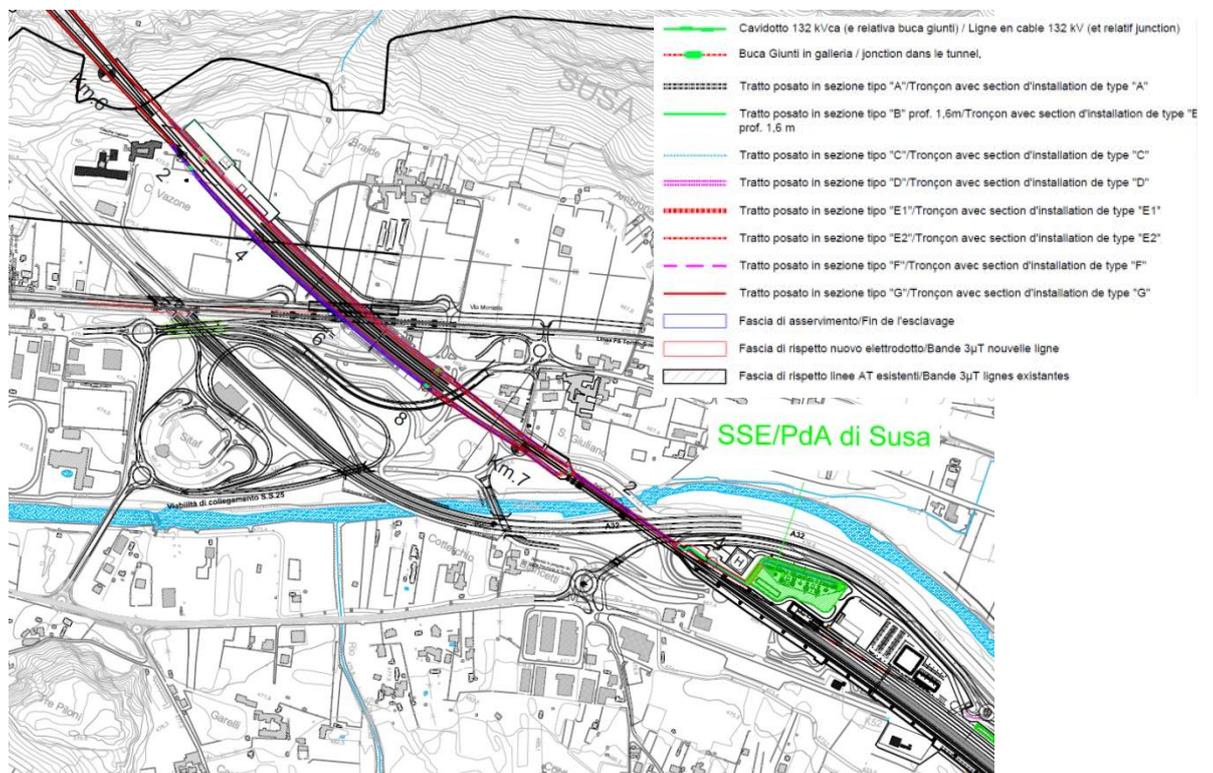


Figura 58 – Tracciato cavidotto - Susa

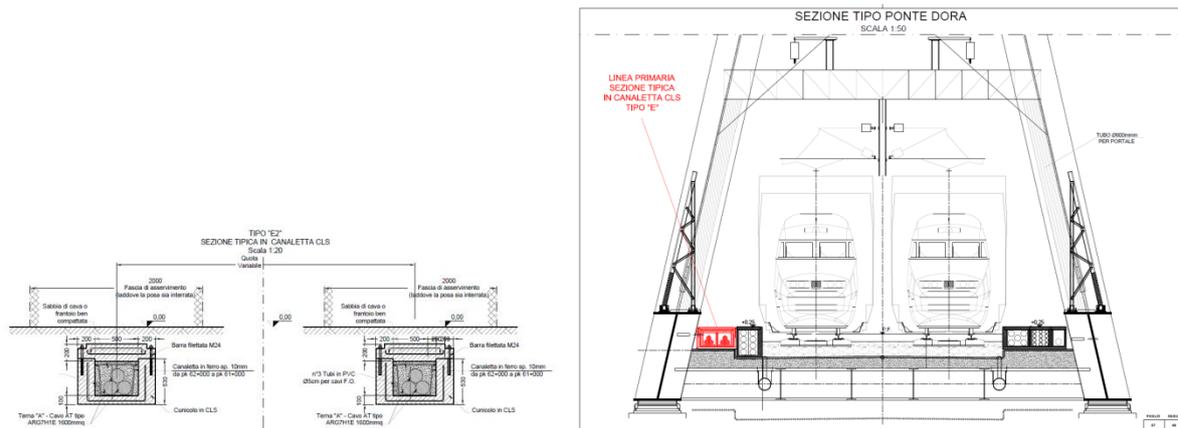


Figura 59 – Sezioni tipologiche E - E1 (sezione tipica in canaletta cls)

### 10.1.3 Valutazione degli impatti

Alla luce della configurazione di variante del tracciato dell'elettrodotto 132 kV, di cui sopra, il preposto Gruppo di Progettazione ha aggiornato e rivisitato lo studio relativo al censimento dei recettori ubicati a ridosso della linea AT verificando, mediante software informatico, i relativi livelli di esposizione magnetica. In fase di progettazione definitiva, tale studio era stato condotto al fine di fornire gli approfondimenti del progetto definitivo, richiesti dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e Del Mare ai punti 60, 61, 62, 63, 64 della nota CTVA-2014-0000812 del 06/03/2014, relativamente alla componente a 50 Hz del campo magnetico.

Le risultanze dello studio di aggiornamento, condotto applicando i criteri metodologici di cui di seguito, sono dettagliatamente contenuti negli elaborati progettuali PRV\_C2B\_TS3\_2083 – Dossier di raccolta Schede fabbricati interferiti e PRV\_C2B\_TS3\_2084 – Approfondimento progettuale CEM – Relazione generale.

#### Criteri metodologici dello studio di impatto

Lo studio di impatto si è basato sul censimento ed analisi di tutti i fabbricati presenti ad una distanza minore di 5 volte circa la fascia di rispetto (proiezione a terra della iso-linea 3  $\mu$ T); oltre tale soglia, infatti, si ha una significativa riduzione del valore di induzione magnetica rispetto all'obiettivo di qualità fissato pari a 3  $\mu$ T dal DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti".

Ai fini dello studio di cui sopra sono state considerate tutte le sorgenti di campo magnetico a 50 Hz presenti sul territorio nelle zone limitrofe ai nuovi impianti. Tali sorgenti sono costituite da:

- Cabina primaria di Venaus 380/132 kV;
- Elettrodotto aereo semplice terna 380 kV Venaus-Villarodin;
- Elettrodotto aereo semplice terna 380 kV Venaus-Piovasco;
- Elettrodotto in cavo semplice terna 132 kV Venaus-Pont Ventoux;
- Elettrodotto aereo semplice terna 132 kV Mompantero – Bussoleno.

Sono state trascurate, invece, le linee in bassa tensione (aeree e in cavo) e le linee MT in cavo per l'alimentazione delle utenze civili o industriali, in quanto il campo magnetico, generato da tali sorgenti, assume valori molto modesti e comunque decade velocemente con la distanza.

A titolo di completezza informativa, si evidenzia che è stata analizzata la variante localizzativa (tra i Comuni di Bussoleno e Salbertrand) al progetto definitivo del futuro tratto ricadente in territorio italiano di un'interconnessione, in corrente continua ad altissima tensione (250÷350 kV), HVDC tra la Stazione Elettrica di Piossasco (TO) e quella di Grande Ile (Francia) denominata “Piemonte - Savoia” (approvata con Delibera N. 239/EL-177/141/2011-VL). In particolare, tale futuro cavidotto, gestito dalla società Terna, non interferirà con il tracciato di variante della linea AT di progetto: pertanto, in virtù della relativa distanza planimetrica, si escludono interferenze elettromagnetiche.

Inoltre, ai fini dell'espletamento, dello studio, sono state considerate le fasce di rispetto delle sorgenti di campo magnetico esistenti (comunicate dai gestori) e delle nuove sorgenti di campo elettromagnetico (calcolate con programma informatico).

Nell'elaborato PRV\_C2B\_TS3\_2083 – “Dossier di raccolta Schede fabbricati interferiti” sono presenti, per tutti i fabbricati censiti, apposite schede riportanti le seguenti informazioni:

- localizzazione geografica del recettore;
- descrizione delle sorgenti di campo magnetico a 50 Hz presenti nell'area circostante;
- valore del campo magnetico ante operam risultante dalle simulazioni effettuate mediante programma informatico considerando le sole sorgenti di campo esistenti.
- valore del campo magnetico calcolato considerando, oltre alle sorgenti di campo esistenti, anche le sorgenti di progetto;
- informazioni delle condizioni meteorologiche al momento del rilievo;
- stralcio corografico di riferimento;
- fotografia del recettore;
- tipologia del recettore (ed in particolare se trattasi di luogo tutelato);
- eventuali note.

Negli elaborati grafici PRV\_C2B\_TS3\_2085-B e PRV\_C2B\_TS3\_2086-B - “Corografia di tracciato con indicazioni recettori interferiti - tav. 1 di 2/ tav. 2 di 2”, è riportata l'ubicazione dei recettori oggetto di studio.

Si precisa che per il calcolo del campo elettromagnetico presso i recettori, è stato utilizzato dal preposto gruppo di progettazione l'applicativo WINEDT. L'algoritmo utilizzato implementa fedelmente la procedura indicata dalla Norma CEI 211.4 Ed. 2008 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”, come prescritto dall'art. 5.1.2 del DM 29 maggio 2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti”.

### **Esiti dello studio di impatto relativo alla variante progettuale**

Di seguito si descrivono sinteticamente gli esiti della rivisitazione dello studio esperito, dal preposto gruppo di progettazione, in merito all'esposizione magnetica dei ricettori ubicati lungo il tracciato in variante dell'elettrodotta.

A monte dell'area in cui la proiezione della nuova galleria ferroviaria sottopasserà la SP 210 (km 1+400 circa del cavidotto), la variante progettuale prevede la realizzazione di due pozzi per consentire il passaggio dei cavi ed il raggiungimento della sede ferroviaria.

I ricettori interessati dalla presenza di tale tratto in variante e dalle due nuove opere (pozzi), denominati nello studio RT23 – RT28, sono stati oggetto di riverifica in termini di esposizione magnetica ascrivibile alla nuova configurazione dell'opera. Da tale analisi emerge che i ricettori RT23 – RT28 saranno esposti a livelli di campo magnetico sempre inferiore all'obiettivo di qualità imposto dalla normativa vigente ( $3 \mu\text{T}$ ).

Successivamente, a partire dai pozzi, le due terne saranno posate all'interno delle due canne del Tunnel di Base (una terna nella canna pari ed una terna nella canna dispari). Pertanto, da tali punti di “collegamento verticale” in poi, fino al portale est del tunnel di base, si evidenzia il passaggio del cavidotto in galleria e, pertanto, lo scostamento con il precedente tracciato di Progetto Definitivo Approvato, che prevedeva l'attraversamento (non in sede ferroviaria) dei Comuni di Giaglione (in minima parte) e Mompantero.

Tale nuovo scenario progettuale presenta un intrinseco effetto mitigativo legato alla posa dei cavi nelle gallerie ed alla conseguente assenza di interferenza con i luoghi tutelati di cui alla vigente normativa di settore (aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore). Alla luce di quanto sopra, i ricettori da RT29 A RT75, che nello scenario progettuale del Progetto Definitivo Approvato erano interessati dalla presenza del cavidotto (Comuni di Venaus, Giaglione, Mompantero e Susa), non risultano più interferiti, da un punto di vista elettromagnetico, dalla nuova opera.

Infine, in relazione all'ultima porzione del tracciato in variante a Susa, i fabbricati RT76 – RT86, interessati dal tratto del cavidotto che si svilupperà in sede ferroviaria (dal portale est della galleria fino al ponte sul Fiume Dora), sono stati oggetto di verifica dei livelli di esposizione magnetica, considerando in tale area anche la futura sorgente “linea di trazione 2x25 kV” (tratto all'aperto della linea di contatto). Dall'analisi è emerso, in generale, uno scenario di compatibilità dei valori di induzione magnetica, presso i recettori tutelati, con i limiti normativi. Tuttavia si evidenzia che, in corrispondenza del fabbricato RT76 “Cascina Vazone”, che si configura quale recettore non tutelato - “rudere di rilevanza storica” -, si prevede un valore di induzione magnetica lievemente superiore all'obiettivo di qualità e pari a  $3,15 \mu\text{T}$ .

#### ***10.1.4 Confronto con scenario del Progetto Definitivo Approvato***

Alla luce di quanto sopra esposto, si può concludere che, relativamente alla configurazione di variante del nuovo elettrodotto ad alta tensione (132 kV) a doppia terna, nessun recettore tutelato (*aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore*) ad oggi presente sul territorio, e in situazione attuale di esposizione conforme alle prescrizioni di norma, sarà esposto ad un valore di campo elettromagnetico superiore all'obiettivo di qualità pari a  $3 \mu\text{T}$ , pur considerando l'effetto di campi magnetici prodotti dagli elettrodotti già esistenti sul territorio (a meno del recettore RT76 di cui sopra).

Per quanto concerne i riflessi ambientali, in termini di impatto elettromagnetico, della nuova configurazione di variante della linea ad alta tensione (132 kV), rispetto allo scenario del Progetto Definitivo Approvato, si può sinteticamente considerare quanto segue:

- la variazione progettuale più rilevante (rispetto al Progetto Definitivo Approvato), rappresentata dalla posa delle due terne nelle canne pari e dispari del Tunnel di Base, presenta un intrinseco effetto mitigativo che si concretizza nell'assenza di interferenza con i recettori tutelati, di cui alla vigente normativa di settore (*aree adibite a permanenze giornaliere non inferiori a 4 h*);

- in corrispondenza delle aree ubicate principalmente nei comuni di Mompantero e Susa, che nell'ambito del Progetto Definitivo Approvato risultavano attraversate dal tracciato del cavidotto (ex pk 1+400 – pk 6+800), ma non più interferite nel nuovo scenario di variante (passaggio in galleria), si registra ovviamente una variazione di impatto fortemente migliorativa, riconducibile ivi all'assenza di pressione ambientale ascrivibile alla nuova ipotesi progettuale;
- laddove il tracciato dell'opera progettuale non ha subito variazioni (ad esempio tracciato del cavidotto nella porzione iniziale), si considera una variazione di impatto nulla rispetto allo scenario di cui al Progetto Definitivo Approvato.

FASE DI CANTIERE										
Componente in analisi	Salbertrand	Maddalena	Colombera	Piana di Susa			Clarea	Sito di Caprie	Sito di Torrazza P.te	Cavidotto
				Zona Imbocco Est TdB	Area Tecnica di Susa	Interconnessione e area Bussoleno				
<b>RADIAZIONI NON IONIZZANTI</b>										
Occupazione suolo	n.a. (*)	0 (**)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)
Tempo occupazione	n.a. (*)	0 (**)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)
Lavorazioni significative per gli impatti <sup>14</sup>	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)
Movimentazione materiale	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)
Flusso mezzi emissivi	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)

Scala di variazione degli impatti ambientali rispetto allo scenario di progetto definitivo approvato	
-3	Variazione peggiorativa
-2	Variazione moderatamente peggiorativa
-1	Variazione lievemente peggiorativa
0	Nessuna variazione/nessun impatto sulla componente
+1	Variazione lievemente migliorativa
+2	Variazione moderatamente migliorativa
+3	Variazione migliorativa

**Tabella 58** – Matrice degli impatti: componente radiazioni non ionizzanti

(\*) Zona non interessata, in fase di cantierizzazione, da opere progettuali che si configurano quali potenziali sorgenti di campi ELF.

(\*\*) Nel futuro cantiere di imbocco de La Maddalena, l'introduzione della connessione temporanea all'elettrodotto 132 kV (per l'alimentazione elettrica del cantiere) si configura ad una distanza dai recettori tale da poter ragionevolmente escludere impatti elettromagnetici sugli stessi.

<sup>14</sup> Lavorazioni significative per gli impatti: preparazione area, scavi in terreno, scavi in roccia, riporti, posa in opera prefabbricati, funzionamento impianti di cantiere

## 11. Pressioni e impatti: SISTEMA NATURALE

### 11.1 Fase di cantiere

Per quanto riguarda le componenti del Sistema Naturale si può affermare che rispetto allo scenario del Progetto Definitivo Approvato l'impatto maggiore si avrà nelle aree della Maddalena e di Salbertrand.

L'area di Maddalena ad ovest del torrente Clarea risulta interessata già dalla presenza di un'area di cantiere, ma la nuova configurazione di progetto prevede il suo ampliamento in direzione del torrente Clarea e l'apertura di una nuova area, localizzata in sinistra idrografica del torrente, caratterizzata dalla presenza di superfici boscate.

L'area di Salbertrand, pur essendo in gran parte compromessa dal punto di vista naturalistico, è localizzata in adiacenza ad un tratto di greto della Dora Riparia di notevole importanza conservazionistica; detta area riveste inoltre un importante ruolo per gli spostamenti della fauna da un versante all'altro della valle, lupo compreso, considerata specie di interesse prioritario.

I restanti cantieri della Piana di Susa avranno un impatto meno significativo, in relazione allo spostamento della maggior parte delle funzionalità e attività di cantiere nei siti oggetto della Variante.

I cantieri dei siti di Caprie e Torrazza non subiranno alcuna modificazione e, dunque, le aree da essi occupate non subiranno, globalmente, alcuna variazione per quanto riguarda le componenti naturalistiche.

### 11.2 Fase di esercizio

Relativamente alla fase di esercizio, si riportano le seguenti valutazioni, che evidenziano come il presente Progetto di Variante e le modifiche relative alla cantierizzazione possano rappresentare delle opportunità per prevedere sul territorio interventi di miglioramento e riqualificazione ambientale (per esempio Progetto di eradicazione *Buddleja davidii*, ripristino naturalistico dell'area di Salbertrand, ecc.).

#### 11.2.1 Cantiere di imbocco de La Maddalena

Rispetto allo scenario di Progetto Definitivo Approvato, il Progetto di Variante determina per il cantiere di imbocco de La Maddalena le seguenti variazioni:

- Una maggiore occupazione definitiva di aree per la centrale di ventilazione e per le aree esterne di pertinenza, rispetto a quanto previsto dal Progetto Definitivo approvato, che prevedeva una centrale di ventilazione anche a Clarea;
- Un inserimento paesaggistico della centrale di ventilazione e delle aree limitrofe studiato in coerenza con il contesto vegetazionale ed agricolo presente nell'intorno (vigneti, cultivar di fruttiferi autoctoni, terrazzamenti, alternanza di aree aperte e nuclei arboreo-arbustivi);
- Ripristino naturalistico dell'area di Maddalena a est del torrente Clarea, con la finalità di ricreare nel medio periodo fitocenosi autoctone e habitat diversificati, in grado di evolvere naturalmente verso le formazioni tipiche del contesto di intervento;
- Ripristino e quindi miglioramento rispetto allo stato attuale dell'area a parcheggio prevista a Colombera, mediante inerbimento e piantumazione di specie autoctone;
- Attuazione di un Progetto Sperimentale di eradicazione di *Buddleja davidii*, da intendersi come opportunità di riqualificazione legata alla variante della cantierizzazione, all'interno di un'area in cui la specie rappresenta una seria problematica dal punto di vista ecosistemico.

