

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCOSEREVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE – REVISIONE DEL
PROGETTO DEFINITIVO
CUP C11J05000030001

ECHANGEUR DE LA MADDALENA - SVINCOLO DE LA MADDALENA

APPROFONDISSEMENT SPÉCIFIQUE SUR LES ÉMISSIONS DANS L'ATMOSPHÈRE-
APPROFONDIMENTO SPECIFICO DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA

RAPPORT - RELAZIONE

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérfié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	09/01/2013	Première diffusion / Prima emissione	L.BARBERIS (MUSINET)	C.GIOVANNETTI (MUSINET)	M.BERTI (SITAF)
A	08/03/2013	Revision suite aux commentaires LTF / Revisione a seguito commenti LTF	L.BARBERIS (MUSINET)	C.GIOVANNETTI (MUSINET)	M.BERTI (SITAF)

CODE DOC	P	D	2	C	3	C	M	U	S	0	4	0	0	A
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3C	//	//	01	96	92	10	07
------------------------------	------------	----	----	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

ECHELLE / SCALA

SOMMAIRE / INDICE

RESUME/RIASSUNTO	5
1. PREMESSA	6
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	6
2.1 La normativa a livello nazionale.....	6
2.2 Normativa regionale	14
2.2.1 Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria (2004).....	15
3. STATO ATTUALE	17
3.1 Caratteristiche meteo-climatiche dell'area	17
3.1.1 Stazione di Val Clarea – Banca dati meteorologica ARPA Piemonte.....	17
3.1.2 Ricostruzione dei campi di vento sul territorio della Provincia di Torino.....	20
3.2 Attuali livelli di inquinamento.....	25
3.2.1 Centraline della qualità dell'Aria delle Provincia di Torino.....	25
3.2.2 Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (IREA)	26
3.2.3 Esiti dei rilievi del Piano di Monitoraggio Ambientale relativo alla realizzazione del "Cunicolo esplorativo la Maddalena"	30
3.3 Analisi del sistema edificato	35
3.4 Conclusioni operative	37
4. ANALISI DEGLI IMPATTI NELLA FASE DI REALIZZAZIONE	38
4.1 Descrizione delle attività	38
4.2 Individuazione dei fattori di impatto	39
4.2.1 Generalità.....	39
4.2.2 Analisi e descrizione dei fenomeni	41
4.2.3 Piste e piazzali pavimentati e non pavimentati	41
4.2.4 Piste di cantiere – non asfaltate.....	42
4.2.5 Transito di mezzi di cantiere su strade asfaltate	42
4.2.6 Trasporto di materiale	43
4.2.7 Stoccaggio di materiale.....	44
4.2.8 Realizzazione di paratie/pali	46
4.3 Definizione delle emissioni determinate dalle attività di cantiere.....	47
4.4 Interventi mitigativi per la componente atmosfera.....	49
4.4.1 Interventi di carattere generale.....	49
4.4.2 Adeguata scelta delle macchine operatrici.....	50
4.4.3 Impianti di bagnatura	52
4.4.4 Sistemi di lavaggio dei pneumatici e pulizia strade.....	53
4.5 Conclusioni.....	56
5. ANALISI DEGLI IMPATTI NELLA FASE DI ESERCIZIO	57
5.1 Fase di cantiere della nuova linea Torino-Lione	57
5.1.1 Emissioni legate al trasporto su gomma	58
5.1.2 Emissioni connesse ai percorsi casa/lavoro delle maestranze	62
5.2 Fase di esercizio della nuova linea Torino-Lione.....	62

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Zone di Piano e Zone di Mantenimento dei comuni interessati dall'opera	17
Figura 2 – Caratteristiche della Stazione di Val Clarea	18
Figura 3 – Andamento temperature medie mensili – Stazione di Val Clarea 1999÷2011	19
Figura 4 – Temperature MAX, MIN, MED annuali – Stazione di Val Clarea 1999÷2011	19
Figura 5 – Andamento precipitazione media mensile – Stazione di Val Clarea 1999÷2011 .	19
Figura 6 – Precipitazione annuale – Stazione di Val Clarea 1999÷2011	20
Figura 7 – Banca Dati Campi di Vento Provincia di Torino - Temperatura	22
Figura 8 – Banca Dati Campi di Vento Provincia di Torino - Direzione Vento	22
Figura 9 – Banca Dati Campi di Vento Provincia di Torino - Velocità Vento	22
Figura 10 – Banca Dati Campi di Vento Provincia di Torino - Anemologia stagionale	23
Figura 11 – Banca Dati Campi di Vento Provincia di Torino - Classi di stabilità	24
Figura 12 – Banca Dati Campi di Vento Provincia di Torino - Altezza di rimescolamento .	24
Figura 13 – Banca Dati Campi di Vento Provincia di Torino - Radiazione Totale	24
Figura 14 – Centralina della Qualità dell'Aria di Susa	26
Figura 15 – IREA 2007 - GIAGLIONE	28
Figura 16 – IREA 2007 - CHIOMONTE	29
Figura 17 – Postazione A5.4 del PMA per la realizzazione del "Cunicolo esplorativo la Maddalena"	31
Figura 18 – Esiti campagna di monitoraggio 16/03/2012 ÷ 5/04/2012 – I CAMPAGNA	32
Figura 19 – Esiti campagna di monitoraggio 29/06/2012 ÷ 19/07/2012 – II CAMPAGNA ..	33
Figura 20 – Esiti campagna di monitoraggio 18/09/2012 ÷ 08/10/2012 – III CAMPAGNA.	34
Figura 21 – Ricettori prossimi all'area di cantiere	36
Figura 22 – crinale che delimita la morfologia	36
Figura 23 – Tracciamento opera in progetto	38
Figura 24 – Cause di deposizione e rimozione di materiale polverulento su strade asfaltate.	43
Figura 25 – Attività con potenziale emissione di polveri significativa	48
Figura 26 – Attività con potenziale emissione di polveri di media intensità	48
Figura 27 – Esempio di corretto svolgimento delle attività di carico con pala meccanica	49
Figura 28 – Coefficienti di emissione Pm10 veicoli diesel commerciali pesanti (Copert IV)	50
Figura 29 – Coefficienti di emissione NOx veicoli diesel commerciali pesanti (Copert IV).	51
Figura 30 – Coefficienti di emissione NMVOC veicoli diesel commerciali pesanti (Copert IV)	51
Figura 31 – Coefficienti di emissione Pm10 veicoli OFF-ROAD (fonte EMEP/EEA	51
Figura 32 – Coefficienti di emissione NOx veicoli OFF-ROAD (fonte EMEP/EEA)	51
Figura 33 – Coefficienti di emissione NMVOC veicoli OFF-ROAD (fonte EMEP/EEA)	51
Figura 34 – Esempi di macchine spazzatrici	53
Figura 35 – Sistemi di lavaggio dei pneumatici A PRESSIONE	54
Figura 36 – Sistemi di lavaggio dei pneumatici A DILUVIO	55

LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Soglie di valutazione superiore e inferiore	9
Tabella 2 – Tipologie di limiti previste dal D. Lgs. 155/10	10
Tabella 3 – Limiti previsti per l'ozono (O3)	11
Tabella 4 – Limiti previsti per il Biossido di Zolfo (SO2)	11
Tabella 5 – Limiti previsti per il Biossido di Azoto (NO2)	12
Tabella 6 – Limiti previsti per gli Ossidi di Azoto (NOx)	12

Tabella 7 – Limiti previsti per il Benzene (C6H6).....	12
Tabella 8 – Limiti previsti per il Monossido di Carbonio (CO).....	12
Tabella 9 – Limiti previsti il Piombo (Pb)	13
Tabella 10 – Limiti previsti per Polveri inalabili (Pm10)	13
Tabella 11 – Limiti previsti per il Pm2,5	13
Tabella 12 – Limiti previsti per Arsenico, Cadmio, Nichel, B(a)P	13
Tabella 13 – Concentrazioni rilevate dalla Centraline di Susa	25
Tabella 14 – Verifica limiti di legge – Rilievi PMA	35
Tabella 15 – Incidenza della tipologia di inquinanti in funzione delle lavorazioni	40
Tabella 16 – Tratte caratteristiche per la valutazione dei flussi veicolari	59
Tabella 17 – Flussi veicolari medi annuali espressi come camion giornalieri, dettagliati per area di destinazione e per materiale trasportato	60
Tabella 18 – Emissioni giornaliere di NOx, PM10 e PM25 dovute al trasporto dei materiali di costruzione e dei materiali di scavo	61
Tabella 19 – Emissioni calcolate nelle aree di cantiere.....	61

RESUME/RIASSUNTO

Le présent rapport analyse les émissions potentielles liées à l'achèvement de l'échangeur de la Maddalena et fournit un résumé des analyses effectués sur la phase opérationnelle du projet routier, coïncidente avec la construction de la nouvelle ligne ferroviaire Lyon-Turin.