### ***11.2.2 Area industriale di Salbertrand***

Relativamente all'area di Salbertrand, nuova area non interessata dalle precedenti fasi progettuali, si riportano le valutazioni considerate migliorative che il Progetto di Variante è suscettibile di determinare per la fase di esercizio. Allo stato attuale infatti l'area risulta ampiamente degradata e compromessa per la presenza di cumuli di materiali e installazioni industriali. Di seguito gli interventi previsti dal presente Progetto:

- Restituzione dell'area a destinazione naturalistica, mediante il ripristino di superfici boscate, alternate ad aree a praterie xeriche, in coerenza con le fitocenosi che attualmente caratterizzano l'area. E' presente, nel tratto di Dora Riparia prossimo al cantiere, un ecosistema fluviale molto diversificato che annovera numerosi habitat acquatici e umidi di elevatissimo pregio conservazionistico (cfr. PRV\_TS3\_C3C\_7106: Quadro di riferimento Ambientale - Tomo 1 - Analisi dello stato attuale delle aree oggetto di variante, per dettagli); la presenza, nell'intorno del corso d'acqua, di aree naturali contribuirà a migliorare le condizioni ecologiche del corridoio rappresentato dal corso d'acqua.

Inoltre il tratto di fondovalle in questione risulta frequentato dal lupo, che stagionalmente si sposta da un versante all'altro in cerca di prede; il ripristino naturalistico del sito potrà nuovamente garantire la frequentazione da parte della fauna selvatica (che in fase di cantiere risulta ostacolata) e ridurre il rischio di incidentalità, migliorando pertanto la situazione rispetto allo stato attuale. Il ripristino del sito infatti riguarderà anche la porzione localizzata ad est del viadotto, che attualmente risulta fortemente compromessa dal punto di vista naturalistico e ambientale.

- Attuazione di un Progetto Sperimentale di eradicazione di *Buddleja davidii* e piantumazione di specie autoctone ripariali, lungo il greto della Dora, all'interno di un ecosistema fluviale di notevole interesse conservazionistico. Il Progetto va inteso come opportunità di riqualificazione legata alla variante della cantierizzazione, all'interno di un'area in cui la specie rappresenta una seria problematica dal punto di vista ecosistemico.
- Esecuzione di monitoraggio delle aree recintate ed effettivamente utilizzate dal lupo e realizzazione di interventi finalizzati a migliorare la funzionalità delle recinzioni esistenti, sempre da intendersi come intervento di mitigazione legato al progetto.

## **11.3 Pressioni e impatti: SUOLO**

### ***11.3.1 Individuazione degli impatti***

Per quanto concerne la componente Suolo, gli impatti legati alla nuova cantierizzazione oggetto del presente progetto si manifestano, principalmente, in termini di consumo temporaneo di risorsa, con possibile depauperamento delle caratteristiche pedologiche. Le azioni di progetto in fase di cantiere suscettibili di determinare impatti sul suolo corrispondono alle attività di preparazione dell'area di cantiere, agli scavi in terreno e ai riporti.

La cantierizzazione delle aree di lavoro comporta necessariamente un impatto sul suolo legato alle attività di preparazione delle stesse. La temporaneità dell'impatto risulta legata alla provvisorietà del cantiere, il quale, terminata la sua funzione, viene dismesso, con conseguente esecuzione delle attività di ripristino pedologico delle superfici occupate.

Per quanto concerne i suoli forestali, l'impatto è da ritenersi maggiore rispetto a quello che, con lavorazioni analoghe, si va a produrre su suoli agricoli. I suoli forestali, a differenza di quelli agricoli, non avendo mai subito l'influenza antropica (o, in caso di utilizzazione

forestale, si tratta di un'influenza antropica limitata), presentano difatti un grado di naturalità elevato. Le caratteristiche chimico-fisiche degli orizzonti superficiali dei suoli forestali risultano difficilmente conservabili e/o riproducibili e, pertanto, a lavori terminati, non risulta tecnicamente possibile riportare nei suoli interferiti le proprietà preesistenti. Tali proprietà potranno essere, in parte, recuperate con il passare degli anni, ricostituendo, in fase di ripristino delle superfici, i soprassuoli forestali interferiti.

Per quanto riguarda i suoli agricoli, l'impatto creato dall'occupazione dei cantieri risulta di minore intensità rispetto a quello creato sui suoli forestali. I suoli agricoli sono difatti suoli già "modificati/alterati" dall'azione antropica e, per tale motivo, il loro grado di naturalità risulta minore. Con l'adozione, in fase lavoro, di corrette modalità di scotico – accantonamento – ripristino degli orizzonti superficiali (e, laddove sia necessario, profondi), la qualità e le caratteristiche dei suoli agricoli possono essere, almeno parzialmente, mantenute. La piena funzionalità agronomica dei suoli ripristinati potrà essere raggiunta, con il passare del tempo, mediante l'esecuzione delle normali pratiche agricole.

Il materiale pedologico rimosso dalle superfici cantierizzate ed accantonato in attesa di essere ricollocato, a lavori conclusi, sulle aree occupate temporaneamente dai cantieri, può inoltre andare incontro a rischi di erosione, dilavamento, contaminazione e compattazione, che possono peggiorarne le proprietà chimico-fisiche (e conseguentemente quelle agronomiche).

Sono altresì esposti a rischi di erosione e dilavamento i suoli in pendenza presenti nelle aree limitrofe ai cantieri; il rischio risulta minimizzato mediante la realizzazione ed il corretto mantenimento del sistema di regimazione delle acque di cantiere.

Infine gli orizzonti pedologici più profondi, non coinvolti nelle operazioni di scotico iniziali, possono andare incontro a rischi di contaminazione dovuti a fenomeni di sversamento di sostanze inquinanti.

### ***11.3.2 Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato***

#### ***11.3.2.1 Occupazione Suolo***

Per l'area industriale di Salbertrand è opportuno operare una distinzione tra la porzione a ovest del viadotto autostradale e quella localizzata ad est; nell'area a ovest l'impatto sui suoli presenti, giovani, poco maturi e scarsamente sviluppati, può essere considerato lievemente peggiorativo, in quanto trattasi di suoli recenti e poco sviluppati, ma caratterizzati comunque da una certa sensibilità e vulnerabilità alle attività di cantiere. Per la porzione a est del viadotto, gli impatti a carico del suolo risultano nulli, trattandosi di aree già compromesse da attività e depositi in essere; si ritiene quindi che non ci sia variazione rispetto al progetto, trattandosi di aree già fortemente antropizzate. Risulta esclusa da questa valutazione l'area localizzata all'estremità est, boscata, nella quale si ipotizza (in assenza di dati di rilievo specifici) la presenza di suoli con caratteristiche analoghe a quelli rilevati nella porzione ovest del cantiere. Suoli quindi, sebbene recenti e poco sviluppati, caratterizzati da una certa vulnerabilità alle attività di cantiere. Sulla base delle indicazioni sopra evidenziate, per tutta l'area industriale di Salbertrand si è tenuto in conto del valore di impatto maggiore tra i due evidenziati, che si traduce in un impatto lievemente peggiorativo.

Per l'area di Colombera gli impatti sono lievemente peggiorativi, in quanto l'area di parcheggio sorgerà su un'area sterrata con terreno superficiale. A seguito della realizzazione del parcheggio, essa sarà asfaltata e quindi la situazione risulterà compromessa dal punto di vista pedologico.

Per quanto riguarda la Piana di Susa, considerato che le occupazioni in fase di cantiere saranno le medesime di quelle previste in fase di Progettazione Definitiva, gli impatti a carico del suolo, con riferimento alla preparazione delle aree, agli scavi in terreno e ai riporti, risultano invariate nella zona Imbocco Est TdB e presso l'Interconnessione e l'area di Bussoleno (nessuna variazione, rispetto al progetto definitivo approvato), mentre lievemente migliorativa nell'Area tecnica di Susa.

La soppressione della centrale di ventilazione di Clarea e lo spostamento delle sue funzionalità al cantiere di imbocco de La Maddalena, determinano l'annullamento degli impatti sulla componente pedologica, con garanzia di mantenimento delle condizioni di naturalità evidenziate nel corso del Progetto definitivo approvato (variazione migliorativa). Per contro, la variante Sicurezza ha previsto l'estensione dell'attuale cantiere di imbocco de La Maddalena, al fine di permettere l'avanzamento dello scavo su più fronti contemporaneamente, interessando quindi aree localizzate rispettivamente in destra e sinistra idrografica del torrente Clarea. Per quanto riguarda le porzioni localizzate a ovest del viadotto, trattasi di suoli moderatamente profondi o poco profondi sviluppati sulla conoide di deiezione del Torrente Clarea, coperti da boschi di castagno, prevalentemente castagneti da frutto invecchiati. Per queste aree l'impatto a carico della componente pedologica risulta peggiorativa rispetto al progetto definitivo approvato, in quanto trattasi di suoli forestali con buone caratteristiche di naturalità, che svolgono un'importante funzione di prevenzione dal dissesto idrogeologico. Per contro, le zone prossime al viadotto risultano caratterizzate da suoli fortemente rimaneggiati e di prevalente origine antropica, dallo scarso valore e per i quali il valore d'impatto resta invariato. Sulla base delle indicazioni sopra evidenziate, per l'area di cantiere di Maddalena ad est del Clarea si è tenuto in conto del valore di impatto maggiore tra i due evidenziati, che si traduce in un impatto moderatamente peggiorativo.

Relativamente ai siti di Caprie e Torrazza, dal punto di vista della risorsa pedologica, l'impatto resta invariato rispetto al progetto definitivo approvato. Trattasi di siti già compromessi dal punto di vista pedologico, che ospitano aree di cava.

Per quanto riguarda il nuovo tracciato del Cavidotto Venaus-Susa, la variante risulta moderatamente migliorativa, in quanto tutta la seconda parte del tracciato è alloggiata nelle canne del Tunnel di Base, non interferendo quindi con i suoli presenti.

#### ***11.3.2.2 Tempo di occupazione del suolo***

Relativamente al tempo di occupazione delle aree di cantiere, che è correlato anche alla durata dell'accantonamento dello scotico, è possibile fare le seguenti valutazioni.

Per i cantieri dell'area industriale di Salbertrand e dell'imbocco de La Maddalena, individuati nella presente variante e non interessati dalla precedente fase di Progetto Definitivo, il valore di impatto relativo al tempo di occupazione risulta moderatamente peggiorativo rispetto al progetto definitivo approvato. Per quanto riguarda l'area di Colombera - parcheggio, si è valutato come lievemente peggiorativo l'impatto del tempo di occupazione.

Per quanto riguarda il cantiere del TdB, si riscontra una riduzione della durata del cantiere, da 9 anni a circa 4 anni, e conseguentemente del periodo di accantonamento, con benefici per la preservazione delle caratteristiche chimico-fisiche dello scotico. In questo caso la valutazione risulta positiva, in quanto la variante diventa moderatamente migliorativa. Il ragionamento può essere esteso anche ai cantieri dell'Interconnessione, che presentano ad oggi una durata ridotta (7 anni) rispetto alla fase di Progetto definitivo approvato (10 anni) e per i quali è stata evidenziata una variazione lievemente migliorativa. Migliorativa è anche la durata di occupazione del suolo per la realizzazione del cavidotto Venaus-Susa, che rispetto ai 5 mesi

previsti nel Progetto Definitivo, interessa solamente 3 mesi. Per i restanti ambiti non si evidenziano variazioni rispetto alla precedente fase progettuale.

### ***11.3.2.3 Lavorazioni significative per gli impatti***

Per quanto riguarda la risorsa pedologica, nonostante gli accorgimenti previsti finalizzati a ridurre i rischi di erosione, dilavamento, i fenomeni di contaminazione e compattazione, e le buone pratiche riportate nel Tomo 3, si considera a titolo cautelativo un potenziale generale depauperamento dello scotico. Le attività di cantiere infatti possono innescare fenomeni di compattazione del suolo, oltre a comportare rischi di erosione e di inquinamento, che vengono in questa sede considerati a titolo cautelativo. L'erosione può essere innescata durante la realizzazione delle opere, sia all'interno delle aree direttamente interessate dalle operazioni, sia nelle aree limitrofe. In particolare, avviene in tutte le aree in cui c'è rischio di innesco di fenomeni di dissesto. L'inquinamento del suolo può avvenire in via diretta per sversamento accidentale al suolo di inquinanti o per via indiretta, per trasporto di inquinanti per mezzo dell'aria e successiva ricaduta a terra.

Alla luce delle considerazioni sopra descritte, per Salbertrand, relativamente a questa criticità, la variazione risulta lievemente peggiorativa; il discorso è analogo anche per il cantiere di imbocco de La Maddalena nonostante non sia previsto per le nuove aree lo scotico. La variazione lievemente peggiorativa è infatti attribuibile ai potenziali fenomeni di compattazione, oltre ai rischi di erosione e inquinamento.

La situazione resta invariata per l'area di Colombera - parcheggio, il cantiere di Bussoleno e i siti di Caprie e Torrazza, mentre è stato valutato come lievemente/moderatamente migliorativo per i cantieri dell'Imbocco Est del Tunnel di Base, dell'Area Tecnica di Susa e del cavidotto.

### ***11.3.2.4 Movimentazione materiale e flusso mezzi emissivi***

Molte delle attività di cantiere comportano il rilascio in atmosfera di sostanze quali ad esempio biossidi di zolfo, ossidi di azoto, PM10 e PM2.5, ecc. Queste sostanze vanno dunque ad alterare la normale composizione dell'aria e dando luogo a composti che a concentrazioni elevate diventano tossici o risultano essere corrosivi. L'accumulo di tali sostanze, in aggiunta al rischio di sversamenti nelle aree di cantiere, determina un potenziale impatto negativo che nelle nuove aree oggetto del progetto in variante è stato valutato come lievemente negativo, in considerazione delle buone pratiche di cantiere che saranno adottate.

Le aree della Piana di Susa e il cavidotto sono stati considerati come oggetto di un leggero miglioramento in considerazione della riduzione delle attività di cantiere e della minore presenza di flussi di mezzi di lavoro all'interno delle aree.

Migliorativa è infine la situazione di Clarea, per l'assenza di attività di cantiere.

Invariata rispetto al progetto definitivo approvato è la situazione dei siti di conferimento finale e dell'Interconnessione a Bussoleno.

I valori di impatto relativi alla componente pedologica sono riassunti nella seguente tabella:

Cadre sur l'environnement – Volume 2 - Analyse des impacts / Quadro di riferimento ambientale - Tomo 2 - Analisi degli impatti

FASE DI CANTIERE										
Componente in analisi	Salbertrand	Colombera	Maddalena	Piana di Susa			Clarea	Sito di Caprie	Sito di Torrazza P.te	Cavidotto
				Zona Imbocco Est TdB	Area Tecnica di Susa	Interconnessione e area Bussoleno				
SUOLO										
Occupazione suolo	-1	-1	-2	0	+1	0	+3	0	0	+2
Tempo occupazione	-2	-1	-2	+2	+1	+1	+3	0	0	+1
Lavorazioni significative per gli impatti <sup>15</sup>	-1	0	-1	+2	+2	0	+3	0	0	+1
Movimentazione materiale	-1	0	-1	+1	+2	+1	+3	0	0	+2
Flusso mezzi emissivi	-1	0	-1	+1	+2	0	+3	0	0	+2

Scala di variazione degli impatti ambientali rispetto allo scenario di progetto definitivo approvato	
-3	Variazione peggiorativa
-2	Variazione moderatamente peggiorativa
-1	Variazione lievemente peggiorativa
0	Nessuna variazione/nessun impatto sulla componente
+1	Variazione lievemente migliorativa
+2	Variazione moderatamente migliorativa
+3	Variazione migliorativa

Tabella 59 – Matrice degli impatti: componente suolo

<sup>15</sup> Lavorazioni significative per gli impatti: preparazione area, scavi in terreno, scavi in roccia, riporti, posa in opera prefabbricati, funzionamento impianti di cantiere

## 11.4 Pressioni e impatti: FLORA, VEGETAZIONE E HABITAT

### 11.4.1 Impatti sulla componente floristico-vegetazionale

Per quanto concerne la componente in oggetto, gli impatti legati alla nuova cantierizzazione del presente progetto si manifestano, principalmente, in termini di occupazione di suolo e relativo tempo di occupazione, con conseguente eliminazione e perdita delle formazioni vegetali presenti, lavorazioni significative per gli impatti, movimentazione materiale e flusso di mezzi emissivi.

Vengono di seguito analizzati e definiti gli impatti, con riferimento alle diverse azioni di progetto considerate interferenti con le componenti floristico-vegetazionali delle aree di lavoro/cantiere e delle aree limitrofe.

### 11.4.2 Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato

#### 11.4.2.1 Occupazione di suolo e relativo tempo di occupazione

L'occupazione di suolo presuppone la preparazione preliminare delle aree, che si traduce nella perdita definitiva degli habitat presenti, a maggiore o minore naturalità, contraddistinti da determinate caratteristiche ecologiche ed evolutive. Per preparazione dell'area si intende l'occupazione della stessa, con eliminazione definitiva delle formazioni vegetali presenti, sia per quanto riguarda la componente epigea, che ipogea, che la banca semi presente naturalmente nel suolo. L'allestimento delle aree di cantiere prevede inoltre l'isterilimento dello strato superficiale e il posizionamento di recinzioni, in modo tale che vi sia separazione fisica rispetto all'intorno, per tutto il tempo di attività dei cantieri, corrispondente al tempo di occupazione. Alla luce delle caratteristiche floristico-vegetazionali descritte per l'area di Salbertrand, l'occupazione del sito e il relativo tempo di occupazione risultano lievemente peggiorativi. Si tratta infatti di un'area compromessa dal punto di vista naturalistico e più in dettaglio vegetazionale, caratterizzata da alcuni lembi di vegetazione naturale, all'interno dei quali è stata rinvenuta una stazione estesa di *Carex alba*, rara ciperacea a livello piemontese. Tale valutazione tiene in conto l'adozione di specifiche e adeguate misure di mitigazione, volte a evitare la perdita della stazione di specie rara e a garantirne la sopravvivenza *ex-situ* per la durata del cantiere, come descritto nel Tomo 3, relativo agli aspetti mitigativi. Si considera lievemente peggiorativa anche la realizzazione della spalla del ponte in progetto, prevista in sinistra idrografica, al piede della scarpata che delimita la piattaforma del futuro cantiere, in relazione alla temporaneità della struttura (trattasi infatti di ponte provvisorio). E' infatti possibile che le lavorazioni necessarie alla realizzazione della spalla, in fase di cantiere, vadano ad interferire con l'attuale scorrimento idrico superficiale e in subalveo che caratterizza la porzione di greto in questione, e che alimenta un variegato mosaico di habitat perifluviali umidi e allagati, di grandissima rilevanza conservazionistica, come dettagliato nel Tomo 1.



*Figura 60 – Ponte provvisorio in progetto*

Per quanto riguarda l'area destinata a parcheggio prevista in fase di Progetto di Variante in località Colombera, non si rileva alcuna variazione per quanto riguarda l'occupazione dell'area, dal momento che già allo stato attuale il sito risulta privo di vegetazione naturale e si presenta come un'area sterrata. La valutazione risulta invece lievemente peggiorativa relativamente al tempo di occupazione dell'area, in quanto la presenza del parcheggio blocca, temporaneamente, la dinamica di ricolonizzazione naturale da parte della vegetazione spontanea.

L'estensione del cantiere di Maddalena a ovest del torrente Clarea e l'individuazione di una nuova area di cantiere a Maddalena est del medesimo torrente, viene in questa sede considerata come variazione peggiorativa, in quanto la preparazione dell'area andrebbe ad interferire con la presenza di diverse formazioni vegetali, alcune di rilievo, di seguito descritte. L'estensione del cantiere di Maddalena a ovest del torrente Clarea infatti andrebbe ad interferire con castagneti da frutto ormai invecchiati, in evoluzione verso boschi misti di latifoglie. Val la pena evidenziare tuttavia che, benché si tratti di un habitat forestale d'interesse comunitario (9260: Boschi di castagno), per il Piemonte questi boschi non presentano un significativo interesse naturalistico. Nell'area di Maddalena a est del torrente Clarea di rilievo è la presenza di un ontaneto ad ontano bianco, legato alla presenza di acque di scorrimento superficiali di versante, che rappresenta un habitat di rilevante interesse conservazionistico ed ecosistemico. Le restanti superfici risultano in parte già compromesse dalla realizzazione dell'autostrada A32 e quindi prive di vegetazione di rilievo, in parte da boschi misti di invasione, di più o meno recente colonizzazione.

Relativamente alle aree della Piana di Susa, non si rilevano variazioni per quanto riguarda l'occupazione delle aree; pur non essendo più presenti le principali lavorazioni, l'ingombro dei siti di cantieri risulta invariato e di conseguenza il relativo impatto sulle fitocenosi e sugli habitat presenti. Generalmente migliorativa la situazione nei cantieri della Piana di Susa per quanto riguarda il tempo di occupazione, che si riduce nell'ambito del presente Progetto di Variante, rispetto allo scenario di Progetto Definitivo approvato.

Alcuna variazione è stata infine riscontrata tra il Progetto Definitivo approvato e il Progetto di Variante, per quanto riguarda i siti di Caprie e Torrazza.

#### ***11.4.2.2 Lavorazioni significative per gli impatti***

Nella presente valutazione degli impatti è stata considerata la problematica delle specie esotiche invasive, principalmente correlata alla presenza di superfici nude prive di vegetazione spontanea e di riporti di terreno, quali si rinvenivano nella maggior parte dei cantieri legati alla realizzazione di grandi opere.

Nonostante il progetto preveda l'immediato inerbimento delle dune di scotico e dei cumuli di terreno vegetale, oltre ad attività di controllo specifiche dettagliate all'interno del Piano di Monitoraggio Ambientale, permane il rischio che, soprattutto nelle aree già interessate dalla presenza più o meno diffusa di specie esotiche, si manifestino nuovi focolai o espansioni di quelli esistenti.

Considerata la presenza diffusa di nuclei di specie invasive (*Senecio inaequidens*, *Artemisia verlotiorum*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Buddleja davidii*) rilevata all'interno e nelle immediate adiacenze dell'area industriale di Salbertrand, l'apertura di un cantiere così esteso, in prossimità della Dora Riparia, rappresenta una situazione di maggiore vulnerabilità per gli aspetti floristico-vegetazionali, e quindi valutata come lievemente peggiorativa. E' infatti noto come i corsi d'acqua rappresentino dei corridoi preferenziali di spostamento delle specie alloctone invasive e come le aree di cantiere, prive di vegetazione autoctona competitiva,

frequentemente vengano colonizzate dalle esotiche. Va inoltre aggiunto che il notevole numero di mezzi previsti in uscita da questo cantiere rappresenta un'ulteriore minaccia e potenziale veicolo di diffusione di semi, propaguli e parti vegetative.

Ancora più delicato è il discorso per quanto riguarda Maddalena, dove sono ormai diffusi e insediati nuclei di *Buddleja davidii* sia intorno all'attuale cantiere, che lungo le sponde del torrente Clarea. L'apertura di una nuova area di cantiere in sinistra idrografica del torrente Clarea, Maddalena est, viene considerata come lievemente peggiorativa, in quanto, nonostante gli accorgimenti previsti dal progetto per ridurne l'espansione, il rischio risulta comunque da non sottovalutare. Si tratta infatti di un'entità molto competitiva, che riesce facilmente ad insediarsi, soprattutto in contesti privi di vegetazione stabile, come si verifica lungo i greti e nelle aree antropizzate.

Per quanto riguarda l'area di Colombera, non sono previste particolari lavorazioni, in quanto trattasi di un'area destinata al parcheggio; la valutazione risulta pertanto invariata.

Relativamente alla Piana di Susa, con la revisione della cantierizzazione, si assiste ad un generale miglioramento, mentre per i siti di Caprie e Torrazza, la situazione si considera invariata rispetto alle valutazioni effettuate in fase di Progetto Definitivo approvato.

#### ***11.4.2.3 Movimentazione materiale e flusso dei mezzi emissivi***

Molte delle attività umane comportano il rilascio in atmosfera di svariate tipologie di sostanze come biossidi di zolfo, ossidi di azoto, ozono, monossido di carbonio e numerose altre sostanze che, in virtù delle ridotte dimensioni delle loro particelle, vengono identificate come particolati e classificati come PM<sub>10</sub> (diametro inferiore ai 10 nm) e come PM<sub>2,5</sub> (diametro inferiore ai 2.5 nm).

Queste sostanze vanno dunque ad alterare la normale composizione dell'aria determinando ripercussioni a carico di animali, piante e più in generale degli ecosistemi di cui fanno parte. Le sostanze gassose prodotte dalle diverse fonti antropiche, una volta rilasciate in atmosfera reagiscono con l'ossigeno creando composti che a concentrazioni elevate diventano tossici o risultano essere corrosivi nei confronti dei tessuti organici o dei materiali usati nell'edilizia. Ne è un esempio lo zolfo emesso dalle centrali elettriche o dall'industria, che a contatto con l'ossigeno atmosferico si combina formando l'anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) la quale accumula ulteriore ossigeno a causa di umidità ed energia solare formando dapprima l'anidride solforica e successivamente l'acido solforico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Tale composto risulta essere corrosivo per le strutture edili e gli organi vegetali. Ne sono un esempio le piogge acide che dagli anni settanta cominciarono ad intaccare il patrimonio forestale della Germania e di altri paesi europei.

Tra gli effetti principali dovuti all'inquinamento atmosferico si ricordano:

- l'acidificazione delle acque e dei terreni con conseguenze negative a carico degli ecosistemi;
- il biaccumulo (concentrazione di sostanze tossiche nei tessuti organici con valori crescenti all'aumentare del livello trofico nella catena alimentare);
- effetti nocivi a carico di fauna e flora (alterazione della fotosintesi, aumento della sensibilità nei confronti di patologie e attacchi parassitari, riduzione della capacità riproduttiva, minor vitalità degli animali, ecc).

L'importanza del controllo delle emissioni gassose in atmosfera è ripresa dal D. Lgs. 155 del 13 agosto 2010, in attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa. In tale documento normativo vengono fissati i

valori limite per la protezione della salute umana e per la protezione degli ecosistemi. Di seguito vengono riportati i valori limite riferiti alla tutela della vegetazione:

Finalità	Periodo di mediazione	Valore Limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Margine di tolleranza	Data obiettivo
Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	Anno civile e inverno	30 ( $\text{NO}_x$ )	Nessuno	-

*Tabella 60 – Valori Limite e margini di tolleranza per gli ossidi di azoto  $\text{NO}_x$*

Nell'ambito della redazione dello Studio di Impatto Ambientale del Progetto di Variante le mappe di ricaduta per l'impatto cumulato relativamente agli indicatori previsti dal D. Lgs. 155/2010, in particolare biossido di azoto, dimostrano che, per l'Alta Val di Susa (Maddalena e Salbertrand), non si prevedono comunque, per effetto dei lavori, superamenti del livello di  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per la protezione della vegetazione. Si evidenzia tuttavia che la presenza di lavorazioni diffuse e di mezzi in movimento sono suscettibili di determinare impatti nei confronti della vegetazione limitrofa alle aree di cantiere, causando la degradazione di habitat e specie vegetali sensibili alla deposizione prolungata di polveri e particolato. Alla luce pertanto delle valutazioni esposte, la variazione per l'area industriale di Salbertrand risulta moderatamente peggiorativa per quanto riguarda la movimentazione del materiale e peggiorativa, relativamente al flusso dei mezzi emissivi, in relazione all'elevato numero di camion previsti in entrata e in uscita dal sito.

Per quanto riguarda Maddalena, in relazione all'esistenza di un cantiere già allestito e attivo, si considerano rispettivamente variazioni lievemente e moderatamente peggiorative sulla componente, per le azioni considerate.

Per quanto riguarda infine la protezione della vegetazione e degli ecosistemi, la riduzione delle attività nella Piana di Susa e in particolare l'eliminazione dello scavo all'imbocco Est del Tunnel di Base comportano un impatto del tutto trascurabile in prossimità del SIC "Oasi xerothermiche – Orrido di Chianocco", mentre persiste il superamento del valore limite pari a  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nei punti più prossimi alle aree, in conseguenza dei valori di fondo attualmente presenti. Risulta pertanto generalmente migliorativa la situazione nella Piana di Susa, per le aree dell'imbocco Est del Tunnel di Base, Piana di Susa e Interconnessione, nelle quali si assiste ad un alleggerimento per quanto riguarda la movimentazione dei materiali e il flusso di mezzi emissivi. Per dettagli circa i valori numerici utilizzati si rimanda alla **Tabella 61**.

Resta invariata la situazione per quanto riguarda i siti di Torrazza e Caprie. Fortemente migliorativo per tutte le azioni valutate risulta essere lo spostamento della centrale di ventilazione di Clarea e delle relative funzionalità al cantiere di imbocco de La Maddalena, che determinano l'annullamento degli impatti sulla componente, garantendo il mantenimento delle buone condizioni di naturalità del sito.

Per quanto riguarda il nuovo tracciato del Cavidotto Venaus-Susa, la variante risulta in generale migliorativa, in quanto tutta la seconda parte del tracciato è alloggiato nelle canne del Tunnel di Base e non interferisce con la vegetazione presente.

FASE DI CANTIERE										
Componente in analisi FLORA e VEGETAZIONE	Salbertrand	Colombera	Maddalena	Piana di Susa			Clarea	Sito di Caprie	Sito di Torrazza P.te	Cavidotto
				Zona Est TdB	Imbocco	Area Tecnica di Susa				
<i>Occupazione suolo</i>	-1	0	-3	0	0	0	+3	0	0	+2
<i>Tempo occupazione</i>	-1	-1	-1	+1	+2	+1	+3	0	0	+1
<i>Lavorazioni significative per gli impatti<sup>16</sup></i>	-1	0	-1	+2	+2	+1	+3	0	0	+1
<i>Movimentazione materiale</i>	-2	0	-1	+1	+2	0	+3	0	0	+2
<i>Flusso mezzi emissivi</i>	-3	-1	-2	+1	+2	+1	+3	0	0	+2

Scala di variazione degli impatti ambientali rispetto allo scenario di progetto definitivo approvato	
-3	Variazione peggiorativa
-2	Variazione moderatamente peggiorativa
-1	Variazione lievemente peggiorativa
0	Nessuna variazione/nessun impatto sulla componente
+1	Variazione lievemente migliorativa
+2	Variazione moderatamente migliorativa
+3	Variazione migliorativa

**Tabella 61** – Matrice degli impatti: componente flora, vegetazioni e habitat

<sup>16</sup> Lavorazioni significative per gli impatti: preparazione area, scavi in terreno, scavi in roccia, riporti, posa in opera prefabbricati, funzionamento impianti di cantiere

## 11.5 Pressioni e impatti: ECOSISTEMI

### 11.5.1 Individuazione degli impatti

La valutazione degli impatti sugli ecosistemi è stata eseguita rispetto ai 10 ambiti individuati per l'analisi:

- Salbertrand
- Maddalena
- Colombera
- Imbocco est Tunnel di Base
- Piana di Susa
- Interconnessione e area Bussoleno
- Clarea (ex centrale ventilazione)
- Sito di Caprie
- Sito di Torrazza P.te
- Cavidotto.

La valutazione dell'entità dell'impatto sugli ecosistemi per ciascun ambito è stata effettuata secondo criteri puramente qualitativi e per la sola fase di cantierizzazione, in quanto la fase di esercizio rimane invariante rispetto al Progetto definitivo approvato.

Gli indicatori utilizzati per la valutazione riguardano sostanzialmente la potenziale variazione delle classi di idoneità e permeabilità faunistica. Il modello Rete ecologica si può considerare come derivante dall'unione sinergica dei primi due modelli ecologici, pertanto si è ritenuto opportuno non utilizzarlo nelle valutazioni, in quanto avrebbe reso ridondante l'attribuzione dei livelli di impatto.

Gli impatti indotti dal progetto sulla componente in esame si concretizzano in perdite di superfici naturali caratterizzate da diversi livelli di permeabilità e biodisponibilità dovute all'azione di occupazione di suolo e alla sua durata. Tutte le altre azioni relative alla fase di costruzione, individuate per l'analisi complessiva delle altre componenti ambientali, non sono state considerate, in quanto i modelli non tengono conto delle pressioni dovute al rumore, alle emissioni e in generale alle azioni che possono causare un disturbo, quanto delle pressioni dovute alla presenza di ostacoli e sottrazione di superfici biodisponibili; le azioni che possono creare un disturbo sono state prese in considerazione specificamente nella valutazione della componente fauna e per evitare ridondanza sono state scartate nella stesura della matrice per la presente componente.

Azioni di progetto relative alla fase di costruzione:

- Occupazione suolo
- Tempo occupazione
- Lavorazioni significative per gli impatti
- Movimentazione materiale
- Flusso mezzi emissivi.

Il *Tempo di occupazione* influenza la durata della disponibilità di habitat e può comprometterne in maniera più o meno significativa le abitudini e il successo riproduttivo delle specie frequentanti.

Per quanto attiene le azioni di progetto più direttamente riferibili alle attività di cantiere, tra cui scavi e movimentazione di terre e flussi di mezzi meccanici, si considera che esse potrebbero interagire con ecosistemi sensibili e dar luogo alla diffusione di sostanze pericolose per l'ambiente. I potenziali impatti in fase di costruzione sono infatti legati alle emissioni di inquinanti in atmosfera e nell'ambiente idrico, nonché alla generazione di rumori, vibrazioni e illuminazione; questi aspetti sono stati valutati nello specifico per le componenti vegetazione e fauna, pertanto la valutazione degli impatti sugli equilibri degli ecosistemi presenti rispecchia quanto rilevato con maggiore dettaglio per le succitate componenti.

## ***11.5.2 Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato***

### ***11.5.2.1 Occupazione di suolo***

L'occupazione di suolo un'azione che comporta una forte modifica dello stato dei luoghi con il totale sconvolgimento degli ecosistemi presenti. L'intensità dell'impatto che ne deriva è tanto maggiore quanto maggiore è il grado di naturalità dell'area d'intervento. È l'azione che interessa la quasi totalità delle tratte in esame con impatti di varia intensità che risultano inversamente proporzionali all'attuale grado di antropizzazione dell'area.

L'area del cantiere industriale di Salbertrand si caratterizza per alcune aree a praterie secche con buona esposizione sud, che costituiscono aree importanti per il foraggiamento della fauna. Tali aree, tuttavia, presentano un'estensione limitata, di conseguenza l'occupazione da parte del cantiere non dovrebbe comportare un peggioramento rilevante della biodisponibilità. Per contro, per quanto riguarda la permeabilità faunistica, la zona di Salbertrand è caratterizzata da un importante corridoio di passaggio alle cui estremità si possono notare alcune barriere faunistiche: a ovest, la presenza dell'autostrada a raso, ad est la Dora Riparia che risulta molto incassata. Il cantiere di Salbertrand, che presenta uno sviluppo in lunghezza di circa 1,2 km, andrà ad inserirsi tra le barriere esistenti, contribuendo in tal modo alla riduzione della permeabilità faunistica globale della zona, tenuto conto soprattutto del sistema di recinzione e illuminazione di sicurezza che sarà installato tutt'intorno alla piattaforma di cantiere. Tenuto conto di tutti questi aspetti, si è valutato come globalmente peggiorativo l'impatto sull'area rispetto alla situazione del Progetto definitivo, che non coinvolgeva questa zona.

Tenuto conto della presenza dell'attuale cantiere in attività adibito alla realizzazione del cunicolo esplorativo de La Maddalena, l'area, già fortemente compromessa, subirà un moderato peggioramento a seguito dell'estensione del cantiere verso est, in sinistra idrografica del t. Clarea, dove si rilevano invece buoni livelli di naturalità in quanto il versante risulta fisionomicamente dominato da querceti, da castagneti e da ridotti lembi di acero-frassineti d'invasione. L'estensione del cantiere rispetto al Progetto definitivo approvato comporta inoltre l'aumento della frammentazione ecologica in un'area di elevata permeabilità, a seguito della piattaforma di cantiere, ma anche del sistema perimetrale recintato a fini di sicurezza.

L'area di Colombera – parcheggio andrà ad inserirsi in un'area caratterizzata da una biodisponibilità scarsa, in quanto zona aperta incolta, a ovest della quale si trova inoltre una piattaforma in cemento per l'elisoccorso. L'area è identificata nei modelli Arpa Piemonte come un'area molto frammentata, in quanto delimitata a sud da un sistema di canalizzazione artificiale legato alla centrale idroelettrica Iren, difficilmente superabile dalla fauna, e a ovest dalla recinzione di sicurezza che delimita la zona militarizzata della Maddalena. Di conseguenza, si presuppone una lieve diminuzione della biodisponibilità e permeabilità dovuta all'occupazione di suolo.

La zona della Piana di Susa e i siti di Caprie e Torrazza non subiscono variazioni di occupazione rispetto al Progetto definitivo approvato, pertanto si ritiene di valutare l'impatto nullo.

La sostituzione della galleria di ventilazione di Clarea con la seconda discenderia della Maddalena, consentirà il mantenimento dei livelli di biodisponibilità potenziale e di permeabilità faunistica alta e medio-alta esistenti, correlati alla localizzazione in ambito montano della Val Clarea e alla presenza di ambienti a elevata naturalità, principalmente estese superfici boscate riferibili alle faggete mesotrofiche e alle comunità a frassino d'invasione, accanto a brachipodieti e ambienti di greto. Lo spostamento della centrale di ventilazione è di grande interesse in relazione alla presenza, nelle vicinanze, del SIC IT1110027 "Boscaglie di tasso di Giaglione (Val Clarea)", che in tal modo resterà salvaguardato. Di conseguenza, per tutte le azioni di progetto l'impatto è stato valutato come migliorativo rispetto al Progetto Definitivo approvato.