L'analyse développée pour la phase de mise en œuvre ont montré que, en présence de la bonne mise en œuvre des atténuation nécessaires, les niveaux d'impact sur l'atmosphère peut être considéré comme raisonnablement contenu.

L'absence de récepteurs dans les environs immédiats et les résultats de l'évaluation révèlent pas de difficultés particulières.

En ce qui concerne la phase opérationnelle de l'échangeur, conçue comme la phase de construction de la nouvelle ligne ferroviaire Lyon-Turin, dans une plus grande échelle, la décision de construire la rampe en question prend une valeur positive si l'on considère l'interférence avec le trafic induit que le projet évite sur les récepteurs situées long de SS24.

Enfin, en ce qui concerne la phase d'exploitation de l'échangeur à la fin des travaux de construction de la nouvelle ligne Lyon-Turin, le trafic prévu est liée exclusivement à l'accès de sécurité de la descendierie et donc aura un impact très faible.

La presente relazione analizza le potenziali emissioni in atmosfera legate alla realizzazione del nuovo svincolo della Maddalena e fornisce una sintesi delle analisi effettuate sulla fase di esercizio della strada in progetto, coincidente con la fase di realizzazione della nuova linea ferroviaria Torino-Lione.

Le analisi sviluppate per la fase di realizzazione hanno evidenziato che, in presenza della corretta implementazione dei presidi necessari, i livelli di impatto sulla componente atmosfera possono essere considerati ragionevolmente contenuti.

L'assenza di ricettori nelle immediate vicinanze e le risultanze delle valutazioni svolte non evidenziano particolari criticità.

Per quanto riguarda la fase di esercizio dello svincolo, intesa come fase di cantiere della nuova linea ferroviaria Torino-Lione, si sottolinea come, a scala più vasta, la scelta di realizzare lo svincolo in esame assuma una valenza positiva se si considera l'interferenza con il traffico indotto che il progetto permette di evitare sulla SS24 e i numerosi ricettori dislocati lungo essa.

Per quanto riguarda infine la fase di esercizio dello svincolo, al termine dei lavori di realizzazione della nuova linea Torino-Lione, il traffico previsto sarà legato esclusivamente all'accesso di sicurezza della discenderia e pertanto porterà un impatto del tutto irrilevante.

1. PREMESSA

La presente relazione rappresenta un approfondimento specifico delle emissioni in atmosfera legate alla fase di cantiere e di esercizio del “Nuovo Svincolo della Maddalena” sull’autostrada A32, ubicato nell’area della Maddalena, nel comune di Chiomonte.

L’intervento in esame rientra nelle opere di accompagnamento previste nell’ambito della realizzazione del “Nuovo Collegamento ferroviario Torino – Lione, Parte Comune Italo – Francese – Tratta Territorio Italiano”, secondo quanto richiesto dalla Delibera n. 57 del 03/08/2011, a seguito di istruttoria su Progetto Preliminare dell’opera transfrontaliera.

Nel versante della valle situato a nordovest rispetto al tracciato autostradale, in destra orografica rispetto al percorso del Rio Clarea, è in corso la realizzazione del cunicolo esplorativo della Maddalena.

L’area, posta allo sbocco Vallone Tiraculo - Rio Clarea, sul versante orografico sinistro della Dora, prima del tratto inciso delle “Gorge di Susa”, è interessata dalla presenza del viadotto autostradale Clarea, che attraversa la valle ed unisce la galleria Giaglione (ad est) con la galleria Ramat (ad ovest).

Le finalità dell’intervento sono duplici e organizzate su due livelli temporali, come prescritto nella Delibera CIPE n. 57 del 03/08/2011:

- **FASE 1:** consentirà esclusivamente il collegamento del futuro cantiere per la realizzazione della discenderia e quindi dell’accesso di sicurezza con la viabilità autostradale, in modo da non interferire con la viabilità ordinaria.
- **FASE DEFINITIVA:** consentirà l’accesso di servizio alla centrale di ventilazione della Maddalena, per interventi di manutenzione o in caso di emergenza ad integrazione della viabilità ordinaria.

La presente Relazione ha come oggetto di studio esclusivamente la FASE 1.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1 La normativa a livello nazionale

La normativa italiana relativa all’inquinamento atmosferico ha subito recentemente una radicale revisione attraverso il recepimento della Direttiva 2008/50/CE, avvenuta tramite il D. Lgs. n. 155 del 13/08/2010, che ha abrogato quasi tutte le norme precedentemente vigenti. Fanno eccezione le disposizioni relative alle emissioni e alle loro autorizzazioni che continuano ad essere normate dal D. Lgs. 152/06 e successive modifiche tra le quali, di particolare importanza risultano essere quelle apportate dal D. Lgs.n. 128 del 29/06/2010.

L’obiettivo del D. Lgs. 155/10 (art. 1) è quello di istituire un quadro normativo unitario in materia di valutazione e gestione della qualità dell’aria, al fine di:

- individuare obiettivi di qualità dell’aria ambiente volti a evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l’ambiente nel suo complesso;
- valutare la qualità dell’aria ambiente sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale;
- ottenere informazioni sulla qualità dell’aria ambiente come base per individuare le misure da adottare per contrastare l’inquinamento e gli effetti nocivi dell’inquinamento sulla salute umana e sull’ambiente e per monitorare le tendenze a lungo termine, nonché i miglioramenti dovuti alle misure adottate;

- mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove buona, e migliorarla negli altri casi;
- garantire al pubblico le informazioni sulla qualità dell'aria ambiente;
- realizzare una migliore cooperazione tra gli Stati dell'Unione Europea in materia di inquinamento atmosferico.

Gli inquinanti che il decreto ritiene opportuno monitorare e per i quali vengono definiti specifici riferimenti normativi sono: biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM10, PM2,5, arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

Gli strumenti definiti dal decreto per la gestione della qualità dell'aria sono:

- zonizzazione e classificazione del territorio;
- sistemi di valutazione della qualità dell'aria;
- piani per la riduzione dei livelli di inquinamento, per il mantenimento e per la gestione degli eventi acuti.

La zonizzazione e la classificazione del territorio spetta alle Regioni e alle Province Autonome e ha l'obiettivo di individuare porzioni di territorio omogenee dal punto di vista della valutazione della qualità dell'aria ambiente per ciascuno degli inquinanti normati.

La suddivisione del territorio viene effettuata prioritariamente attraverso l'individuazione degli agglomerati (area urbane caratterizzate da specifiche caratteristiche di unitarietà spaziale e di densità di popolazione) e in seconda battuta delle altre zone. I criteri per la zonizzazione sono definiti dettagliatamente nell'Appendice 1 del decreto.

La valutazione della qualità dell'aria ambiente all'interno di ogni agglomerato/zona spetta alle Regioni e alle Province Autonome ed è fondata su una rete di misura e su un programma di valutazione in cui vengono indicate le stazioni di misurazione della rete di misura utilizzate per le misurazioni in siti fissi e per le misurazioni indicative, le tecniche di modellizzazione e le tecniche di stima obiettiva.

La possibilità di impiegare metodologie diversificate è stabilita per ogni inquinante in base alla definizione di soglie di valutazione superiore e inferiore.

Al di sopra delle soglie di valutazioni superiore la valutazione della qualità dell'aria ambiente può essere effettuata esclusivamente mediante rilievi in postazioni fisse.

Al di sotto di tale soglia le misurazioni in siti fissi possono essere combinate con misurazioni indicative o tecniche di modellizzazione come per l'arsenico, il cadmio, il nichel ed il benzo(a)pirene.

Al di sotto della soglia di valutazione inferiore è previsto, anche in via esclusiva, l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva.

Il superamento delle soglie di valutazione superiore e delle soglie di valutazione inferiore deve essere determinato in base alle concentrazioni degli inquinanti nell'aria ambiente nei cinque anni civili precedenti.

Il superamento si realizza se la soglia di valutazione è stata superata in almeno tre sui cinque anni civili precedenti. Nella **Tabella 1** per ognuno degli inquinanti previsti dalla norma, vengono indicate le soglie di valutazione inferiore e superiore.

La valutazione della qualità dell'aria ambiente è il presupposto per l'individuazione delle aree di superamento dei valori, dei livelli, delle soglie e degli obiettivi previsti dal D. Lgs. 155/10.

In presenza di un superamento dei limiti normativi spetta alle Regione e alla Province Autonome predisporre i piani e le misure da adottare per assicurare il contenimento delle concentrazioni al di sotto delle prescrizioni normative.

Gli interventi devono essere definiti secondo criteri di efficienza ed efficacia e devono agire sull'insieme delle principali sorgenti di emissione, ovunque localizzate, che influenzano le aree in cui si è riscontrato il superamento, senza l'obbligo di estendersi all'intero territorio della zona o dell'agglomerato, né di limitarsi a tale territorio.

Le modalità e i contenuti dei piani, differenziati per inquinante e per tipologia di limite di riferimento sono definiti negli allegati e nelle appendici del decreto.

Le tipologie di limiti previste dal decreto sono sintetizzate nella **Tabella 2** mentre nelle **Tabella 3** ÷ **Tabella 12**, per ogni inquinante, si riportano i limiti applicabili e i rispettivi valori.

INQUINANTE	PARAMETRO DI RIFERIMENTO	SOGLIA VALUTAZIONE SUPERIORE	SOGLIA VALUTAZIONE INFERIORE
SO ₂	Protezione della salute umana	60% del val. lim. sulle 24 ore (75 µg/m ³ da non superare più di 3 volte/anno)	40% val. lim. sulle 24 ore (50 µg/m ³ da non superare più di 3 volte/anno)
SO ₂	Protezione della vegetazione	60% del livello critico invernale (12 µg/m ³)	40% del livello critico invernale (8 µg/m ³)
NO ₂	Protezione della salute umana	70 % del val. lim. orario (140 µg/m ³ da non superare più di 18 volte/anno)	50 % del val. lim. orario (100 µg/m ³ da non superare più di 18 volte)
NO ₂	Protezione della salute umana Media annuale	80 % del valore limite annuale (32 µg/m ³)	65% del valore limite annuale (26 µg/m ³)
NO _x	Protezione della Vegetazione	80 % del livello critico annuale (24 µg/m ³)	65 % del valore limite critico (19.5 µg/m ³)
Pm10	Media su 24 ore	70 % del valore limite (35 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile)	50 % del valore limite (25 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile)
Pm10	Media annuale	70 % del valore limite (28 µg/m ³)	50 % del valore limite (20 µg/m ³)
Pm2,5	Media annuale	70 % del valore limite (17 µg/m ³)	50 % del valore limite (12 µg/m ³)
Pb	Media annuale	70 % del valore limite (0.35 µg/m ³)	50 % del valore limite (0.25 µg/m ³)
C ₆ H ₆	Media annuale	70 % del valore limite (3.5 µg/m ³)	40 % del valore limite (2.0 µg/m ³)
CO	Media su 8 ore	70 % del valore limite (7 mg/m ³)	50 % del valore limite (5 mg/m ³)
Arsenico	In percentuale del valore obiettivo	60% (3.6 ng/m ³)	40% (2.4 ng/m ³)
Cadmio	In percentuale del valore obiettivo	60% (3 ng/m ³)	40% (2 ng/m ³)
Nichel	In percentuale del valore obiettivo	70% (14 ng/m ³)	50% (10 ng/m ³)
B(a)P	In percentuale del valore obiettivo	60% (0.6 ng/m ³)	40% (0.4 ng/m ³)

Tabella 1– Soglie di valutazione superiore e inferiore

TIPOLOGIA DI LIMITE	DEFINIZIONE
Valore limite	Livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, incluse quelle relative alle migliori tecnologie disponibili, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato
Livelli critici	Livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, oltre il quale possono sussistere effetti negativi diretti su recettori quali gli alberi, le altre piante o gli ecosistemi naturali, esclusi gli esseri umani
Valore obiettivo	Livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita
Esposizione media	Livello medio da determinare sulla base di misurazioni effettuate da stazioni di fondo ubicate in siti fissi di campionamento urbani presso l'intero territorio nazionale e che riflette l'esposizione della popolazione. Permette di calcolare se sono stati rispettati l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione e l'obbligo di concentrazione dell'esposizione
Obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione	Riduzione, espressa in percentuale, dell'esposizione media della popolazione, fissata, in relazione ad un determinato anno di riferimento, al fine di ridurre gli effetti nocivi per la salute umana, da raggiungere, ove possibile, entro una data prestabilita
Obiettivi a lungo termine	Livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente
Soglie di allarme	Livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati
Soglie di informazione	Livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive

Tabella 2– Tipologie di limiti previste dal D. Lgs. 155/10

VALORI OBIETTIVO			
Finalità	Periodo di mediazione	Valore obiettivo	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
Protezione della salute umana	MEDIA massima giornaliera calcolata su 8 ore	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni	1.1.2010
Protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40 (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 18.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ come media su 5 anni	1.1.2010
OBIETTIVI A LUNGO TERMINE			
Finalità	Periodo di mediazione	Obiettivo a lungo termine	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
Protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di un anno civile	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	non definito
Protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40, (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 6.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$	non definito
SOGLIA DI INFORMAZIONE			
Periodo di mediazione		Soglia di informazione	
1 ora		180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
SOGLIA DI ALLARME			
Periodo di mediazione		Soglia di allarme	
1 ora		240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

Tabella 3– Limiti previsti per l'ozono (O3)

VALORI LIMITE			
Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
1 ora	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, da non superare più di 24 volte anno civile	-	-
1 giorno	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, da non superare più di 3 volte per anno	-	-
LIVELLO CRITICO			
Livello critico annuale (anno civile)		Livello critico invernale (1° ottobre-31 marzo)	Margine di tolleranza
20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nessuno
SOGLIA DI ALLARME			
Periodo di mediazione		Soglia di allarme	
3 ore		500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

Tabella 4– Limiti previsti per il Biossido di Zolfo (SO2)

VALORI LIMITE			
Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
1 ora	200 µg/m ³ , da non superare più di 18 volte per anno civile	50% il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Anno civile	40 µg/m ³	50% il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
SOGLIA DI ALLARME			
Periodo di mediazione		Soglia di allarme	
3 ore		400 µg/m ³	

Tabella 5– Limiti previsti per il Biossido di Azoto (NO₂)

LIVELLO CRITICO	
Periodo di mediazione	Livello critico
Anno civile	30 µg/m ³

Tabella 6– Limiti previsti per gli Ossidi di Azoto (NO_x)

VALORI LIMITE			
Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
Anno civile	5.0 µg/m ³	5 µg/m ³ (100%) il 13 dicembre 2000, con una riduzione il 1° gennaio 2006 e successivamente ogni 12 mesi di 1 µg/m ³ fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010

Tabella 7– Limiti previsti per il Benzene (C₆H₆)

VALORI LIMITE			
Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
Media max giornaliera calcolata su 8 h	10 mg/m ³	-	-

Tabella 8– Limiti previsti per il Monossido di Carbonio (CO)

VALORI LIMITE			
Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
Anno civile	0.5 µg/m ³	-	-

Tabella 9– Limiti previsti il Piombo (Pb)

VALORI LIMITE			
Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
1 giorno	50 µg/m ³ , da non superare più di 35 volte per anno civile	50% il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2005	
Anno civile	40 µg/m ³	20% il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2005	1° gennaio 2010

Tabella 10– Limiti previsti per Polveri inalabili (Pm10)

VALORI LIMITE			
Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
Anno civile	25 µg/m ³	20% l'11 giugno 2008, con riduzione il 1° gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino allo 0% entro il 1/1/15	1° gennaio 2015
Anno civile	20 µg/m ³ Valore indicativo da definire con decreto		1° gennaio 2020
Per il Pm2,5 sono definiti anche degli obiettivi e degli obblighi per l'indicatore di esposizione media			

Tabella 11– Limiti previsti per il Pm2,5

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE OBIETTIVO
Arsenico	Media annuale	6.0 ng/m ³
Cadmio	Media annuale	5.0 ng/m ³
Nichel	Media annuale	20.0 ng/m ³
Benzo(a)pirene	Media annuale	1.0 ng/m ³

Tabella 12– Limiti previsti per Arsenico, Cadmio, Nichel, B(a)P

2.2 Normativa regionale

Si riportano nel seguito i principali riferimenti normativi della Regione Piemonte relativi all'inquinamento atmosferico:

- Legge Regione Piemonte 7 Aprile 2000 n. 43: Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria.
- Delibera di Giunta Regionale Piemonte 5 agosto 2002 n. 109-6941: Approvazione della Valutazione della qualità dell'aria nella Regione Piemonte. Anno 2001.
- Delibera della Giunta Regionale dell'11 novembre 2002 n. 14-7623: Attuazione della legge regionale 7 aprile 2000 n. 43, Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria. Aggiornamento dell'assegnazione dei Comuni piemontesi alle Zone 1, 2 e 3. Indirizzi per la predisposizione e gestione dei Piani di Azione.
- Delibera della Giunta Regionale del 28 giugno 2004 n. 19-12878: Attuazione della legge regionale 7 aprile 2000 n. 43. Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria, ex articoli 8 e 9 Decreto legislativo 4 agosto 1999 n. 351.
- Delibera della Giunta Regionale del 18 settembre 2006 n. 66-3859: Attuazione della legge regionale 7 aprile 2000 n. 43, Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria, ex articoli 7, 8 e 9 Decreto legislativo 4 agosto 1999 n. 351. Stralcio di Piano per la mobilità.
- Delibera della Giunta Regionale del 23 ottobre 2006 n. 57 – 4131: Precisazioni e chiarimenti sullo Stralcio di Piano per la mobilità in attuazione della L.R. 7 aprile 2000, n. 43 di cui alla D.G.R. 66-3859 del 18 settembre 2006, nonché rimodulazione delle misure di cui ai paragrafi 2.1.2 e 2.1.3 del medesimo e definizione di ulteriori azioni in materia.
- Deliberazione del Consiglio Regionale dell'11 gennaio 2007 n. 98 – 1247: Attuazione della legge regionale 7 aprile 2000, n. 43 (Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico). Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria, ai sensi degli articoli 8 e 9 decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351. Stralcio di Piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento.
- Deliberazione della Giunta Regionale 23 luglio 2007, n. 64-6526: Seconda fase di attuazione dello Stralcio di Piano per la mobilità approvato con D.G.R. n. 66-3859 del 18 settembre 2006, come integrata dalla D.G.R. n. 57-4131 del 23 ottobre 2006.
- Deliberazione della Giunta Regionale del 4 agosto 2009, n. 46-11968: Aggiornamento dello Stralcio di Piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento.

2.2.1 Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria (2004)

La situazione della qualità dell'aria in Piemonte viene costantemente monitorata dal Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria che negli ultimi anni ha raggiunto un'ottima consistenza e la copertura dell'intero territorio regionale.

Nel 2000, come conseguenza della definizione del Sistema Regionale, così come previsto nella legge regionale n. 43/2000, con la D.G.R. n. 23-610 del 31 luglio 2000 è stata disegnata una rete di postazioni fisse in grado di fornire informazioni puntuali, ma sufficientemente distribuite sul territorio tali da consentire una corretta valutazione dello stato di qualità dell'aria.

Nel documento di prima attuazione del Piano sono stabiliti gli obiettivi generali per la gestione della qualità dell'aria e per la pianificazione degli interventi necessari per il suo miglioramento complessivo, così come i criteri per la zonizzazione del territorio in base ai quali vengono definite tre zone.

Zona 1 a cui vengono assegnati:

- i Comuni con popolazione superiore ai 250.000 abitanti;
- i Comuni con popolazione superiore ai 20.000 abitanti e densità di popolazione (riferita alla superficie edificata dei centri urbani) superiore a 2.500 abitanti/Km²;
- i Comuni capofila di una Conurbazione, ovvero di un'area urbana finitima per la quale deve essere redatto un Piano generale del traffico dell'intera area, così come individuata dalla Regione;
- i Comuni per i quali la valutazione della qualità dell'aria evidenzia il superamento di uno o più valori limite aumentati del margine di tolleranza.

Zona 2 a cui vengono assegnati:

- i Comuni con meno di 20.000 abitanti e densità di popolazione inferiore a 2.500 abitanti/Km², facenti parte di una Conurbazione ovvero di un'area urbana finitima per la quale deve essere redatto un Piano generale del traffico dell'intera area, così come individuata dalla Regione;
- i Comuni per i quali la valutazione della qualità dell'aria stima il superamento di uno o più limiti, ma entro il margine di tolleranza.

Zona 3 a cui vengono assegnati:

- tutti Comuni nei quali si stima che i livelli degli inquinanti siano inferiori ai limiti.

Per ciascuna delle Zone, il Piano definisce le strategie per il controllo della qualità dell'aria adeguate ad assicurare l'informazione al pubblico ed a tutti i soggetti chiamati al governo e alla gestione della sua qualità.

La Valutazione della qualità dell'aria e l'assegnazione dei Comuni alle Zone di Piano vengono aggiornate periodicamente a partire dai dati forniti dal Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria (SRRQA), che consente di conoscere costantemente lo stato della qualità dell'aria e dai dati dell'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (IREA), che permette una stima dettagliata delle emissioni sia dal punto di vista delle sorgenti sia dal punto di vista territoriale.

In termini generali, la metodologia di stima utilizzata si basa sulla correlazione tra la quantità di inquinante emessa annualmente per unità di superficie in un determinato comune e le

concentrazioni rilevate nel medesimo comune dalle stazioni del SRRQA. La Valutazione ha quindi fornito, per tutti i Comuni del Piemonte, una stima della concentrazione media di un determinato inquinante sul territorio di un Comune. Le cartografie tematiche della Valutazione consentono di confrontare questi valori di concentrazione con cinque classi di criticità ottenute applicando i valori di riferimento previsti dal DM 60/2002: “soglia di valutazione inferiore”, “soglia di valutazione superiore”, “valore limite”, “valore limite aumentato del margine di tolleranza”.

A seguito dell’emanazione del D.M. n. 60/2002 taluni valori limite della qualità dell’aria (SO₂, NO_x, Pm10, Pb, CO e Benzene) vengono radicalmente rivisti sia nel loro valore che nell’indicatore statistico di riferimento; pertanto, come previsto dall’art.6 del D.Lgs. n. 351/1999, la Regione Piemonte ha proceduto alla “Valutazione” della qualità dell’aria sulla base di un documento tecnico predisposto dall’ARPA e all’aggiornamento della zonizzazione del territorio, ai fini della gestione della qualità dell’aria, della pianificazione degli interventi necessari per il suo miglioramento complessivo e della definizione delle strategie per realizzarlo.

Ai fini dell’aggiornamento della nuova zonizzazione, per l’assegnazione dei Comuni alle Zone 1, 2 e 3, è stata data particolare importanza alla situazione di rischio di superamento dei limiti evidenziata dalla Valutazione 2001. Pertanto sono stati considerati anche tutti i Comuni in cui il valore medio di concentrazione per due inquinanti si colloca tra la “soglia di valutazione superiore” ed il “valore limite”. Inoltre è stato richiesto alle Province di individuare eventuali Comuni assegnati alla Zona 3 con caratteristiche e collocazione tali da rendere più razionali ed omogenei gli interventi di riduzione delle emissioni.

Questi due criteri hanno portato ad enucleare i Comuni denominati di Zona 3p in quanto, pur essendo assegnati alla Zona 3, vengono inseriti in Zona di Piano. Sulla base di questi elementi, la D.G.R. n. 19–12878 del 28 giugno 2004 ha aggiornato la zonizzazione. In ogni Provincia l’insieme dei Comuni assegnati alle Zone 1, 2 e 3p formano la Zona di Piano, che rappresenta l’area complessiva per la quale, sulla base degli indirizzi regionali, le Province di concerto con i Comuni interessati, predispongono i Piani di azione (articolo 7 del D.Lgs. n. 351/1999) al fine di ridurre il rischio di superamento dei limiti e delle soglie di allarme stabiliti dal D.M. 2 aprile 2002 n. 60. Tale strategia rientra nell’ambito dei Piani per il miglioramento progressivo dell’aria ambiente che devono essere predisposti affinché sia garantito il rispetto dei limiti stabiliti dallo stesso D.M. 2 aprile 2002 n. 60 (articolo 8 del D.Lgs. n. 351/1999). I Comuni per i quali la Valutazione 2001 ha confermato la regolarità della situazione sono rimasti assegnati alla Zona 3. Pertanto la Zona 3 può essere definita come Zona di Mantenimento.

Nella **Figura 1** si riporta lo stralcio del Piano relativo all’area oggetto di studio da cui si evince che i territori dei comuni di Chiomonte e Giaglione ricadono in Zona 3 e non presentano superamenti dei limiti normativi.