Infine, l'impatto sugli ecosistemi dovuto alla realizzazione del cavidotto, dal momento che l'opera sarà posata nel TdB fino alla Piana di Susa, risulta lievemente migliorativo.

#### ***11.5.2.2 Tempi di occupazione***

Per quanto riguarda il tempo di occupazione delle aree, si considera da peggiorativo a lievemente peggiorativo rispetto al Progetto definitivo approvato l'impatto sulle aree occupate:

- dall'area industriale di Salbertrand;
- dal cantiere di imbocco de La Maddalena, tenuto conto dell'occupazione prevista già nel progetto definitivo e
- dall'area di Colombera, variazione lievemente peggiorativa tenuto conto dello scarso pregio dell'area.

Una situazione lievemente migliorativa si riscontra nella Piana di Susa, grazie alla riduzione dei tempi di scavo, e per il cavidotto, mentre invariata rispetto al progetto definitivo approvato è la situazione dei siti di Caprie e Torrazza.

#### ***11.5.2.3 Lavorazioni significative per gli impatti***

Attività quali la preparazione dell'area, gli scavi e i riporti, e il funzionamento impianti di cantiere sono stati valutati come lievemente peggiorativi per quanto riguarda l'area industriale di Salbertrand e il cantiere di imbocco de La Maddalena.

Per quanto riguarda l'area di Colombera - parcheggio, non sono previste particolari lavorazioni; la valutazione risulta pertanto invariata rispetto al progetto definitivo approvato.

Relativamente alla Piana di Susa, con la revisione della cantierizzazione, si assiste ad un generale miglioramento, mentre per i siti di Caprie e Torrazza, la situazione si considera invariata rispetto alle valutazioni effettuate in fase di Progetto Definitivo approvato.

#### ***11.5.2.4 Movimentazione materiale e flusso dei mezzi emissivi***

A livello generale va considerato come migliorativo lo spostamento e concentrazione di alcune attività e lavorazioni dai cantieri di Clarea e Susa e Imbocco est TdB all'interno del cantiere di imbocco de La Maddalena, già interessata da anni dalla presenza di attività. L'apertura di un'area di cantiere secondaria ad est del sito, va tuttavia considerata come interferenza sugli ecosistemi presenti, a causa delle potenziali emissioni con alterazione della normale composizione dell'aria; inoltre l'ubicazione dei due cantieri a cavallo del t. Clarea,

potrebbe amplificare l'impatto sull'ecosistema fluviale, che costituisce anch'esso un corridoio ecologico importante per la fauna. Per il cantiere di imbocco de La Maddalena, quindi, si è stimato un impatto moderatamente peggiorativo, mentre per l'area industriale di Salbertrand si è stimato un impatto lievemente peggiorativo, tenuto conto del contesto alquanto antropizzato).

Invariata è la situazione per il tunnel di interconnessione e Bussoleno, nonché per i siti di Caprie e Torrazza e l'area di Colombera – parcheggio.

### ***11.5.3 Sintesi***

Per quanto attiene i nuovi cantieri introdotti con il Progetto di variante o le estensioni dei cantieri esistenti, è ragionevole supporre lievi variazioni delle classi di idoneità faunistica e diminuzioni della connettività ecologica. Per il dettaglio di approfondimento sugli ecosistemi, si rimanda ai capitoli sulla vegetazione e sulla fauna, direttamente connessi alla componente in esame.

In termini di sintesi conclusiva, la valutazione degli impatti generati sulla componente ecosistemi nella fase di costruzione è riportata nella tabella che segue:

FASE DI CANTIERE										
Componente in analisi	Salbertrand	Colombera	Maddalena	Piana di Susa			Clarea	Sito di Caprie	Sito di Torrazza P.te	Cavidotto
				Zona Imbocco Est TdB	Area Tecnica di Susa	Interconnessione e area Bussoleno				
ECOSISTEMI										
Occupazione suolo	-3	-1	-2	0	0	0	+3	0	0	+2
Tempo occupazione	-3	-1	-2	+1	+1	+1	+3	0	0	+1
Lavorazioni significative per gli impatti <sup>17</sup>	-1	0	-1	+2	+2	0	+3	0	0	+1
Movimentazione materiale	-1	0	-1	+1	+2	0	+3	0	0	+2
Flusso mezzi emissivi	-1	0	-2	+1	+2	0	+3	0	0	+2

Scala di variazione degli impatti ambientali rispetto allo scenario di progetto definitivo approvato	
-3	Variazione peggiorativa
-2	Variazione moderatamente peggiorativa
-1	Variazione lievemente peggiorativa
0	Nessuna variazione/nessun impatto sulla componente
+1	Variazione lievemente migliorativa
+2	Variazione moderatamente migliorativa
+3	Variazione migliorativa

Tabella 62 – Matrice degli impatti: componente ecosistemi

<sup>17</sup> Lavorazioni significative per gli impatti: preparazione area, scavi in terreno, scavi in roccia, riporti, posa in opera prefabbricati, funzionamento impianti di cantiere

## 11.6 Pressioni e impatti: FAUNA

Dall'analisi delle componenti in analisi, per la fase di cantiere, sono state valutate interferenti con la componente faunistica l'occupazione di suolo, il relativo tempo di occupazione, le lavorazioni significative, la movimentazione materiale e il flusso mezzi emissivi, come di seguito descritto.

### 11.6.1 Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato

#### 11.6.1.1 Occupazione di suolo

Per l'area industriale di Salbertrand, analogamente alle altre componenti naturalistiche, ci sono significative differenze di frequentazione da parte della fauna, legate al fatto che la porzione est risulta già compromessa e alterata, mentre nell'area ovest sono presenti porzioni boscate e aree caratterizzate da una certa naturalità.

Per quanto riguarda l'erpetofauna, con particolare riferimento al gruppo dei Rettili, gli impatti risultano minimi, essendo presenti popolamenti molto semplificati, caratterizzati dalla dominanza di specie comuni, sinantropiche e ampiamente diffuse come la lucertola muraiola (nessuna variazione).

Gli impatti a carico della teriofauna risultano invece decisamente più importanti con riferimento all'occupazione di suolo, soprattutto nei confronti di specie particolarmente mobili come il cervo e il capriolo, che attraversando la Dora Riparia, utilizzano sia le aree aperte presenti all'interno dell'area di cantiere (porzione ovest) come zona di pascolamento, sia le praterie del versante esposto a sud, soprattutto nei periodi invernali per esigenze trofiche. Il discorso va esteso anche al lupo, specie di interesse prioritario, presente con un branco stabile all'interno del SIC "Gran Bosco di Salbertrand". Per l'area di Salbertrand è infatti dimostrato da segni di presenza, ma soprattutto da rinvenimento di esemplari investiti, che la specie segua le sue prede negli spostamenti da un versante all'altro, risultando anch'essa suscettibile di subire l'impatto della presenza delle attività di cantiere. Per tutte le specie che compiono grandi spostamenti, l'installazione del cantiere in quell'area costituisce pertanto un ostacolo, che va ad incrementare la frammentazione ambientale, riducendo la vitalità delle popolazioni animali, in quanto il territorio a disposizione diminuisce e diventano più difficili la dispersione degli individui sul territorio stesso e le possibilità di incontro e di scambio genetico (ISPRA, 2011).

Va aggiunto che le trasformazioni ambientali che avvengono in seguito alla frammentazione, spesso relativamente rapide rispetto ai tempi di capacità adattativa di gran parte delle specie più sensibili, interessano numerosi parametri di tipo spaziale, dimensionale, ecologico sia a scala di frammento sia a scala più ampia (superficie, forma, struttura e articolazione spaziale, grado di contiguità e connettività dei frammenti residui di habitat, configurazione spaziale del mosaico ambientale, tipologia della matrice, ecc.). La matrice trasformata dall'uomo e le barriere lineari artificiali possono agire come una barriera ostile ai movimenti di molte specie animali, interferendo con le dinamiche dispersive degli individui, in particolare di quelli appartenenti alle specie più sensibili (Wiens, 1976; Thomas, 1994) e con effetti differenti in funzione dell'età, sesso, fitness e dimensione corporea dei singoli individui (Robinson et al., 1992; Fahrig e Merriam, 1994; Hanski, 1994; Debinski e Holt, 2000). Alcune specie presentano una relativa plasticità ecologica e gli individui possono rispondere in modo neutro o favorevole alle trasformazioni indotte da questo processo (Fahrig, 1997). Al contrario, gli individui di altre specie, benché in alcuni casi intrinsecamente abili a disperdersi su lunghe distanze, possono risentire in modo marcato di queste trasformazioni per una loro intrinseca

sensibilità ecologica e comportamentale (ad esempio, le specie poco vagili e stenoecie; Diamond, 1981) (Battisti, 2004).

Il cantiere di Salbertrand infatti va ad inserirsi all'interno di un contesto ambientale in parte già frammentato, per la presenza di aree antropizzate e molte infrastrutture, soprattutto viarie, rappresentando un ulteriore ostacolo alla permeabilità della fauna da un versante all'altro. E' infatti in quest'area, caratterizzata da un alveo fluviale ampio, diversificato e naturaliforme, che si registrano importanti spostamenti di capriolo, cervi e lupi, tenuto anche conto della presenza, poco più a monte, di un esteso cantiere in essere e, a valle, di una morfologia fluviale che diventa particolarmente incisa e poco favorevole al passaggio della fauna. Si prevede quindi che la presenza del cantiere, per il periodo di attività, riduca l'ampiezza del corridoio utilizzato dalla fauna tra i due versanti, concentrando gli spostamenti degli animali lungo direttrici preferenziali e determinando quindi un aumento del rischio di incidentalità.

Questo ultimo aspetto risulta particolarmente importante per il lupo, che in prossimità dell'area di cantiere già attualmente presenta problematiche legate all'incidentalità su strade e ferrovie e per il quale il cantiere potrebbe andare ad incrementare il rischio, restringendo ulteriormente la disponibilità di passaggi e incanalando pertanto gli attraversamenti in zone sempre più frequentate e quindi maggiormente soggette a rischio di mortalità per impatto con i veicoli.

Il lupo in particolare, si mostra sensibile ad alcune componenti del processo di frammentazione. La bassa densità intrinseca che si rinviene nei siti idonei (1 ind./80 kmq; Mac Donald e Barret, 1993) è un elemento che la rende specie area-sensitive. Inoltre, benché questa specie mostri buone capacità di ricolonizzare le aree precedentemente occupate (Boitani, 1986), gli individui, percorrendo distanze relativamente grandi, possono facilmente incontrare infrastrutture stradali e aree a diverso grado di antropizzazione con il rischio di essere, in un caso investiti, nell'altro soggetti a persecuzione. Proprio i sistemi infrastrutturali complessi (ad esempio, autostrade, strade, ferrovie e insediamenti annessi) possono, poi, isolare quasi del tutto eventuali nuclei di questa specie.

Per quanto riguarda la Chiroterofauna, la realizzazione del cantiere, con l'eliminazione delle aree boscate presenti, determinerà una riduzione di aree di foraggiamento per le specie dal volo basso e strettamente legate alla vegetazione arboreo arbustiva (es. *Myotis nattereri*), segnalate nelle immediate vicinanze ma non nell'area direttamente interessata dal cantiere, mentre questa criticità sarà limitata per le specie più generaliste e dal volo alto (es. genere *Pipistrellus*, *Hypsugo savii*, *Eptesicus serotinus*) frequentemente rilevate.

Alla luce di quanto sopra descritto, la presenza del cantiere a Salbertrand risulta peggiorativa, con riferimento principalmente alla specie lupo; differente è il discorso per specie più sinantropiche e adattabili al disturbo come il cinghiale o generaliste come la volpe, per le quali la presenza del cantiere può determinare un disturbo in termini di adattamento al nuovo contesto ambientale, senza però che si riscontrino particolari problematiche a livello di popolazione.

Per il nuovo parcheggio previsto a Colombera, gli impatti nei confronti della teriofauna risultano del tutto assenti, essendo l'area già antropizzata e priva di elementi di naturalità.

La soppressione della centrale di ventilazione di Clarea e lo spostamento delle sue funzionalità presso il cantiere di imbocco de La Maddalena, determinano l'annullamento degli impatti sulla componente, con variazione migliorativa. Per contro, l'estensione dell'attuale cantiere della Maddalena, a carico principalmente di formazioni forestali, si ritiene possa determinare una variazione peggiorativa nei confronti della fauna in generale, nonostante sia

già presente ad oggi un importante cantiere attivo. L'impatto risulta legato alla perdita di superfici forestali come habitat di specie e ad un incremento delle superfici antropizzate; va infine considerato che l'insediamento di un ulteriore cantiere in sinistra idrografica del torrente Clarea, oltre a quello già esistente in destra, rappresenta un ulteriore elemento di disturbo agli spostamenti della fauna lungo il torrente stesso, considerato un corridoio ecologico a tutti gli effetti.

Per quanto riguarda la Piana di Susa, confermando la variante l'occupazione delle stesse aree di cantiere previste in fase di Progettazione Definitiva, gli impatti a carico della fauna restano invariati in termini di sottrazione di habitat per le diverse specie faunistiche.

Relativamente ai siti di Caprie e Torrazza, l'impatto resta invariato.

#### ***11.6.1.2 Tempo di occupazione***

Nella presente valutazione si considera come variazione peggiorativa il tempo di occupazione di oltre 8 anni dell'area di lavoro di Salbertrand, in quanto si considera tale periodo come mediamente lungo e suscettibile di determinare variazioni e indurre adattamenti nei confronti dei popolamenti faunistici che frequentano l'intera area, compresi i versanti.

Irrilevante si considera invece il tempo di occupazione del cantiere di imbocco de La Maddalena nel Progetto di Variante, rispetto alla fase di Progetto Definitivo approvato; nel Progetto di Variante il cantiere di Chiomonte, destinato alla realizzazione dello svincolo e allo scavo del Tunnel di Base, presenta infatti una durata di soli 6 mesi in più, rispetto ai 10 anni previsti nel Progetto Definitivo. Si valuta come moderatamente peggiorativo il tempo di occupazione dell'area di Colombera, che presenta una durata di 8 anni e 6 mesi, non considerata nell'ambito del Progetto Definitivo approvato.

Per quanto riguarda la Piana di Susa, il tempo di occupazione del cantiere dell'Imbocco Est del Tunnel di Base risulta ridotto rispetto alla fase di Progetto Definitivo approvato, essendo previsto l'allestimento a partire dal 2024, e non più dal 2019. Questo si traduce in una riduzione del tempo di occupazione pari a circa 5 anni, con indubbi benefici anche a favore delle comunità animali presenti nel limitrofo SIC "Oasi xerothermiche", che utilizzano le aree prossime al cantiere come aree di alimentazione e rifugio. La variazione assume pertanto valore migliorativo. Migliorativa anche la riduzione del tempo di occupazione per i cantieri di Susa e Interconnessione, per i quali risulta una variazione lievemente migliorativa.

Valutata come migliorativa la soluzione di spostare presso il cantiere di imbocco del La Maddalena- Progetto di Variante la centrale, preservando l'area di Clarea. Per quanto riguarda i siti di Caprie e Torrazza, la situazione resta invariata rispetto allo scenario di Progetto Definitivo approvato.

#### ***11.6.1.3 Lavorazioni significative per gli impatti, movimentazione materiali e flusso mezzi***

Per quanto riguarda Salbertrand, la presenza di un disturbo continuo legato al funzionamento del cantiere, all'attività degli impianti, al notevole flusso di mezzi su gomma in uscita dal cantiere, oltre ad un generale incremento dell'inquinamento luminoso e acustico, risultano impattanti soprattutto nei confronti di quelle specie particolarmente sensibili al disturbo, come il lupo. Inoltre risultano vulnerabili a questi fattori anche le specie di Chiroteri più lucifughe (genere *Myotis*) e quelle che cacciano con segnali di ecolocalizzazione a bassa intensità (*Myotis nattereri* e genere *Plecotus*).

Gli effetti sui Chiroteri conseguenti alla presenza di inquinamento luminoso nell'ambiente possono infatti essere diretti o indiretti. I primi determinano modifiche del comportamento e delle rotte di volo abituali delle specie lucifughe (Stones *et al.*, 2009), mentre i secondi

determinano alterazioni ambientali e delle risorse disponibili in senso temporale e spaziale. Si possono quindi osservare apparenti effetti positivi sulle specie non lucifughe in corrispondenza delle fonti luminose, ma si osservano nel contempo fenomeni di alterazione dei ritmi di attività e fenomeni competitivi interspecifici per quelle intolleranti alla luce (Arlettaz *et al.*, 2000).

L'inquinamento acustico, in particolare quello generato dal traffico stradale, provoca una riduzione dell'efficienza dell'attività di foraggiamento per le specie che emettono segnali a bassa intensità (Siemers e Schaub, 2011; Bunkley e Barber 2015). E' stato infatti, dimostrato come valori superiori a 60 dB determinano un aumento del tempo necessario ai Chiroteri per l'individuazione delle prede da due a tre volte fino a 500 metri di distanza dalla fonte sonora (Bunkley e Barber 2015). Più in generale, sulla base della letteratura a disposizione, è dimostrato che oltre i 50 dB si osserva qualche variazione nei popolamenti di Uccelli (riduzione dell'abbondanza). Per quanto riguarda gli esiti delle modellizzazioni acustiche effettuate nel corso dello Studio di Impatto Ambientale, nell'area di Salbertrand i livelli di rumore risultano già elevati allo stato attuale e gli incrementi previsti trascurabili, come riportato nello studio acustico, al quale si rimanda per dettagli.

A conferma di queste valutazioni, si precisa infatti che le aree indagate a Salbertrand, caratterizzate in parte da zone antropizzate e alterate, sono risultate utilizzate da poche specie di Chiroteri per l'attività di foraggiamento, poco sensibili e generaliste (generi *Pipistrellus*, *Eptesicus* e *Hypsugo*). Effetti maggiori possono essere previsti per l'incremento del traffico, con conseguente possibile aumento della mortalità diretta e riduzione dell'efficienza dell'attività di caccia generata dall'aumento dell'inquinamento acustico.

Nel complesso pertanto, relativamente alla componente faunistica, risulta una variazione lievemente peggiorativa.

Per quanto riguarda l'area di Colombera, l'aumento di inquinamento luminoso generato dalla presenza del parcheggio e l'inquinamento acustico determinato dal traffico veicolare, risultano negativi per le specie della Chiroterofauna più lucifughe (genere *Myotis* e in particolare *Myotis bechsteinii*) e per quelle che cacciano con segnali di ecolocalizzazione a bassa intensità (*Myotis bechsteinii* e genere *Plecotus*). La variazione assume pertanto valore lievemente peggiorativo.

Analogamente, l'estensione dell'attuale cantiere della Maddalena risulta moderatamente peggiorativo, in termini di durata nel tempo del cantiere, di incremento del disturbo legato all'illuminazione e al rumore, al traffico veicolare, principalmente nei confronti delle specie più sensibili.

Dall'analisi delle modellizzazioni acustiche (alle quali si rimanda per dettagli) emerge che già allo stato attuale la maggior parte dei ricettori presenta livelli massimi assoluti d'immissione superiori a quanto previsto dal Piano di Classificazione Acustica comunale; tuttavia va ricordato che per molti di essi i limiti vigenti sono, in realtà, quelli dettati dalle fasce di pertinenza stradale e ferroviaria.