L’entrata in vigore del Decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 216/2010), ha introdotto delle importanti novità nell’ambito del quadro normativo in materia di qualità dell’aria in ambiente. Tra le novità introdotte vi è anche la ridefinizione dalla metodologia di riferimento per la caratterizzazione delle zone (zonizzazione) relativamente all’inquinamento atmosferico, quale presupposto per le successive attività di valutazione e pianificazione. La Regione Piemonte sta provvedendo alla ridefinizione della zonizzazione che, probabilmente, sarà disponibile nel 2013.

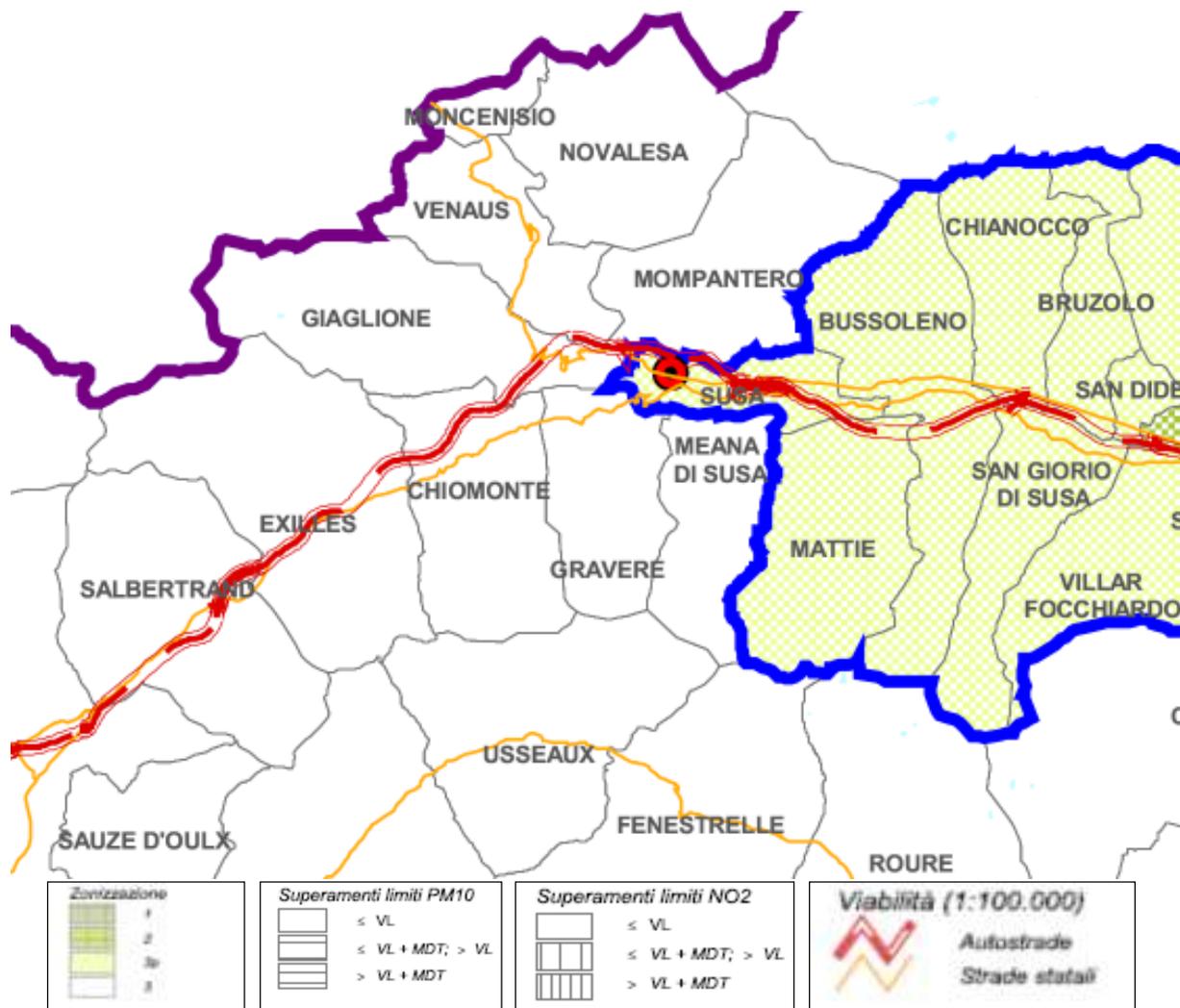


Figura 1 – Zone di Piano e Zone di Mantenimento dei comuni interessati dall'opera

3. STATO ATTUALE

3.1 Caratteristiche meteo-climatiche dell'area

L'analisi delle caratteristiche meteo-climatiche del sito oggetto di analisi è stata sviluppata a partire dai dati reperibili attraverso le seguenti fonti:

- Stazione meteorologica di Val Clarea, Banca dati meteorologica ARPA Piemonte;
- Ricostruzione dei campi di vento sul territorio della Provincia di Torino.

3.1.1 Stazione di Val Clarea – Banca dati meteorologica ARPA Piemonte

Nella **Figura 2** si riportano le caratteristiche principali della stazione Val Clarea mentre la sintesi grafica dei dati analizzati è rappresentata nelle **Figura 3**÷**Figura 6**.

Gli andamenti della temperatura mensile sono quelli tipici delle aree montane: estati miti (temperatura media inferiore a 20 °C, media massima mensile inferiore a 25 °C, valore

massimo assoluto raramente superiore a 30 °C) ed inverni invernali freddi con temperature medie minime mensile inferiori a 0° C e temperature minime assolute pari a circa -10 °C.

I dati pluviometrici rilevati evidenziano un andamento tendenzialmente bimodale, con un massimo principale nel periodo primaverile ed un secondo massimo meno accentuato nel periodo autunnale. In termini assoluti i dati a disposizione indicano un valore medio annuo di precipitazioni pari a circa 970 mm.

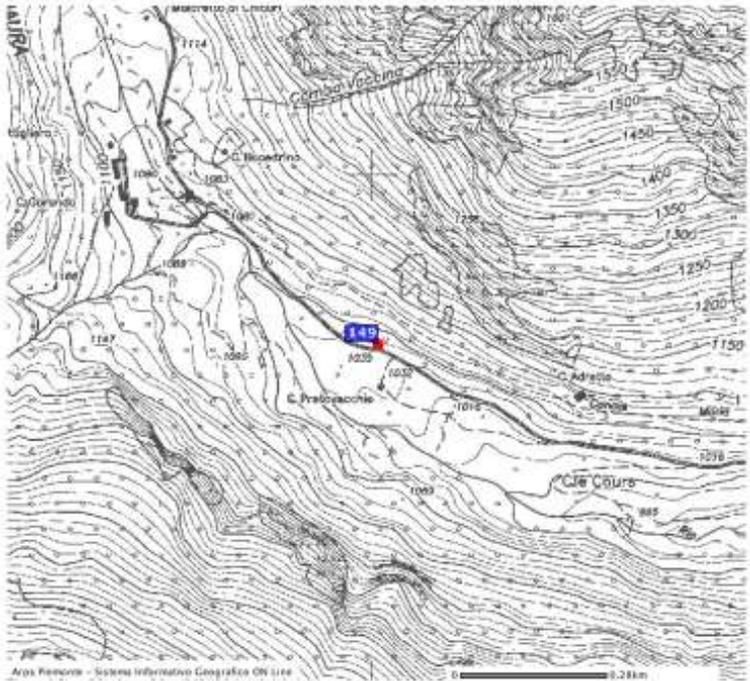
Tipo stazione	TERMOPLUVIOMETRICA
Codice stazione	149
Quota sito (m)	1135
Comune	GIAGLIONE
Provincia	TO
Bacino	DORA RIPARIA
Località	VAL CLAREA
Inizio pubblicazione	03/09/1996
Fine pubblicazione	ATTIVA (da disponibili fino al 30/06/2012)
	

Figura 2 – Caratteristiche della Stazione di Val Clarea

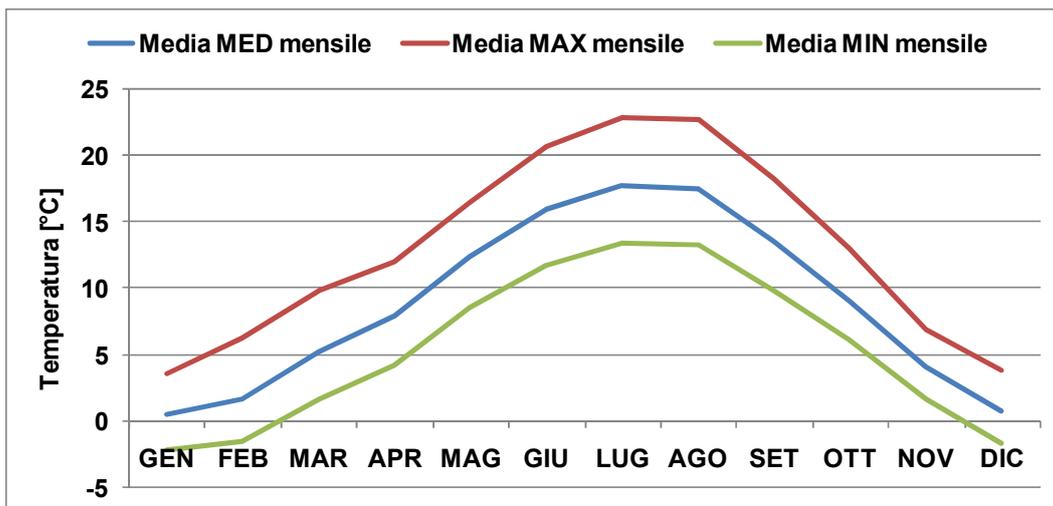


Figura 3 – Andamento temperature medie mensili – Stazione di Val Clarea 1999÷2011

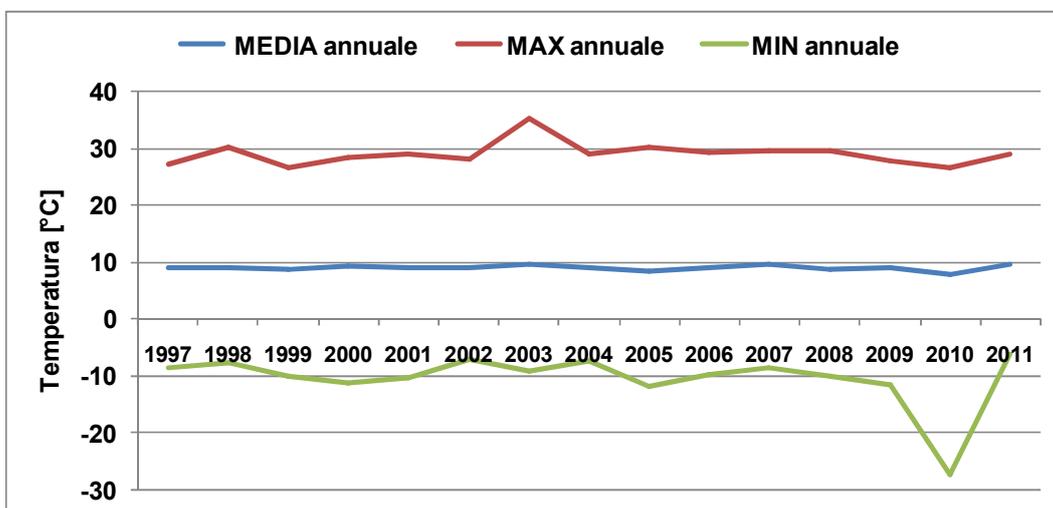


Figura 4 – Temperature MAX, MIN, MED annuali – Stazione di Val Clarea 1999÷2011

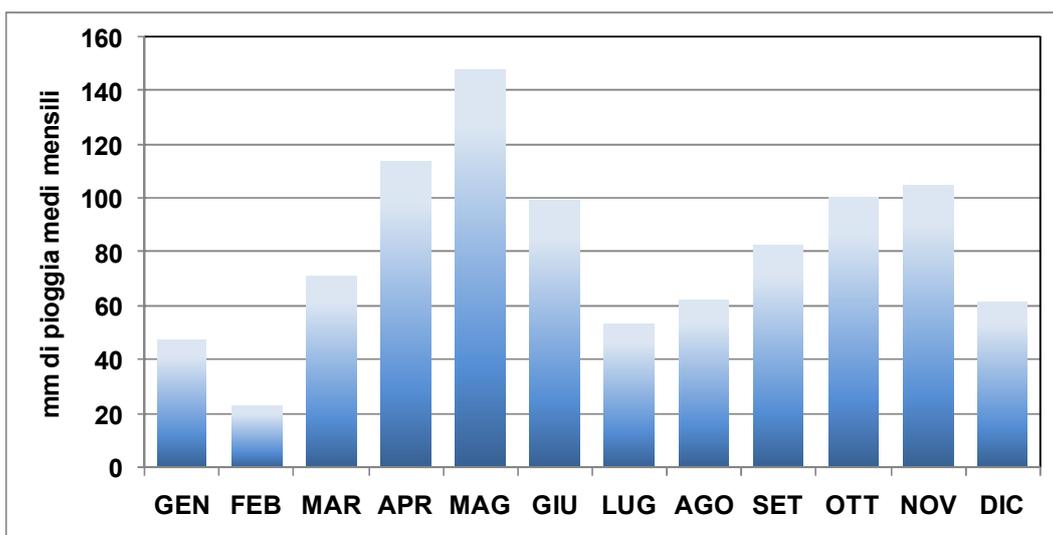


Figura 5 – Andamento precipitazione media mensile – Stazione di Val Clarea 1999÷2011

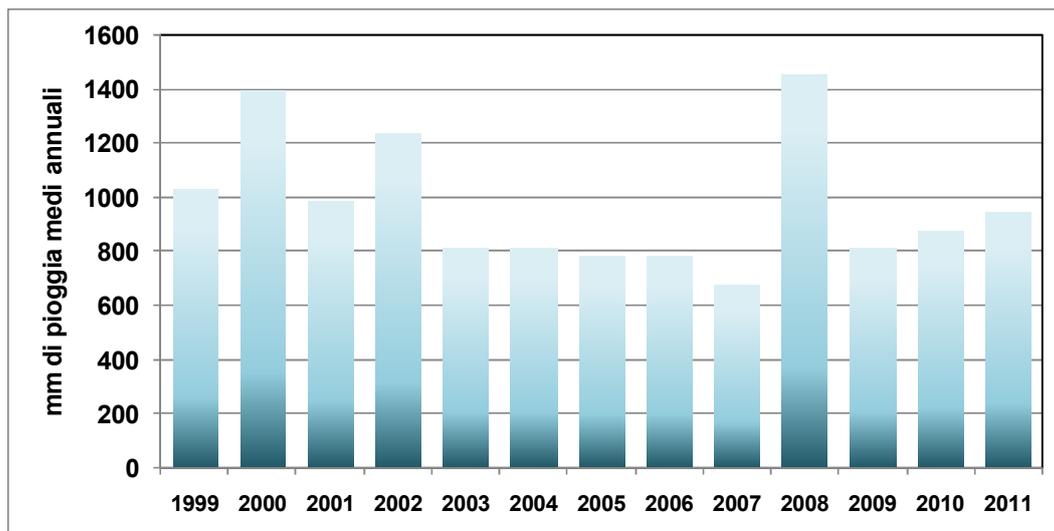


Figura 6 – Precipitazione annuale – Stazione di Val Clarea 1999-2011

3.1.2 Ricostruzione dei campi di vento sul territorio della Provincia di Torino

La Provincia di Torino, al fine di agevolare l'applicazione dei modelli di dispersione degli inquinanti e di incrementare l'attendibilità dei risultati delle elaborazioni modellistiche, ha ritenuto opportuno realizzare una banca dati in cui sono contenuti tutti i dati meteorologici ed i parametri dispersivi, ottenuti per mezzo della ricostruzione dei campi di vento su tutto il territorio della Provincia di Torino.

Il Database è costituito da dati meteorologici validati e sitespecifici, pronti all'uso in grado di alimentare diverse tipologie di modelli dispersivi, relativi al periodo 01/06/1999-31/05/2000. Il periodo scelto è risultato, tra quelli in cui erano disponibili dati, quello maggiormente rappresentativo dell'area oggetto di studio in quanto non risulta caratterizzato dalla presenza di eventi anomali.