I livelli di rumore risultano infatti piuttosto elevati, a causa della presenza delle infrastrutture stradali, mentre per altre (per esempio Borgata Clarea), l'incremento dei livelli di rumore stimato per la fase di Progetto di Variante risulta a carico dell'estensione delle attività anche in sinistra del torrente Clarea, nell'area di Maddalena est, Maddalena est; queste tuttavia non generano superamenti significativi.

Migliorativa risulta infine essere nella Piana di Susa la variante, con riferimento allo svolgimento di lavorazioni significative, in quanto gli impianti e le lavorazioni più impattanti sono state ricollocate nel cantiere di Salbertrand, alleggerendo in termini di impatto quelli

installati a Susa. Va inoltre aggiunto che la durata dei cantieri dell'Imbocco est del Tunnel di Base, di Susa Stazione e dell'Interconnessione-Bussoleno ha subito un'importante riduzione, con un conseguente alleggerimento degli impatti a carico delle diverse componenti faunistiche. La valutazione nella Piana di Susa risulta pertanto migliorativa.

Si considera invariata la situazione rispetto al Progetto Definitivo, per quanto riguarda i siti di Caprie e Torrazza.

Per quanto riguarda il nuovo tracciato del Cavidotto Venaus-Susa, la variante risulta in generale migliorativa, in quanto tutta la seconda parte del tracciato è alloggiata nelle canne del Tunnel di Base e non interferisce con l'ambiente esterno.

FASE DI CANTIERE										
Componente in analisi	Salbertrand	Colombera	Maddalena	Piana di Susa			Clarea	Sito di Caprie	Sito di Torrazza P.te	Cavidotto
FAUNA				Zona Imbocco Est TdB	Area Tecnica di Susa	Interconnessione e area Bussoleno				
<i>Occupazione suolo</i>	-3	0	-3	0	0	0	+3	0	0	+2
<i>Tempo occupazione</i>	-3	-1	0	+2	+1	+1	+3	0	0	+1
<i>Lavorazioni significative per gli impatti<sup>18</sup></i>	-1	-1	-2	+1	+2	+2	+3	0	0	+1
<i>Movimentazione materiale</i>	-1	-1	-2	+1	+2	+2	+3	0	0	+2
<i>Flusso mezzi emissivi</i>	-1	-1	-1	+1	+2	+1	+3	0	0	+2

Scala di variazione degli impatti ambientali rispetto allo scenario di progetto definitivo approvato	
-3	Variazione peggiorativa
-2	Variazione moderatamente peggiorativa
-1	Variazione lievemente peggiorativa
0	Nessuna variazione/nessun impatto sulla componente
+1	Variazione lievemente migliorativa
+2	Variazione moderatamente migliorativa
+3	Variazione migliorativa

**Tabella 63** – Matrice degli impatti: componente fauna

<sup>18</sup> Lavorazioni significative per gli impatti: preparazione area, scavi in terreno, scavi in roccia, riporti, posa in opera prefabbricati, funzionamento impianti di cantiere

## 12.Pressioni e impatti: SALUTE PUBBLICA

L'analisi delle pressioni e degli impatti sulla salute è stata condotta considerando il nuovo scenario di cantierizzazione, fra l'altro, rende centrale il sito di La Maddalena presso il quale la valutazione di impatto sanitario ha accompagnato i lavori di scavo del cunicolo esplorativo ed è tuttora in corso.

A seguito di tale positiva esperienza la medesima metodologia di approccio sarà applicata anche per l'opera principale. Giova in tal senso ricordare come i risultati sin qui conseguiti dimostrino assenza di impatti sulla salute rispetto alla situazione ante operam. La chiave di questo risultato ottimale viene fatto risalire soprattutto ad una corretta comunicazione e gestione integrata fra piano di monitoraggio ambientale e gestione ambientale dei cantieri in grado di assicurare la massima prevenzione e rapidità di eventuali azioni correttive. La prosecuzione di tale approccio è stata posta alla base delle valutazioni anche del presente studio di impatto ambientale.

Come riportato nel tomo 1 del SIA, per la valutazione degli impatti sulla salute, sono stati considerati i comuni appartenenti all'area di studio della Piana di Susa: Bussoleno, Chianocco, Chiomonte, Giaglione, Mattie, Meana di Susa, Mompantero, Salbertrand, Susa e Venaus, a cui si sommano le due aree dove sarà localizzato lo smarino derivante dalle lavorazioni di cantiere (Caprie e Torrazza Piemonte) e i comuni di Gravere e San Giorio di Susa, limitrofi all'area di interesse.

Per stimare gli impatti sulla salute pubblica vengono utilizzati modelli che si servono di algoritmi matematici aventi la funzione di descrivere i processi fisici che si svolgono in atmosfera, a partire dalle emissioni che provengono da una o più sorgenti.

Pertanto, gli esiti dei modelli, se applicati a casi simili a quello in esame, conducono sempre a valutazioni di tipo probabilistico che, in particolare per la salute pubblica, si prestano più a fornire elementi atti a mirare le azioni preventive e gestionali di tipo progettuale più che trarre conclusioni di tipo causa-effetto.

Il caso della NLTL, caratterizzata da emissioni puntiformi diffuse, in ampie aree cantiere e per una fase di costruzione che interessa un arco temporale della durata di diversi anni con attività non costanti, rientra in pieno nel quadro sopra delineato e questi limiti delle valutazioni, note fra i tecnici, vanno espresse con chiarezza in particolare nel contesto di una comunicazione a carattere pubblico.

I metodi più utilizzati per valutare l'esposizione ad un agente inquinante si basano:

- sulla classificazione degli inquinanti e delle loro caratteristiche di pericolosità;
- sulla modellazione della diffusione (come nel caso della NLTL);
- sulla misurazione effettiva (essenziale nel caso in esame e prevista mediante lo strumento del monitoraggio ambientale).

Occorre premettere alcune considerazioni sull'esposizione.

In primo luogo, l'**esposizione** ad un agente ambientale è definita come "il contatto fra un agente potenzialmente dannoso presente in una matrice ambientale (come l'aria, l'acqua o gli alimenti) e una superficie del corpo umano (come la cute o la parete del tratto digestivo o respiratorio)"<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> Fonte: Sexton & Ryan 1988; Armstrong et al., 1992

Il processo di valutazione dell'esposizione consiste nella stima o misura della quantità, frequenza e durata dell'esposizione ad un agente, unita al numero e caratteristiche della popolazione esposta. Idealmente descrive la sorgente, le vie di esposizione, il percorso metabolico e le incertezze nella valutazione<sup>20</sup>.

Per valutare il rischio di malattia in relazione alla quantità di inquinante (o di un suo metabolita), l'epidemiologia ambientale utilizza la misura dei livelli ambientali dell'agente nella matrice più vicina alla via di ingresso nell'organismo, dal momento che risulta estremamente difficile misurare la dose nell'organo bersaglio.

E' opportuno precisare che la determinazione dei livelli ambientali di un agente (ad esempio attraverso le misure delle centraline della rete di monitoraggio urbano) non è una misura dell'esposizione della popolazione a tale agente, ma un suo indicatore surrogato (proxy), la cui validità dipende da vari fattori.

La salute umana, nello specifico, dipende da diversi fattori, tra cui:

- la residenza (localizzazione e tipologia di abitazione rispetto alle sorgenti di emissione);
- la mobilità della popolazione;
- le modalità di trasporto utilizzate dalla popolazione (esempio: un ciclista risulta essere più esposto in una strada all'interno di un centro abitato, rispetto a quando pedala in aperta campagna);
- il tempo trascorso in ambienti indoor/outdoor.

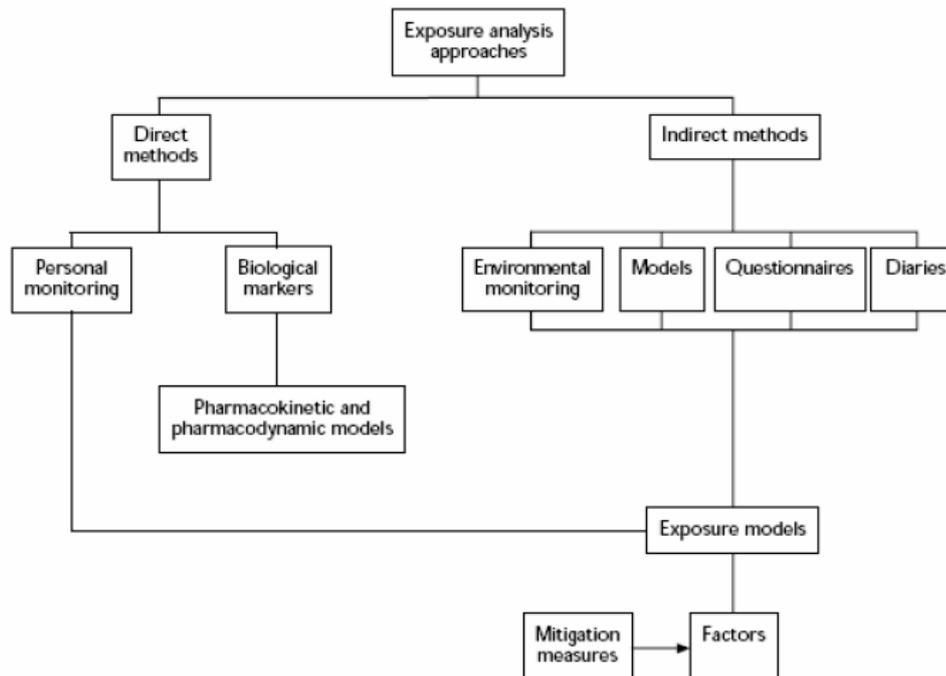
Non sono inoltre da trascurare i fattori individuali come lo stile di vita, le abitudini al fumo, le esposizioni lavorative, il livello socio-economico, fattori generali quali età e stato di salute, oltre che parametri meteorologici e ambientali.

In tal senso si stanno sviluppando approcci sempre più sofisticati nella valutazione dell'esposizione, basati su tecniche modellistiche di tipo deterministico e stocastico che tengono conto di variabili come la temperatura, la direzione dei venti e la variabilità spaziale degli inquinanti in atmosfera. Studi recenti di epidemiologia ambientale, utilizzano questi modelli per la stima dell'esposizione della popolazione e dove possibile integrano con la ricerca di indicatori personali su matrici biologiche (biomarkers di esposizione).

Nel successivo diagramma ad albero si riporta una sintesi di approcci per la valutazione dell'esposizione.

---

<sup>20</sup> WHO/ International Programme on Chemical Safety (IPCS), 2004



Reprinted with permission from Human Exposure Assessment for Airborne Pollutants. ©1991 by the National Academy of Sciences. Courtesy of the National Academy Press, Washington, D.C.

*Figura 61 – Approcci diretti e indiretti per la valutazione dell'esposizione*

Il processo di stima delle esposizioni ambientali, previsionalmente ottenuto mediante modelli matematici, resta in ogni caso il più affidabile modo di operare.

Tale processo risulta essere uno degli aspetti più importanti nel disegno e nella conduzione di studi epidemiologici, per la definizione in termini causali del ruolo dell'ambiente come elemento determinante della salute umana. Per questo motivo l'utilizzo di informazioni geografiche per la valutazione dell'esposizione e, più in generale, nella conduzione di studi epidemiologici, sta diventando sempre più frequente, sia in fase di impostazione dello studio che nell'analisi dei dati.

### 12.1 Affidabilità dei modelli

Prima di descrivere i risultati derivanti dai modelli applicati occorre fare alcune considerazioni circa la loro affidabilità.

Occorre rimarcare il fatto che il grado di approssimazione utilizzato nel modello dipende fondamentalmente dalla qualità e dalla stabilità nello spazio e nel tempo dei dati utilizzati come input. In aggiunta va ricordato che non si può discriminare fra sorgenti relative ai cantieri, quali quelle considerate nelle valutazioni svolte, che diffondono inquinanti identici e sovrapponibili a quelli diffusi dal traffico (ossidi di azoto e particolato).

Diverso è il discorso dal punto di vista qualitativo, cioè nella definizione di diversi gradienti di esposizione del territorio al fattore di pressione modellizzato (dato che viene utilizzato per definire sottogruppi a differente grado di esposizione in uno studio epidemiologico).

In letteratura esistono in tal senso recenti esperienze di valutazione dell'attendibilità di dati in ambito epidemiologico i cui risultati confermano la validità del modello nel definire diversi gradienti di esposizione, facendo rilevare peraltro delle incongruenze fra livelli stimati dal

modello e quelli effettivamente misurati in particolare in presenza di situazioni morfologiche complesse quali quelle di tipo montano e collinare. Anche in questo caso tale situazione è quella che si presenta nel contesto della NLTL.

La definizione della popolazione in studio parte dal semplice concetto di delimitazione dell'area in funzione della superficie stimata di ricaduta dell'inquinamento. L'utilizzo di informazioni geografiche per definire spazialmente la residenza della popolazione permette quindi una prima distinzione tra popolazione a rischio interessata dall'impatto e non.

Dalle simulazioni modellistiche effettuate appare chiaro che la popolazione interessata, se si considera il parametro "residenza", è solo quella nelle aree di maggior ricaduta.

## 12.2 Individuazione degli impatti

Per la componente "salute pubblica" la valutazione degli impatti sulla salute umana è stata condotta utilizzando i dati derivanti dal modello di dispersione delle emissioni in atmosfera, dai risultati derivanti dalla stima delle emissioni acustiche e dalla valutazione delle radiazioni non ionizzanti. Inoltre è stata considerata l'eventualità di una possibile dispersione di fibre asbestiformi in atmosfera, per cui si rimanda al § 3.4.

### 12.2.1 Emissioni in atmosfera

Nella stima dell'impatto sulla componente atmosfera sono stati presi in considerazione due scenari di estensione annuale, denominati anno 5 e anno 7, con riferimento al cronoprogramma di avanzamento delle attività (Rif. PRV\_C30\_TS3\_0087). Gli anni individuati sono stati scelti per evidenziare l'attività di tutte le aree interessate dal progetto con l'attenzione di includere gli anni di massima lavorazione e le diverse metodologie di scavo adottate per il Tunnel di Base (metodo tradizionale D&B e metodo meccanizzato con TBM). Le simulazioni sono state condotte con un sistema modellistico tridimensionale su base annuale, costituito dai codici meteorologici Swift (per la ricostruzione dei campi di vento e temperatura su terreno complesso), Surfpro (per la ricostruzione dei campi di turbolenza) e dal codice di dispersione Lagrangiano a particelle Spray.

Nell'anno 5 risultano in attività i cantieri:

- "Innesto di Bussoleno" e "Imbocco Est Tunnel di Interconnessione" per la realizzazione del ponte sulla Dora Ovest e dell'innesto ferroviario dell'imbocco;
- "Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione" in cui sono realizzate opere d'imbocco, lo scavo con metodo D&B del binario dispari e pari della galleria di Interconnessione, attività di supporto per i cantieri "Imbocco Est Tunnel di Interconnessione", "Innesto di Bussoleno" e per l'Area di lavoro di Susa, oltre a ricevere il materiale di scavo del tunnel;
- Area di lavoro di Susa per la realizzazione dei rilevati della nuova linea ferroviaria e della Stazione Internazionale;
- Area di imbocco di Maddalena per la ricezione dei materiali provenienti dai differenti fronti di scavo in sotterraneo della galleria pari e dispari del TdB (con metodologia di scavo tradizionale e meccanizzato) e del sito sotterraneo di sicurezza;
- Area industriale di Salbertrand a supporto per le attività di costruzione delle opere in sotterraneo e delle opere a cielo aperto, nella fattispecie per la logistica, la valorizzazione dei materiali di scavo, per la prefabbricazione dei conci e il caricamento su treno dello marino verso i siti di Caprie e Torrazza Piemonte.

Nell'anno 7 è concluso lo scavo del Tunnel di Interconnessione mentre sono attivi tutti gli altri fronti di scavo, quali lo scavo in sotterraneo della galleria pari e dispari del Tunnel di Base mediante scavo meccanizzato e del sito sotterraneo di sicurezza. Inoltre il cantiere "Imbocco Est Tunnel di Base" sarà operativo per la realizzazione della galleria artificiale di Imbocco, necessaria poi per le operazioni di smontaggio delle due frese.

Il modello di emissione fornisce in output i valori di emissione dei cantieri in due forme: complessive per tutta la durata delle attività e massime giornaliere.

### ***12.2.2 Emissioni acustiche***

Al fine di valutare le emissioni sonore prodotte dalle lavorazioni delle nuove aree di cantiere sono stati approntati dei modelli di calcolo previsionale. La stima dell'eventuale impatto acustico sui ricettori è stata condotta tramite un modello previsionale realizzato con il software di simulazione SoundPLAN v.7.3 che, eseguito per lo scenario di operatività delle aree di cantiere, ha permesso di quantificare il livello sonoro potenzialmente indotto dalle attività di cantiere in una giornata "tipo" di lavorazione verso i ricettori.

I livelli risultanti dalla modellazione sono stati confrontati con quanto previsto dai PCA (Piani di Classificazione Acustica) dei Comuni di Chiomonte e di Salbertrand per la verifica della loro conformità e con i livelli massimi previsti dalle fasce di pertinenza relative alle infrastrutture (stradali e ferroviaria) già presenti sul territorio.

In particolare la valutazione è stata condotta in merito agli edifici ricettori esistenti, con particolare riferimento agli edifici residenziali o industriali, ove più concretamente si può manifestare l'eventuale disturbo da rumore.

### ***12.2.3 Radiazioni non ionizzanti***

Grazie all'aggiornamento dello studio relativo al censimento dei recettori ubicati a ridosso del cavodotto sono stati verificati i livelli di esposizione magnetica.

A seguito della configurazione di variante del nuovo elettrodotto ad alta tensione (132 kV) a doppia terna, nessun recettore tutelato (*aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore*) ad oggi presente sul territorio, e in situazione attuale di esposizione conforme alle prescrizioni di norma, sarà esposto ad un valore di campo elettromagnetico superiore all'obiettivo di qualità pari a  $3 \mu\text{T}$ , pur considerando l'effetto di campi magnetici prodotti dagli elettrodotti già esistenti sul territorio (a meno dei recettori RT2 e RT76).

## **12.3 Valutazione degli impatti**

Occorre premettere che, per mitigare e contenere la presenza di fattori di rischio o identificabili come tali anche solo sul piano teorico, nel corso dell'evoluzione dello studio progettuale delle varie opere si è agito secondo i principi del miglioramento continuo, prevedendo di utilizzare le "migliori tecnologie disponibili" (B.A.T.) per minimizzare l'emissione di inquinanti. In fase di cantiere saranno inoltre adottate una serie di azioni volte alla tutela della salute dell'uomo (es: bagnatura e pulitura dei piazzali di cantiere, bagnatura dei cumuli, pulitura delle gomme dei mezzi, introduzione di dune e barriere fonoassorbenti, ecc). Si rimanda all'elaborato PRF\_C3C\_TS3\_0166: Indirizzi preliminari per la definizione, in fase di PE, del manuale di gestione ambientale dei lavori, per il dettaglio di tutte le azioni volte alla tutela dell'ambiente e della salute dell'uomo.