I campi di vento e di temperatura sono stati ricostruiti attraverso l'applicazione del modello meteorologico diagnostico MINERVE (Aria Technologies 1995, 1999, 2001). Successivamente, utilizzando i dati ottenuti dal modello, sono state valutate le classi di stabilità e ricostruiti i parametri di scala della turbolenza atmosferica, che possono essere utilizzati per l'applicazione di modelli di dispersione degli inquinanti in atmosfera di nuova generazione. I parametri di scala della turbolenza, l'altezza dello strato rimescolato e le classi di stabilità sono stati calcolati attraverso l'applicazione del pre-processore meteorologico SURFPRO (Arianet, 2002). I campi meteorologici ottenuti sono stati verificati attraverso il confronto con le osservazioni disponibili sul territorio in esame. E' stata inoltre sviluppata una procedura di estrazione di serie storiche dei dati di interesse.

Questo lavoro è stato svolto in stretta collaborazione con la Provincia di Torino e con il Servizio Meteorologico Regionale della Regione Piemonte.

I dati meteorologici a partire dai quali sono state sviluppate le valutazioni modellistiche derivano dalle seguenti fonti:

- Analisi ECMWF;
- Dati dell'Aeronautica Militare: SYNOP, TEMP;
- Osservazioni della rete meteorologica regionale (CSI, Regione Piemonte);

- Osservazioni della rete di qualità dell'aria della Provincia di Torino;
- SODAR e RASS dell'Università di Torino.

I dati relativi al sito oggetto di studio sono sintetizzati nelle **Figura 7÷Figura 13**.

Per ciò che riguarda le caratteristiche anemologiche possono essere fatte le seguenti considerazioni:

- i venti risultano mediamente energici: più dell'40% dei dati valutati indica velocità superiori ai 2 m/s, mentre le calme di vento ($v < 0.5$ m/s) caratterizzano poco più del 15 % dei casi;
- sono osservabili marcate direzionalità, in particolare lungo gli assi WSW-ENE e SW-NE, coerentemente all'orientamento della Val Clarea;
- le analisi stagionali non evidenziano particolare differenze rispetto a quelle effettuate su base annuale per le stagioni estiva, primaverile e autunnale, mentre per il periodo invernale si osserva una prevalenza dei venti provenienti da NE e ENE.

In merito alla distribuzione delle classi di stabilità si osserva una prevalenza delle condizioni di stabilità. Alle classi E+F sono associati circa il 50% dei casi valutati su base annuale, a fronte di un 10% di situazioni di neutralità e del 40% di condizioni di instabilità (A+B+C).

L'altezza di rimescolamento risulta nel 70% dei casi inferiore a 500 m, percentuale che si riduce al 60% nei mesi estivi.

La Temperatura e la Radiazione Totale presentano andamenti tipici delle valli alpine e risultano chiaramente influenzati dai cicli giorno/notte e dalle stagioni.