I risultati di queste azioni sono stati condizionati da due scelte progettuali importanti: allontanare il materiale di risulta delle gallerie tramite ferrovia (prescrizione n. 11 della

Delibera CIPE 57/2011) e stoccare il materiale in vani realizzati in calcestruzzo disposti all'interno di tenso-strutture.

Ne deriva una consistente riduzione delle emissioni, sia acustiche che in atmosfera.

L'impatto sulla situazione attuale della qualità dell'aria della piana risulta contenuto e grande rilevanza, a livello locale, avrà la stretta osservanza delle procedure di gestione ambientale del cantiere da parte delle imprese esecutrici dei lavori. Occorre inoltre sottolineare che una corretta valutazione dell'impatto cumulato dovrebbe essere basata su una previsione delle concentrazioni di fondo negli anni futuri, quando è presumibile attendersi una evoluzione e un complessivo miglioramento dello stato della qualità dell'aria per effetto delle politiche di contenimento delle emissioni e del miglioramento degli standard emissivi dei veicoli.

### ***12.3.1 Emissioni acustiche***

Grazie ai molti accorgimenti mitigativi già integrati nel progetto di cantierizzazione (in ottemperanza alla prescrizione n.55 espressa dal CIPE con delibera n.57 del 03/08/2011), le variazioni di clima acustico indotte dalle lavorazioni paiono scostarsi di poco dai livelli misurati allo stato attuale.

Per quanto concerne l'influenza delle emissioni acustiche sulla salute si può concludere che l'analisi dei risultati ha evidenziato come per l'area imbocco di Maddalena la morfologia del territorio riesca a contenere le emissioni all'interno dell'invaso naturale, incidendo poco o nulla sul clima acustico delle restanti porzioni territoriali. Per l'area industriale di Salbertrand, molto più aperta poiché posta sull'ampio fondo valle, oltre agli accorgimenti progettuali mitigativi, sarà importante il rispetto degli orari di lavorazione (solo il periodo diurno per le lavorazioni e solo attività manutentive per il periodo notturno) e la buona manutenzione dei mezzi poiché l'introduzione di barriere fonoassorbenti lungo il perimetro di cantiere, non sarebbe risolutiva di eventuali criticità.

### ***12.3.2 Emissioni atmosferiche***

Per quanto concerne l'influenza delle emissioni atmosferiche sulla salute si può concludere che sebbene la variante comporti flussi superiori di mezzi pesanti lungo l'autostrada A32 rispetto al Progetto Definitivo approvato, l'utilizzo di una flotta che rispetti lo standard EURO VI consente una drastica riduzione delle emissioni esauste, in particolare di ossidi di azoto, con un incremento trascurabile delle concentrazioni inquinanti.

Conformemente a quanto osservato per i cantieri della Piana di Susa, anche per i siti di Caprie e Torrazza Piemonte ci si può attendere un ulteriore decremento dei livelli stimati nell'ambito del Progetto Definitivo approvato, legati al miglioramento delle prestazioni emissive delle macchine operatrici.

### ***12.3.3 Radiazioni non ionizzanti***

Per quanto concerne l'impatto sulla salute derivante dalle radiazioni non ionizzanti si può affermare che, in fase di cantierizzazione, le opere progettuali previste non si configurano come potenziali sorgenti di campi ELF, fatta eccezione per l'area di imbocco di Maddalena che sarà interessata dall'introduzione della connessione temporanea all'esistente elettrodotto aereo a 132 kV per l'alimentazione elettrica del cantiere, al fine di soddisfarne il fabbisogno elettrico.

## **12.4 Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato**

Gli impatti delle aree presenti all'interno della Piana di Susa si ridimensionano in termini sia quantitativi che temporali e si può riscontrare un significativo alleggerimento degli impatti

sulla salute derivanti dalle emissioni (acustiche e atmosferiche) dei mezzi di cantiere. Tale miglioramento è dovuto sia allo spostamento delle principali attività di cantierizzazione, che all'utilizzo di mezzi EURO VI. La riduzione delle tempistiche di scavo e lo stoccaggio delle eventuali rocce verdi in sotterraneo determina altresì un miglioramento rispetto al Progetto definitivo approvato.

Non si ha più alcun impatto in Val Clarea, dal momento che la zona non viene più interessata da alcuna lavorazione.

Per quanto riguarda invece l'area industriale di Salbertrand, precedentemente non coinvolta dalle lavorazioni, si avrà una lieve variazione negativa degli impatti, tuttavia si ricorda che l'occupazione dell'area interessa una zona già fortemente influenzata dalla presenza di infrastrutture (stradali e ferroviaria).

Anche per l'area imbocco della Maddalena le variazioni saranno contenute poiché l'attuale scenario di cantierizzazione prevede l'estensione di un'area che già attualmente ospita le lavorazioni di scavo del cunicolo esplorativo de La Maddalena. Per quanto concerne i siti di Caprie e Torrazza Piemonte non è prevista nessuna variazione rispetto al Progetto Definitivo approvato.

Per quanto concerne le rocce verdi, di sicuro impatto positivo è lo studio effettuato nella presente fase progettuale di PRV, che prevede la possibilità di stoccaggio delle stesse all'interno delle opere sotterranee, evitando così anche ogni rischio in caso di eventi accidentali (non essendo più previsto alcun tipo di trasporto di materiale, per quanto con tutte le cautele necessarie e su ferro).

Si ricorda infine che la realizzazione e il conseguente esercizio della nuova linea ferroviaria Torino-Lione porteranno ad avere benefici a medio-lungo termine che derivano in particolare dal trasferimento delle modalità di trasporto merci da camion su strada alla ferrovia. Con l'utilizzo della ferrovia si avrà una diminuzione del traffico stradale e dunque di immissioni di inquinanti in atmosfera, in particolare degli ossidi d'azoto derivanti dal movimento dei camion. Tale aspetto non rappresenta solamente un beneficio per quanto concerne il traffico stradale, bensì rappresenterà un effetto positivo per la qualità dell'aria, per cui si arriverà nel medio - lungo termine, nel medesimo areale, a registrare una conseguente riduzione dell'inquinamento ad esso correlato. Quest'ultimo obiettivo è in linea con i principi dello sviluppo sostenibile: “uno sviluppo che risponde alle necessità del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare le proprie esigenze”.

Segue la tabella riepilogativa derivata dal confronto del Progetto Definitivo approvato con il nuovo scenario progettuale:

Cadre sur l'environnement – Volume 2 - Analyse des impacts / Quadro di riferimento ambientale - Tomo 2 - Analisi degli impatti

FASE DI CANTIERE										
Componente in analisi	Salbertrand	Colombera	Maddalena	Piana di Susa			Clarea	Sito di Caprie	Sito di Torrazza P.te	Cavidotto
				Zona Imbocco Est TdB	Area Tecnica di Susa	Interconnessione e area Bussoleno				
Occupazione suolo	-1	0	- 1	0	1	+ 1	+3	0	0	+2
Tempo occupazione	-2	0	- 1	+2	+2	+ 2	+3	0	0	+2
Lavorazioni significative per gli impatti <sup>21</sup>	-2	0	- 1	+2	+2	0	+3	0	0	+2
Movimentazione materiale	-1	0	- 1	+2	+2	+ 2	+3	0	0	+2
Flusso mezzi emissivi	- 1	0	- 1	+2	+2	+ 2	+3	0	0	+2

Scala di variazione degli impatti ambientali rispetto allo scenario di progetto definitivo approvato	
-3	Variazione peggiorativa
- 2	Variazione moderatamente peggiorativa
-1	Variazione lievemente peggiorativa
0	Nessuna variazione/nessun impatto sulla componente
+ 1	Variazione lievemente migliorativa
+ 2	Variazione moderatamente migliorativa
+ 3	Variazione migliorativa

**Tabella 64** – Matrice degli impatti: componente salute pubblica

<sup>21</sup> Lavorazioni significative per gli impatti: preparazione area, scavi in terreno, scavi in roccia, riporti, posa in opera prefabbricati, funzionamento impianti di cantiere

## 13. Pressioni e impatti: PAESAGGIO E PATRIMONIO STORICO-CULTURALE

Le valutazioni sviluppate all'interno della presente componente sono di carattere integrativo rispetto al Progetto Definitivo Approvato ed hanno riguardato esclusivamente le porzioni di territorio oggetto della presente variante. Restano valide tutte le valutazioni sviluppate all'interno del Progetto Definitivo approvato al quale si rimanda per completezza.

Sulle restanti parti non interessate dalla presente variante, infatti, gli enti preposti si sono già espressi attraverso le procedure autorizzative già espletate.

Le valutazioni, inoltre, hanno riguardato sia la fase di cantiere che quella di esercizio, fondamentale, quest'ultima per avere un quadro completo e corretto del nuovo quadro percettivo-paesaggistico che si avrà in fase definitiva.

### 13.1 Individuazione degli impatti

#### 13.1.1 Il sistema degli indicatori

Al fine di valutare gli impatti dell'opera sia in fase di cantiere che di esercizio sulla differenti componenti è stato, poi, individuato un sistema di indicatori ambientali rappresentativi della realtà considerata e sensibili agli effetti della realizzazione di questa. Gli indicatori sono stati, poi, organizzati secondo uno schema relazionale, che ha permesso di verificare le loro variazioni rispetto al contesto iniziale, in funzione delle varianti che vengono di volta in volta introdotte secondo quanto previsto dal progetto.

Individuate le caratteristiche fondamentali che devono avere tali indicatori, è stato utile disporli in uno schema di riferimento per l'organizzazione degli stessi in un sistema conoscitivo e previsionale, anche in virtù del monitoraggio che s'intende attuare sull'opera.

I modelli utilizzati per mettere in relazione gli indicatori sono di diverso tipo, in particolare sono stati utilizzati due schemi, quello "base" proposto dall'OCSE, ossia Pressione-Stato-Risposta, e la sua estensione DPSIR (fattori Determinanti, Pressioni, Stato, Impatti, Risposte), sviluppata in ambito EEA2 (European Environment Agency) e adottata dall'ANPA per la costruzione del sistema conoscitivo d'informazione e osservazione per i controlli in campo ambientale.

Al fine di poter operare l'individuazione e la valutazione degli impatti delle opere in progetto ricadenti in territorio italiano, nella presente relazione saranno considerati i cantieri come di seguito elencati:

- Cantiere di imbocco de La Maddalena;
  - ad Ovest del Clarea;
  - ad Est del Clarea.
- Area di Colombera - Parcheggio;
- Area industriale di Salbertrand;
- Cantieri della Piana di Susa:
  - Cantiere "Imbocco Est Tunnel di Base";
  - Cantiere "Area Tecnica di Susa";
  - Cantiere "Interconnessione e area Bussoleno";
- Area di Clarea (ex centrale ventilazione);
- Sito di Caprie;
- Sito di Torrazza.

Le valutazioni effettuate per ciascuna area, utilizzando i 3 indicatori così come definiti di seguito saranno, poi, sintetizzate in una matrice unica che restituirà un valore sintetico qualitativo d'impatto.

- **grado di naturalità/antropizzazione** definisce i significati di naturalità attribuibili ai luoghi, ovvero la percentuale di antropizzazione. Viene definito per assenza di edificazione, infrastrutture, insediamenti, attività agricole/produktive. Le presenze ammesse sono malghe, rifugi e sentieri;
- **grado d'intrusione visiva** definisce l'ingombro fisico di un nuovo intervento e la sua magnitudo vista da un punto di osservazione predeterminato rispetto al contesto in cui l'opera è situata. Dipende dalla distanza dell'oggetto osservato rispetto al soggetto percepente, l'ingombro fisico del nuovo intervento e la frequenza con cui il nuovo oggetto viene osservato;
- **variazione della qualità paesaggistica** definisce le modificazioni del nuovo intervento sul significato e valori del paesaggio individuati nell'unità paesistica senza l'intervento. Dipende dalla perdita dei beni ambientali, della connotazione caratteristica dei luoghi e dall'eventuale peggioramento/miglioramento dell'unità paesistica di riferimento. Dipende, infine, dall'aumento/riduzione del degrado visivo.

La valutazione paesaggistica per gli interventi sul territorio, sono, infatti, legati al rispetto di standard di qualità elaborati sulla base di indicatori. Gli Indicatori d'impatto scelti sono serviti a misurare gli impatti diretti ed indiretti derivanti dall'attuazione di un intervento su quel determinato territorio. I 3 indicatori sono stati prescelti tra quelli dettati all'interno dei documenti che prendono in considerazione la cosiddetta metodologia LEP<sup>22</sup>.

### ***13.1.2 I fattori di pressione***

I fattori di pressione ambientale si possono definire come gli effetti delle singole azioni di progetto sul territorio e sono misurabili esclusivamente in termini di possibili alterazioni dello stato *ante operam* della componente ambientale.

A tal fine è stato utile riconoscere le caratteristiche del progetto e delle opere maggiori sia in fase di cantiere che in fase di esercizio.

La valutazione degli impatti dell'opera sulle aree interessate dalla variante a diversa sensibilità è stata effettuata considerando:

- la specifica azione di progetto causa di impatto;
- il grado di sensibilità dell'ambito operativo impattato;
- gli indicatori prescelti.

### ***13.1.3 Fase di cantiere***

In fase di cantiere gli impatti rilevati saranno a carico delle aree proprio dove saranno localizzati i cantieri nei quali avverranno le diverse lavorazioni inerenti le opere in progetto.

Documenti di riferimento per la stesura del presente capitolo sono stati sicuramente la cosiddetta relazione di cantierizzazione (cfr. PRV\_C3A\_6010: Relazione generale illustrativa lato Italia), la Relazione delle mitigazioni in fase di cantiere (cfr. PRV\_C3C\_7340: Relazione tecnica delle opere a verde di mitigazione e recupero ambientale in fase di cantiere), le Linee Guida del Gruppo di Architettura EAP di cui s'è detto.

<sup>22</sup> Landscape Evaluation Plan

Al fine di poter effettuare una corretta valutazione delle ricadute della variante in oggetto sulla componente in esame, nella presente relazione saranno considerati i cantieri come sopra elencati.

Va, inoltre, detto che oltre alle aree di cantiere vere e proprie nella valutazione sono state prese in considerazione anche le cosiddette aree di lavoro, all'interno delle quali non sono previsti impianti di cantiere sia fissi (lungo viadotti ed edifici tecnici), che mobili (lungo i rilevati e le risistemazioni stradali).

Altri due importanti documenti che danno le indicazioni su tempistiche e fasi di costruzione dell'opera ai quali si è fatto riferimento ed al quale si rimanda, sono il cronoprogramma di costruzione (PRV\_TS3\_C30\_0086: Planning "chemin de fer" di riferimento per la costruzione) e la Planimetria delle fasi di occupazione delle aree di cantiere (PRV\_C3A\_TS3\_6020: Planimetria delle fasi di occupazione delle aree di cantiere).

La valutazione in fase di cantiere per la componente in oggetto, infatti, è stata svolta tenendo conto anche del periodo di permanenza del cantiere. Tuttavia, per semplicità nell'esposizione, in questa sede, è stata considerata esclusivamente la fase di occupazione più estesa in termini di superficie e durata, ovvero la fase più impattante.

Le azioni di progetto, relative a questa fase, che avranno impatti diretti o indiretti sulla componente sono di seguito elencate:

- Occupazione del suolo
- Tempo di occupazione
- Lavorazioni significative per gli impatti<sup>23</sup>
- Movimentazione materiale
- Flusso mezzi emissivi

Sulle azioni selezionate sono stati, quindi, applicati i 3 indicatori prescelti.

Infine, è necessario fare una piccola premessa, esplicitando in maniera schematica i presupposti base sui quali sono state effettuate le valutazioni che verranno esposte di seguito e da ritenersi validi per tutti i cantieri interessati dalla variante:

- così come già descritto nell'ambito del Progetto Definitivo Approvato, al fine di rispettare le prescrizioni del CIPE, si è previsto necessario anticipare il più possibile gli interventi di mitigazione/riqualificazione e ripristino finale, già in fase di cantiere.
- tutte le aree di cantiere saranno perimetrate con una strada ad esclusivo uso delle Forze dell'Ordine per la sicurezza del cantiere chiusa un sistema a doppia recinzione (esternamente c'è una recinzione in Beta-fence su new jersey in cls con una concertina di filo spinato a coronamento, internamente c'è un semplice orso-grill montato su new jersey, entrambe delimitano la viabilità dedicata al passaggio della security).
- solo per le aree di Maddalena e Colombera verranno approfondite anche le rispettive fasi di esercizio con la valutazione delle ricadute sulla componente anche della sistemazione dell'area della Maddalena con la nuova centrale di ventilazione e dei piazzali antistanti al servizio dei mezzi di controllo e manutenzione. Anche per l'area di Salbertrand, si farà, tuttavia, cenno alle ricadute del ripristino del cantiere.
- Si tratta sempre della valutazione degli impatti residui, ovvero post-mitigazione. Per tale ragione, è necessario rimandare alla lettura del TOMO 3 del presente SIA, per

<sup>23</sup> Preparazione area, scavi in terreno, scavi in roccia, riporti, posa in opera prefabbricati,

avere una visione completa anticipata delle mitigazioni che si intende, in generale, adottare per tutti le aree di cantiere.

### 13.2 Valutazione degli impatti

A valle della valutazione del grado di sensibilità delle aree in esame, effettuata nel TOMO 1 del presente SIA, e della presa visione delle mitigazioni descritte nel TOMO 3, si riportano, di seguito, le valutazioni relative (in confronto allo scenario di Progetto Definitivo Approvato) per i diversi cantieri e per l'esercizio dell'area occupata dalla futura centrale di ventilazione della Maddalena e dell'area occupata dal cantiere industriale di Salbertrand.

#### 13.2.1 Fase di cantiere

Rispetto allo scenario di Progetto Definitivo Approvato, le ricadute della variante sulla componente Paesaggio sono legate principalmente ai fattori elencati di seguito e discretizzati per singolo cantiere.

##### Cantiere di imbocco de La Maddalena ad OVEST del Clarea:

- **l'aumento delle dimensioni e dunque del consumo di suolo** dell'area di cantiere, nonostante si vada ad innestare su di un cantiere importante, già in essere da diversi anni. Inoltre, l'estensione del cantiere della Maddalena verso ovest, crea una forte prossimità con l'area sottoposta a vincolo archeologico (D. Lgs. 42/2004, art. 142, comma 1 lett. m), mentre l'estensione verso est, in destra orografica del torrente Clarea, va a localizzarsi all'interno dei 150m di fasce di rispetto dei corsi d'acqua (D.Lgs. 42/2004 art. 142, comma 1 lett. c);
- **la perimetrazione dell'area** di cantiere sarà realizzata con una strada ad esclusivo uso delle Forze dell'Ordine per la sicurezza del cantiere chiusa un sistema a doppia recinzione (esternamente c'è una recinzione in Beta-fence su new jersey in cls con una concertina di filo spinato a coronamento, internamente c'è un semplice orso-grill montato su new jersey, entrambe delimitano la viabilità dedicata al passaggio della security).
- **la nuova viabilità** di collegamento interna ed esterna al cantiere, così come lo spostamento della strada Chiomonte-Giaglione in destra orografica del torrente Clarea e l'inserimento del ponte Bailey (provvisorio) per guardare il torrente che permette il collegamento tra il cantiere ad ovest ed il cantiere della Maddalena ad est del Clarea.
- **percezione visiva:** l'ambito è localizzato al centro di una depressione morfologica compresa in prossimità della confluenza tra il torrente Clarea e la Dora Riparia ed al di sotto del viadotto autostradale della a32 (viadotto Clarea), le cui pile hanno un'altezza superiore a 35 m;
- **durata del cantiere:** circa 10 e ½ anni

Tutti gli interventi elencati provocheranno un aumento di consumo di suolo e, dunque, del grado d'antropizzazione dell'area interessata, nonché del grado d'intrusione visiva, sebbene a causa della localizzazione del cantiere così come sopra descritta, si preveda una media percezione sia statica che dinamica di tali variazioni. Globalmente si avrà una variazione moderatamente peggiorativa della qualità paesaggistica.

##### Cantiere di imbocco de La Maddalena ad EST del Clarea:

- **la localizzazione della nuova area di cantiere e dunque del consumo di suolo** verso est in sx orografica del torrente Clarea, oltre che va a localizzarsi all'interno dei 150m di fasce di rispetto corsi d'acqua (D. Lgs. 42/2004 art. 142, comma 1 lett. c);

- **la perimetrazione dell'area** di cantiere sarà realizzata con una strada ad esclusivo uso delle Forze dell'Ordine per la sicurezza del cantiere chiusa un sistema a doppia recinzione (esternamente c'è una recinzione in Beta-fence su new jersey in cls con una concertina di filo spinato a coronamento, internamente c'è un semplice orso-grill montato su new jersey, entrambe delimitano la viabilità dedicata al passaggio della security).
- **la nuova viabilità** di collegamento esterna al cantiere, ovvero lo spostamento della strada Chiomonte-Giaglione in destra orografica del torrente Clarea e l'inserimento del ponte Bailey (provvisorio) per guardare il torrente che permette il collegamento tra il de La Maddalena cantiere ad ovest ed est del Clarea.
- **lo stoccaggio temporaneo del materiale** proveniente dallo scavo delle due gallerie (Maddalena 1 e Maddalena 2) sebbene va precisato che sarà sormontato da una copertura metallica piana (si tratta di una struttura temporanea leggera e dunque poco impattante) che ne impedisca la dispersione in atmosfera
- **percezione visiva:** l'ambito è localizzato al centro di una depressione morfologica compresa in prossimità della confluenza tra il torrente Clarea e la Dora Riparia ed al di sotto del viadotto autostradale della a32 (viadotto Clarea), le cui pile hanno un'altezza superiore a 35 m;
- **durata del cantiere:** circa 10 e ½ anni

Tutti gli interventi elencati provocheranno un aumento di consumo di suolo e, dunque, del grado d'antropizzazione dell'area interessata, nonché del grado d'intrusione visiva, sebbene a causa della localizzazione del cantiere così come sopra descritta, si preveda una media percezione sia statica che dinamica di tali variazioni. Globalmente si avrà una variazione moderatamente peggiorativa della qualità paesaggistica.

Di seguito alcune immagini schematiche:

1 – UFFICI DI CANTIERE	21 – STAZIONE DI BETONAGGIO
2 – GUARDIANIA	22 – STOCCAGGIO SMARINO
3 – SPOGLIATOIO	24 – IMPIANTO LAVAGGIO MEZZI DI CANTIERE
4 – INFERMERIA	32 – IMPIANTO PREFABBRICAZIONE CONCI
5 – LOCALE di ACCOGLIENZA	33 – AREA STOCCAGGIO CONCI
13 – CABINA CONSEGNA ENEL O CABINE DI DISTRIBUZIONE	35 – GRUPPI ELETTROGENI
14 – CABINA DI TRASFORMAZIONE PER SERVIZI IN GALLERIA	37 – VENTOLINO AERAZIONE
15 – IMPIANTO ARIA INDUSTRIALE (LOCALE COMPRESSORI + CISTERNA)	42 – STOCCAGGIO INERTI
16 – IMPIANTO ACQUA INDUSTRIALE	43 – STOCCAGGIO PROVVISORIO E CARATTERIZZAZIONE SMARINO
17 – IMPIANTO DI TRATTAMENTO ACQUE	45 – LABORATORIO DI ANALISI CAMPIONI DI SMARINO

*Figura 62 – Legenda cantiere di imbocco de la "Maddalena (vedi Tavola Figura 64)*



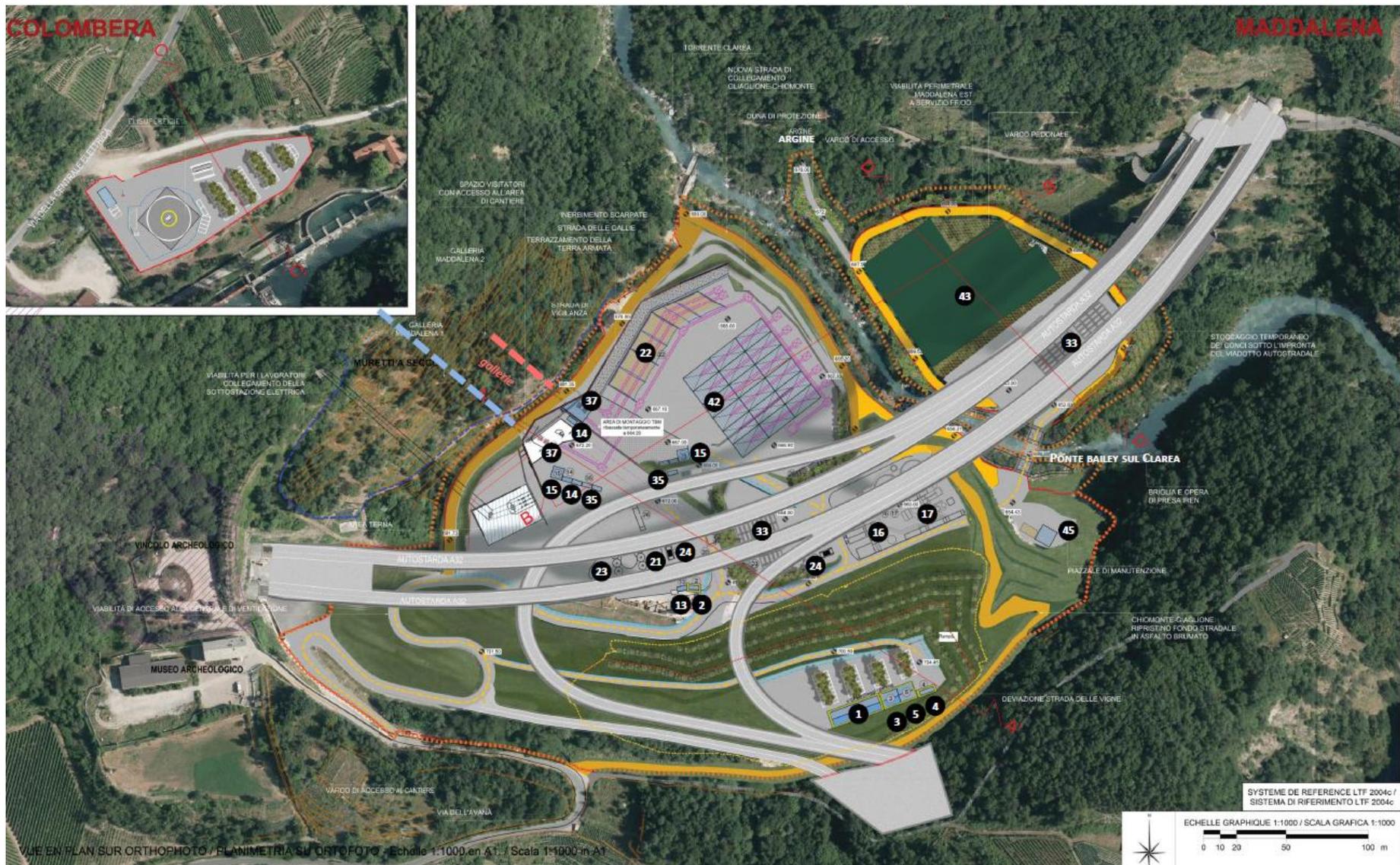


Figura 64 – PRV\_TS3\_C3C\_7400: Interventi temporanei e definitivi anticipati in fase di cantiere: Maddalena - Planimetria e sezioni

### Area Colombera - parcheggio:

- **la localizzazione della nuova area di parcheggio** è posta a sud-ovest, in sx orografica della Dora Riparia, è localizzata all'interno dei 150m di fasce di rispetto corsi d'acqua (D. Lgs. 42/2004 art. 142, comma 1 lett. c);
- **la perimetrazione dell'area** di parcheggio sarà realizzata con una strada ad esclusivo uso delle Forze dell'Ordine per la sicurezza chiusa un sistema a doppia recinzione (esternamente c'è una recinzione in Beta-fence su new jersey in cls con una concertina di filo spinato a coronamento, internamente c'è un semplice orso-grill montato su new jersey, entrambe delimitano la viabilità dedicata al passaggio della security).
- **durata della destinazione a parcheggio:** circa 8 anni

Gli interventi elencati provocheranno un aumento, seppur limitato, di consumo di suolo e, dunque, del grado d'antropizzazione dell'area interessata, nonché del grado d'intrusione visiva dell'opera da parte dei fruitori. Tutto ciò provocherà, globalmente una variazione lievemente peggiorativa della qualità paesaggistica.



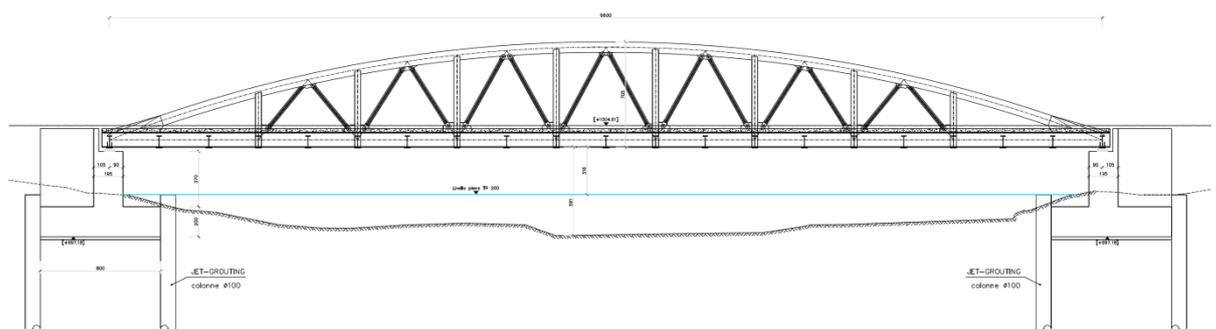
*Figura 65 – Area di parcheggio di Colombera*

### Area industriale di Salbertrand:

- **la localizzazione dell'area di caricamento su treno e dell'area industriale** a supporto dei cantieri per la costruzione delle opere in sotterraneo e delle opere a cielo aperto, nonostante s'inserisca in un'area già discretamente antropizzata e dunque compromessa (siamo nell'area lungo il fascio binari e della stazione della linea ferroviaria Torino-Modane): l'impianto di frantumazione e valorizzazione per la produzione degli aggregati, l'impianto per la prefabbricazione dei conci e l'area di carico per l'evacuazione del marino mediante treno. In maniera diversa i diversi impianti sono localizzati, in parte, all'interno dei 150 di fasce di rispetto corsi d'acqua

(D.Lgs. 42/2004 art. 142, comma 1 lett. c) e delle fasce di rispetto ferroviaria e stradale (SS24);

- l'area industriale, dallo studio delle **fasce PAI dell'Autorità di Bacino**, si trova in parte **all'interno di una fascia B di esondazione**, ossia con tempo di ritorno di 200 anni. Al fine di garantire la corretta progettazione del cantiere in sicurezza, tutti i principali impianti e le principali utenze presenti sul cantiere saranno tenute sopraelevate di **1,00 m** rispetto alla quota prevista di esondazione. I muretti demandati a tale funzione saranno realizzati longitudinalmente rispetto alla direzione di deflusso del fiume per garantire la trasparenza all'eventuale passaggio dell'acqua. In analogia al posizionamento degli impianti saranno rese trasparenti al passaggio dell'acqua anche le recinzioni esterne di cantiere poste a ridosso delle zone che potrebbero essere interessate da un'eventuale piena del fiume.
- I silos di stoccaggio dello smarino ed inerti saranno posizionati su strutture sopraelevate con piloni di fondazione di altezza superiore ai **3,00 m** per permettere il caricamento dei camion.
- **trasporto del materiale**: l'approvvigionamento dei materiali da costruzione e il trasporto dei materiali di scavo all'area industriale di Salbertrand sarà realizzata su gomma, utilizzando la viabilità autostradale. Il trasporto internamente all'area di cantiere avverrà anche a mezzo di nastri trasportatori chiusi ed insonorizzati'.
- la **nuova viabilità** di collegamento interna ed esterna al cantiere e l'inserimento del ponte in cassoni di cls precompresso (provvisorio) per guardare il la Dora Riparia e che permette l'accesso dallo svincolo autostradale di Salbertrand all'area di lavoro.
- la **perimetrazione dell'area** industriale sarà realizzata con una strada ad esclusivo uso delle Forze dell'Ordine per la sicurezza del cantiere chiusa un sistema a doppia recinzione (esternamente c'è una recinzione in Beta-fence su new jersey in cls con una concertina di filo spinato a coronamento, internamente c'è un semplice orso-grill montato su new jersey, entrambe delimitano la viabilità dedicata al passaggio della security).
- il **nuovo ponte in ferro** sulla Dora: sarà eseguito al servizio dell'area industriale.



*Figura 66 – Ponte sulla Dora: sezione longitudinale*



*Figura 67 – Ponte sulla Dora: suggestione*

- **durata del cantiere:** circa 8 anni.

Tutti gli interventi elencati provocheranno un aumento di consumo di suolo e, dunque, del grado d'antropizzazione dell'area interessata, nonché del grado d'intrusione visiva, sebbene a causa della localizzazione del cantiere così come sopra descritta, si preveda una media percezione sia statica che dinamica di tali variazioni. Globalmente si avrà una variazione moderatamente peggiorativa della qualità paesaggistica.

Di seguito alcune immagini schematiche:

1 – UFFICI	19 – IMPIANTO DISTRIBUZIONE GASOLIO SOSPESO (CON BACINO DI RITENZIONE)
2 – GUARDIANIA	22 – STOCCAGGIO AGGREGATI CLS
3 – SPOGLIATOIO	24 – IMPIANTO LAVAGGIO MEZZI DI CANTIERE
4 – INFERMERIA	25 – IMPIANTO LAVAGGIO RUOTE
5 – LOCALE di ACCOGLIENZA	29 – IMPIANTO DI VALORIZZAZIONE
8 – OFFICINA + DEPOSITI OLI, GRASSI (CON BACINO DI RITENZIONE)	32 – IMPIANTO PREFABBRICAZIONE CONCI
9 – OFFICINA ELETTRICA + DEPOSITO CAVI	33 – AREA STOCCAGGIO CONCI CON CARROPONTE
10 – MAGAZZINO	34 – AREA STOCCAGGIO MATERIALE PRE-VALORIZZAZIONE
13 – CABINA CONSEGNA ENEL O CABINE DI DISTRIBUZIONE	35 – GRUPPI ELETTROGENI
17 – IMPIANTO DI TRATTAMENTO ACQUE	39 – FASCIO MANUTENZIONE/RICOVERO TRENINI + OFFICINA
19 – IMPIANTO DISTRIBUZIONE GASOLIO SOSPESO (CON BACINO DI RITENZIONE)	41 – IMPIANTO DI CARICAMENTO SU TRENO
	44 – DUNE DI SCOTICO

*Figura 68 – Legenda dell'area industriale di Salbertrand (vedi Tavola Figura 69)*

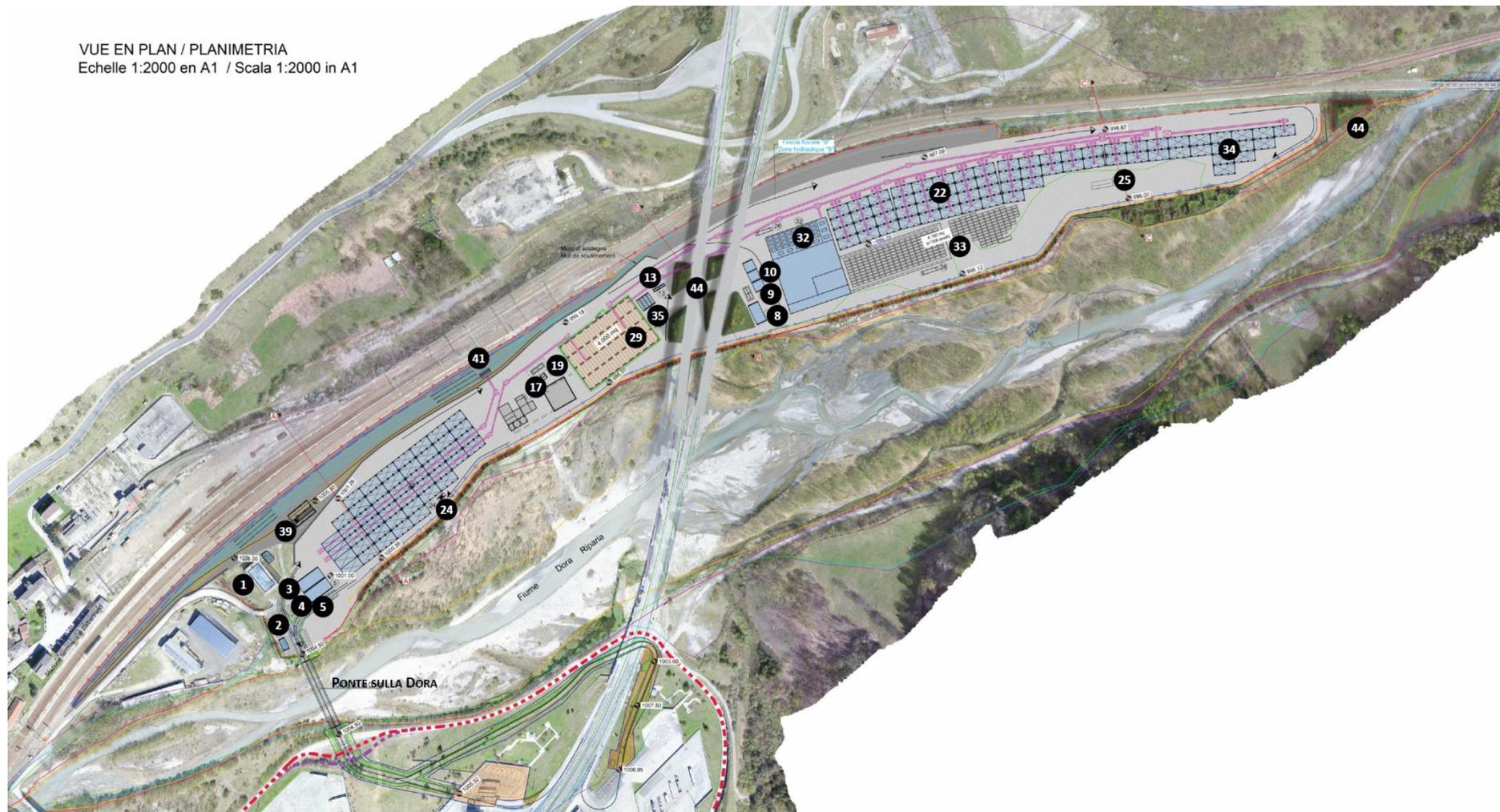


Figura 69 - PRV\_TSE3\_C3C\_7402: Interventi temporanei e definitivi anticipati in fase di cantiere: Salbertrand - Planimetria e sezioni

### Piana di Susa:

In linea generale, in quest'area, va detto che le ricadute della variante saranno positive e, per lo più legate alla forte riduzione delle attività di cantiere e del tempo di occupazione a fronte di un'invariabilità delle superfici occupate che resteranno le stesse del Progetto Definitivo Approvato.

Al fine di poter effettuare una corretta valutazione delle ricadute della variante in oggetto sulla componente in esame, tuttavia è necessario rivedere gli ambiti della Piana di Susa accorpendo strategicamente quelli nei quali era stata scomposta in sede di Progetto definitivo approvato. Partendo, dunque, dalla scomposizione effettuata per quegli ambiti si è scelto, questa volta, di compattare gli ambiti da 1-5 nella “Zona Imbocco Est TdB”, 6 “Area Tecnica di Susa”, 7-11 “Interconnessione e area Bussoleno”.

Rispetto allo scenario di Progetto Definitivo Approvato, è necessario esplicitare alcuni presupposti base da ritenersi validi per questi cantieri interessati dalla variante:

- **lo spostamento dell'area industriale** e del caricamento su treno a Salbertrand;
  - **spostamento in avanti nel tempo** delle opere della Piana e del Tunnel di Interconnessione; le opere sono previsti a partire da T0+37 mesi;
  - recepimento, ove possibile, delle indicazioni degli studi di sicurezza redatti da NITEL;
  - **la perimetrazione dell'area** di cantiere sarà realizzata con una strada ad esclusivo uso delle Forze dell'Ordine per la sicurezza del cantiere chiusa un sistema a doppia recinzione (esternamente c'è una recinzione in Beta-fence su new jersey in cls con una concertina di filo spinato a coronamento, internamente c'è un semplice orso-grill montato su new jersey, entrambe delimitano la viabilità dedicata al passaggio della security). Al fine di mitigare l'impatto visivo del sito rispetto al contesto paesaggistico, la recinzione più esterna sarà mitigata da una fascia di arbusti misti di specie autoctone.
- Cantiere “Imbocco Est Tunnel di Base”:
- **lo scavo del TdB** è spostato nell'area di cantiere di imbocco de La Maddalena e di conseguenza non sono più previste in quest'area tutte le lavorazioni ad esso connesso;
  - **il trasporto di aggregati** all'impianto di betonaggio in corrispondenza dell'imbocco sarà garantito da trasporti su gomma, analogamente anche lo smarino per le attività di preparazione dell'imbocco verrà evacuato via camion, dunque non sarà più necessario il trasporto del materiale su nastri trasportatori;
  - il cantiere in oggetto è finalizzato unicamente alla **costruzione della galleria artificiale** di imbocco, ove giungeranno le due frese di scavo del tunnel di base, dunque le lavorazioni legato ad esso resteranno invariate;
  - la durata sarà di circa **1 anno** (Progetto Definitivo Approvato: 8 anni).

La nuova configurazione di cantiere, alleggerirà, in parte, l'area in oggetto, portando con sé una riduzione della percezione visiva del cantiere, nonché del grado d'intrusione visiva e, dunque, di una variazione moderatamente migliorativa della qualità paesaggistica.

- Cantiere “Area Tecnica di Susa”:
- A sud del cantiere si prevede, comunque, l'anticipazione di una porzione dell'Agriparco della Dora. Tale area farà parte dell'Agriparco della Dora realizzato in fase finale/definitiva, rappresentato graficamente negli elaborati di Progetto Definitivo Approvato (PD2-C3C-TS3-0204: Planimetria di dettaglio dell'Agriparco della Dora e descritto nell'elaborato PD2-C3C-TS3-0206: Relazione tecnica descrittiva degli interventi connessi all'Agriparco della Dora).

- presenza di un'area completamente asfaltata a disposizione dei cantieri di scavo e di costruzione;
- la durata sarà di circa **6 e ½ anni** (Progetto Definitivo Approvato: 8 anni)

La nuova configurazione di cantiere, alleggerirà, in maniera corposa, l'area in oggetto, portando con sé una riduzione consistente della percezione visiva del cantiere, nonché del grado d'intrusione visiva e, dunque, una variazione positiva della qualità paesaggistica.

- Cantiere "Interconnessione e area Bussoleno":
  - l'estensione delle aree di cantiere e le lavorazioni connesse restano per lo più invariate, rispetto al Progetto Definitivo Approvato;
  - la durata sarà di circa **5 anni** (Progetto Definitivo Approvato: 9 anni)

Per tale ragione, si può valutare che la variante in oggetto non avrà importanti ricadute sulla componente paesaggio.

#### Area di Clarea (ex centrale ventilazione):

Lo spostamento della centrale di ventilazione nell'area della Maddalena implica il non utilizzo delle aree localizzate in alta Val Clarea, un'area caratterizzato, come spiegato bene nell'ambito delle analisi svolte nel Progetto Definitivo Approvato, da un alto grado di sensibilità paesaggistica, dovuto alla sua localizzazione in un'ambiente montano caratterizzato dalla presenza di ambienti a elevata naturalità, e dal punto di vista storico-culturale dalla vicinanza al villaggio alpino di san Giacomo e dalla presenza di alcuni massi erratici.

Per tali ragioni, dunque, si valuta una variazione migliorativa della qualità paesaggistica.

#### Siti di Caprie e Torrazza

Per quanto concerne la fase di cantiere, ad oggi, si può valutare che la variante in oggetto non avrà nessuna ricaduta sulla componente paesaggio.

#### **13.2.2 Sintesi delle valutazioni**

Riassumendo si può affermare che rispetto allo scenario del Progetto Definitivo Approvato l'impatto maggiore si avrà nelle aree della Maddalena e di Salbertrand.

L'area della Maddalena, infatti, si presenta come un'area caratterizzato da un buona sensibilità paesaggistica dovuta al patrimonio storico-culturale presente sulla quale andrà ad insistere il cantiere principale dell'opera che nel nuovo scenario va ad aumentare la sua estensione sia nelle zone ad est che ad ovest sebbene parte di quest'area sia, ad oggi, già occupata dal cantiere del cunicolo esplorativo de La Maddalena e dunque già compromessa.

L'area di Salbertrand, invece, si presenta, come detto, già fortemente compromessa dalle attività presenti, tuttavia è caratterizzata dalla presenza di numerosi ricettori visivi, trovandosi in area urbana.

I restanti cantieri avranno un impatto meno significativo sulla rispettiva aree sulle quali vanno ad insistere in quanto ne saranno alleggerite come nel caso della Piana di Susa.

I cantieri dei siti di Caprie e Torrazza non subiranno alcuna modificazione e, dunque, le aree da essi occupate non subiranno, globalmente, alcuna variazione della qualità paesaggistica.

La durata del cantiere di Caprie sarà di circa **5 anni** (Progetto Definitivo Approvato: 8 anni).

La durata del cantiere di Torrazza sarà di circa **9 anni** (Progetto Definitivo Approvato).

### *13.2.2.1 Fase di esercizio*

#### CANTIERE DI IMBOCCO DE LA MADDALENA

Rispetto allo scenario di Progetto Definitivo Approvato, le ricadute della variante sulla componente Paesaggio legate al progetto della centrale di ventilazione della Maddalena e del loro inserimento paesaggistico, sono legate principalmente ai fattori elencati di seguito (per i dettagli vedi TOMO 3 del presente SIA):

- **lo spostamento della centrale di ventilazione dalla Val Clarea** (soluzione di Progetto definitivo Approvato): l'area occupata dalla centrale di ventilazione e le aree esterne a servizio occuperanno una superficie molto più ampia (quasi il doppio del Progetto definitivo Approvato);
- **maggiore altezza del manufatto** data dai camini per la presa/mandata dell'aria e dei fumi;
- **soluzione progettuale semi-ipogea** per la centrale di ventilazione;
- **messa in opera di un vallo paramassi** a monte della centrale di ventilazione;
- **nuova viabilità** di esercizio;
- **ripristino e valorizzazione della rete sentieristica** in linea con gli obiettivi e le azioni del PPR;
- **inserimento paesaggistico della centrale di ventilazione e ripristino area di cantiere di imbocco de La Maddalena ad OVEST del Clarea;**
- **ripristino area di cantiere di imbocco de La Maddalena ad EST del Clarea;**
- **ripristino area di parcheggio di Colombera;**
- **percezione visiva:** l'ambito è localizzato al centro di una depressione morfologica compresa in prossimità della confluenza tra il torrente Clarea e la Dora Riparia ed al di sotto del viadotto autostradale della A32 (viadotto Clarea), le cui pile hanno un'altezza superiore a 35 m;

Tutti gli interventi elencati provocheranno un contenuto aumento di consumo di suolo e, dunque, del grado d'antropizzazione dell'area interessata, nonché del grado d'intrusione visiva, in quanto va considerato che a causa della localizzazione in una conca, come sopra descritta, si preveda una media percezione statica e dinamica. In generale si prevede un innalzamento della qualità paesaggistica.

Si è avuta cura di progettare i ripristini e le sistemazioni finali in maniera da aumentare la qualità paesaggistica globale dell'area interessata dai cantieri e dunque averne una variazione positiva.

#### AREA INDUSTRIALE DI SALBERTRAND

Le ricadute della variante sulla componente Paesaggio legate al ripristino dell'area industriale di Salbertrand e del suo inserimento paesaggistico, sono legate principalmente ai fattori elencati di seguito (per i dettagli vedi TOMO 3 del presente SIA):

- ripristinate con la morfologia dell'*ante operam* e con una destinazione di tipo naturalistico, mediante l'impiego di specie arbustive pioniere tipiche del contesto locale.
- ripristino della viabilità di cantiere e della vegetazione ripariale della Dora all'altezza del ponte Bailey che sarà rimosso in fase di dismissione del cantiere.

A seguito di tali scelte, in generale, si prevede un innalzamento della qualità paesaggistica del contesto, al termine del cantiere; risulta infatti migliorativo per l'intera area il ripristino

naturalistico suddetto, considerato l'elevato pregio naturalistico del greto della Dora e la presenza del Parco Gran Bosco di Salbertrand.

### **13.3 Confronto con lo scenario del progetto definitivo approvato**

In fase di cantiere, in generale, rispetto al progetto di Progetto Definitivo Approvato, la variazione moderatamente peggiorativa per la componente in oggetto è valutato sull'area della Maddalena. Riassumiamo brevemente le motivazioni che sono, tuttavia, ben dettagliate nei paragrafi precedenti ai quali rimandiamo.

#### **Progetto in variante**

La Maddalena è, infatti, un'area che a fronte di una media sensibilità paesaggistica dovuta più che altro alla presenza di un patrimonio storico-culturale ed agricolo diffuso ha subito un deciso aumento di consumo di suolo e, dunque, del grado d'antropizzazione, nonché del grado d'intrusione visiva.

Anche sull'area di Salbertrand si valuta un impatto moderatamente peggiorativo che dipende, tuttavia, da fattori differenti. A fronte, infatti di una medio-bassa sensibilità paesaggistica (un'area vincolata, tuttavia, è localizzata proprio a ridosso dell'area industriale) in quest'area si localizzeranno l'area caricamento su treno e l'area industriale a supporto dei cantieri per la costruzione delle opere in sotterraneo e delle opere a cielo aperto, ovvero l'area industriale.

A compensazione di queste valutazioni si può affermare che l'area di Clarea sarà non sarà più utilizzata, e questo comporta un annullamento degli impatti in quest'area di importante valore dal punto di vista naturalistico (cfr. Progetto Definitivo Approvato).

#### **Progetto non variato**

Gli impatti sulla Piana di Susa, inoltre, subiranno una decisiva diminuzione, soprattutto sull'Area Tecnica, dove in Progetto Definitivo Approvato gravava il cantiere industriale, spostato a Salbertrand in questa variante.

I siti di Caprie e Torrazza non subiranno modifiche di progetto significative, per questa ragione l'impatto sulla componente è stato valutato pari a zero.

Cadre sur l'environnement – Volume 2 - Analyse des impacts / Quadro di riferimento ambientale - Tomo 2 - Analisi degli impatti

FASE DI CANTIERE										
Componente in analisi	Salbertrand	Colombera	Maddalena	Piana di Susa			Clarea	Sito di Caprie	Sito di Torrazza P.te	Cavidotto
				Zona Imbocco Est TdB	Area Tecnica di Susa	Interconnessione e area Bussoleno				
PAESAGGIO										
<i>Occupazione suolo</i>	-1	-1	-2	0	+2	0	+3	0	0	+2
<i>Tempo occupazione</i>	-2	-1	-2	+2	+2	+1	+3	0	0	+2
<i>Lavorazioni significative per gli impatti<sup>24</sup></i>	-2	0	-1	+2	+2	0	+3	0	0	+2
<i>Movimentazione materiale</i>	-2	0	-2	+1	+2	0	+3	0	0	+2
<i>Flusso mezzi emissivi</i>	-3	-1	-2	+1	-1	-1	+3	0	0	+2

Scala di variazione degli impatti ambientali rispetto allo scenario di progetto definitivo approvato	
-3	Variazione peggiorativa
-2	Variazione moderatamente peggiorativa
-1	Variazione lievemente peggiorativa
0	Nessuna variazione/nessun impatto sulla componente
+1	Variazione lievemente migliorativa
+2	Variazione moderatamente migliorativa
+3	Variazione migliorativa

*Tabella 65 – Matrice degli impatti: componente paesaggio e patrimonio storico-culturale*

<sup>24</sup> *Lavorazioni significative per gli impatti: preparazione area, scavi in terreno, scavi in roccia, riporti, posa in opera prefabbricati, funzionamento impianti di cantiere*

## **14. Tabella di sintesi della variazione degli impatti ambientali rispetto al Progetto Definitivo approvato**

Quale conclusione della fase di analisi e valutazione del quadro ambientale, è stata predisposta una sintesi delle matrici di impatto elaborate per ciascuna componente ambientale secondo la metodologia descritta nel tomo I e nei capitoli introduttivi del presente tomo II.

Quest'ultima matrice di sintesi ha l'obiettivo di rappresentare gli impatti sia per componente disciplinare che cumulativi per area di studio. Essa fornisce pertanto una rappresentazione grafica globale delle variazioni di impatto rispetto alla configurazione di cantierizzazione di cui al progetto definitivo approvato. La lettura di tale matrice, costituendo sintesi e aggregazione del lavoro svolto, va in ogni caso letta unitamente ai testi ed ai singoli approfondimenti svolti per ogni componente ambientale.

Come si può notare, la matrice conclusiva evidenzia lo “spostamento” della previsione di impatti ambientali sul territorio quale logica conseguenza dello spostamento delle pressioni di progetto dalla piana di Susa alle aree di cantiere poste nei comuni di Chiomonte e Salbertrand nonché l'eliminazione in Val Clarea. Sono altresì evidenti le aree di invarianza quali i siti di recupero e valorizzazione ambientale di Caprie e Torrazza.

Nessuna delle nuove situazioni analizzate (Salbertrand e estensione Maddalena) mostra impatti puntuali o critici tali da determinare esigenze mitigative tipologicamente diverse o di entità maggiore rispetto allo scenario del progetto definitivo approvato. L'estensione a tali aree di azioni di prevenzione e mitigazione già previste nel progetto definitivo approvato sono pertanto considerabili come adeguate e oggetto del tomo III. Per quanto riguarda La Maddalena gli impatti conseguenti allo scavo del cunicolo esplorativo risultano inoltre misurati mediante le attività di monitoraggio e la previsione qui svolta si fonda sul mantenimento del medesimo approccio di prevenzione e mitigazione.

La sintesi conclusiva della matrice posta nei riquadri evidenziati (ossia quella di una situazione lievemente migliorativa della variante) deriva dalle considerazioni sopra esposte e dalla valenza strategica attribuita ai benefici di riduzione di impatto in una zona più abitata e nel contempo rilevante sul piano naturalistico come la piana di Susa e suoi versanti. Lo spostamento di lavorazioni in territori di grande vocazione agro-forestale è prevista infatti con modesta estensione di aree già attualmente di cantiere o industriali (La Maddalena e Salbertrand), quindi predisposte a tale utilizzo. Il ritorno di esperienza dello scavo del cunicolo esplorativo de La Maddalena fornisce inoltre la dimostrazione di come una attenta gestione ambientale dei lavori abbia evitato il manifestarsi di ogni tipo di criticità sia sul sistema antropico che su quello naturale del territorio interessato.

In tale bilancio globale gioca infine un ruolo rilevante l'eliminazione di ogni intervento (in fase di cantierizzazione e di esercizio finale) in val Clarea e l'opportunità di riqualificazione naturalistica a Salbertrand, con recupero di suolo degradato nell'area industriale sopra evidenziata.

FASE DI CANTIERE											
Componenti	Siti nuovi		Siti già presenti							Valutazione complessiva per componente	
	Salbertrand	Colombera	Maddalena	Piana di Susa			Clarea	Sito di Caprie	Sito di Torrazza P.te		Cavidotto
				Zona Imbocco Est TdB	Area Tecnica di Susa	Interconnessione e area Bussoleno					
Sottosuolo											
Rischio idrogeologico											
Ambiente idrico sotterraneo											
Ambiente idrico superficiale											
Atmosfera											
Rumore											
Vibrazioni											
Campi elettromagnetici	n.a. (*)	n.a. (*)		n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)	n.a. (*)
Flora, Vegetazione											
Fauna											
Ecosistemi											
Suolo											
Paesaggio e patrimonio storico culturale											
Salute pubblica											
<b>VALUTAZIONE CUMULATIVA PER AREA DI STUDIO</b>											

Tabella 66 – Tabella di sintesi della variazione degli impatti ambientali rispetto al Progetto Definitivo approvato

(\*) Zona non interessata, in fase di cantierizzazione, da opere progettuali che si configurano quali potenziali sorgenti di campi ELF.(\*\*) Nello scenario di costruzione, il cavidotto non risulta attivo (nello scenario di esercizio, invece, in relazione al cavidotto ed alla componente campi elettromagnetici, si ha una variazione molto migliorativa).

Scala di variazione degli impatti ambientali rispetto allo scenario di progetto definitivo approvato	
-3 ≥ x > -2	Variazione peggiorativa
-2 ≥ x > -1	Variazione moderatamente peggiorativa
-1 ≥ x > 0	Variazione lievemente peggiorativa
0	Nessuna variazione
0 < x ≤ 1	Variazione lievemente migliorativa
1 < x ≤ 2	Variazione moderatamente migliorativa
2 < x ≤ 3	Variazione migliorativa