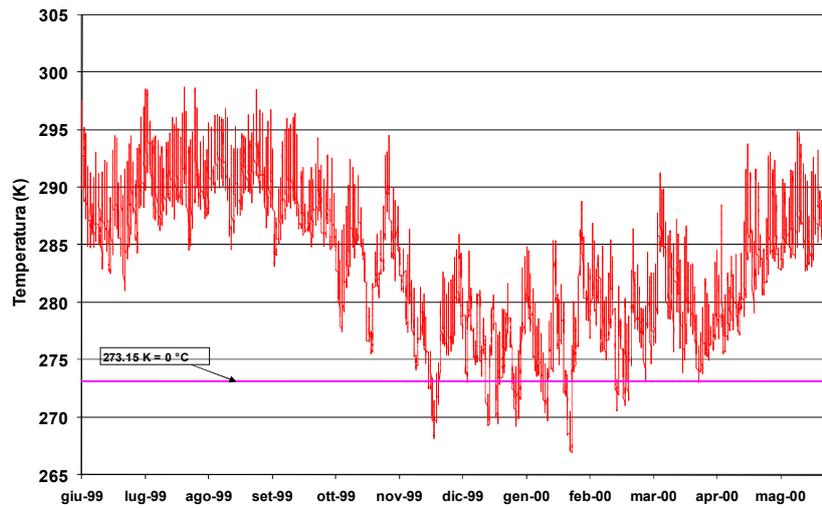


Figura 7 – Banca Dati Campi di Vento Provincia di Torino - Temperatura

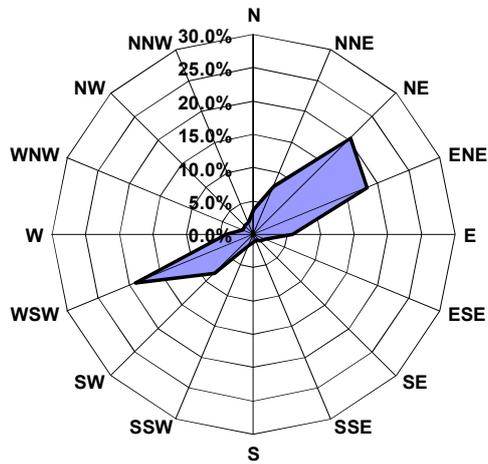


Figura 8 – Banca Dati Campi di Vento Provincia di Torino - Direzione Vento

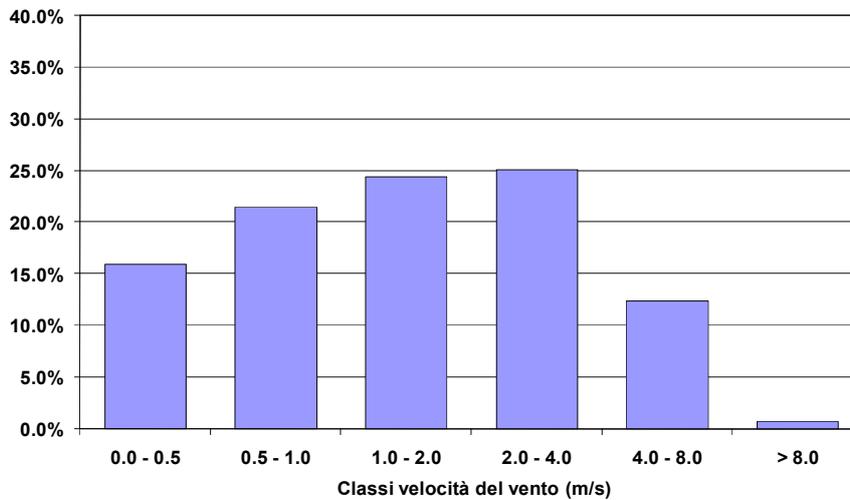


Figura 9 – Banca Dati Campi di Vento Provincia di Torino - Velocità Vento

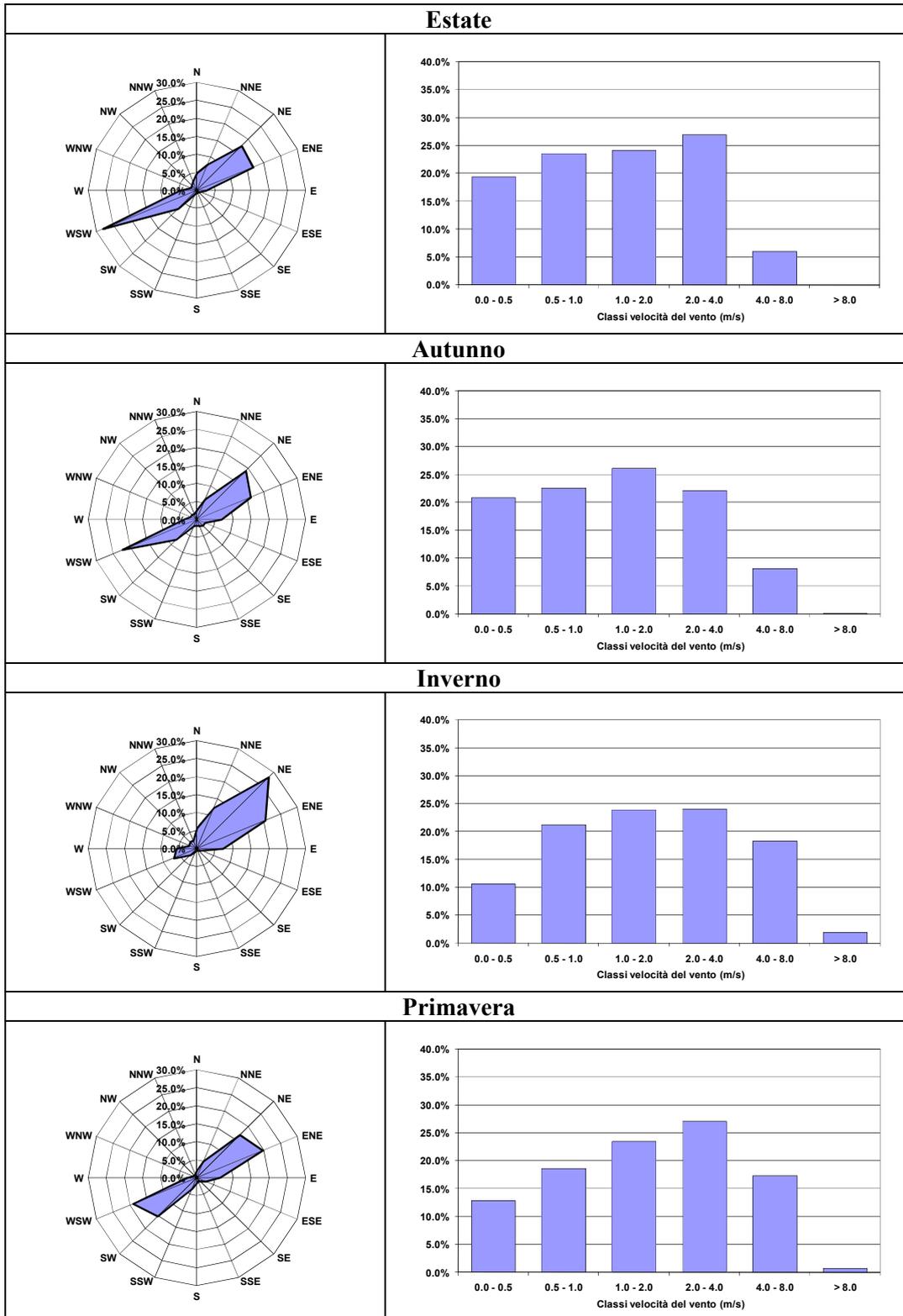


Figura 10 – Banca Dati Campi di Vento Provincia di Torino - Anemologia stagionale

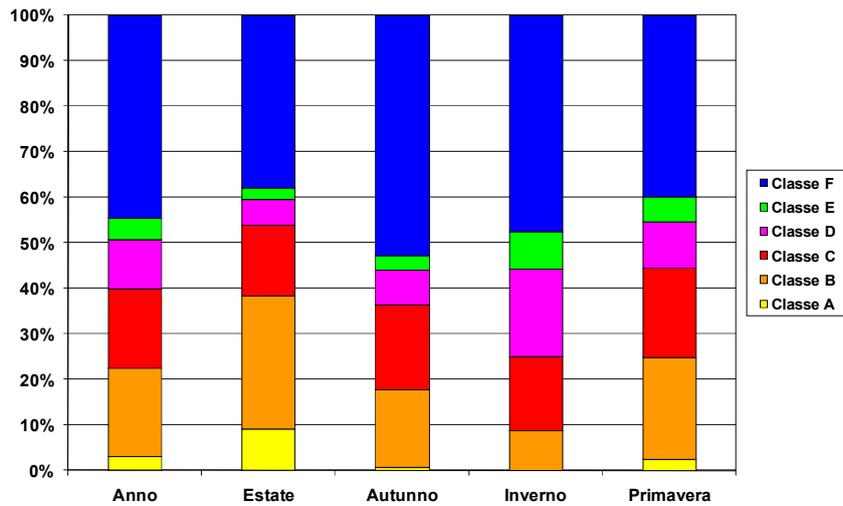


Figura 11 – Banca Dati Campi di Vento Provincia di Torino - Classi di stabilità

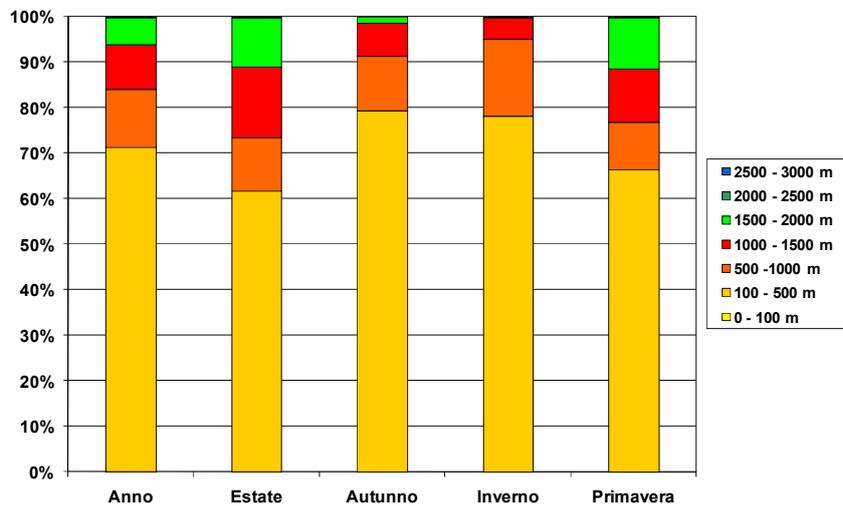


Figura 12 – Banca Dati Campi di Vento Provincia di Torino - Altezza di rimescolamento

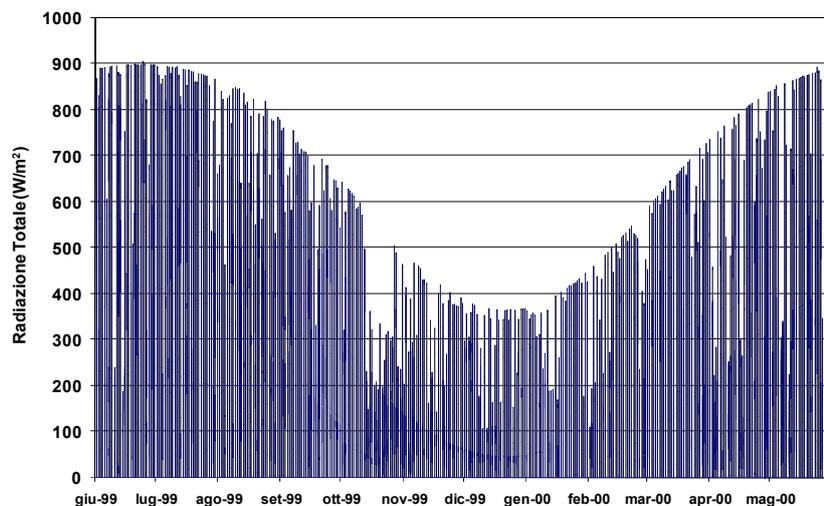


Figura 13 – Banca Dati Campi di Vento Provincia di Torino - Radiazione Totale

3.2 Attuali livelli di inquinamento

Le informazioni di fonte pubblica in grado di fornire indicazioni sulla qualità dell'aria nell'area oggetto di studio sono:

- Dati relativi alla Rete di Monitoraggio della qualità dell'aria della Provincia di Torino;
- Inventario Regionale dell'Emissioni.

3.2.1 Centraline della qualità dell'Aria delle Provincia di Torino

Nelle immediate vicinanze del sito oggetto di approfondimento non risultano presenti Centraline della Qualità dell'Aria. La Centralina maggiormente prossima, e che, in qualche misura, può essere considerata rappresentativa delle condizioni di inquinamento della Valle di Susa, è la Centralina di Susa di cui si riportano alcune informazioni nella **Figura 14**.

I parametri rilevati dalla Centralina negli ultimi anni ed il confronto con i rispettivi limiti normativi sono sintetizzati nella **Tabella 13**.

INQ	Parametro e limite normativo	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
NO ₂	Concentrazione media annuale [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	25	22	34	25	29	24	21	22	24	23
	Valore limite concentrazione media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Superamenti valore limite di soglia concentrazione max oraria di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Numero di superamenti consentiti	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Pm10	Concentrazione media annuale [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	31	34	30	29	30	22	25	21	22	23
	Valore limite concentrazione media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Superamenti valore limite di soglia concentrazione media giornaliera di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5	59	42	43	40	27	39	16	21	24
	Numero di superamenti consentiti	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
CO	Concentrazione media annuale [mg/m^3]	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	-	-
	Valore limite concentrazione media annua [mg/m^3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Superamenti valore limite 10 mg/m^3 come media massima su 8 h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Numero di superamenti consentiti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O ₃	Numero superamenti soglia di informazione	34	85	62	14	52	11	9	1	0	0
	Soglia di informazione 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media oraria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Valore obiettivo: superamenti soglia concentrazione media su 8 h di 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41	76	77	48	57	66	53	42	31	36
	Numero di superamenti consentiti	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25

Tabella 13– Concentrazioni rilevate dalla Centraline di Susa

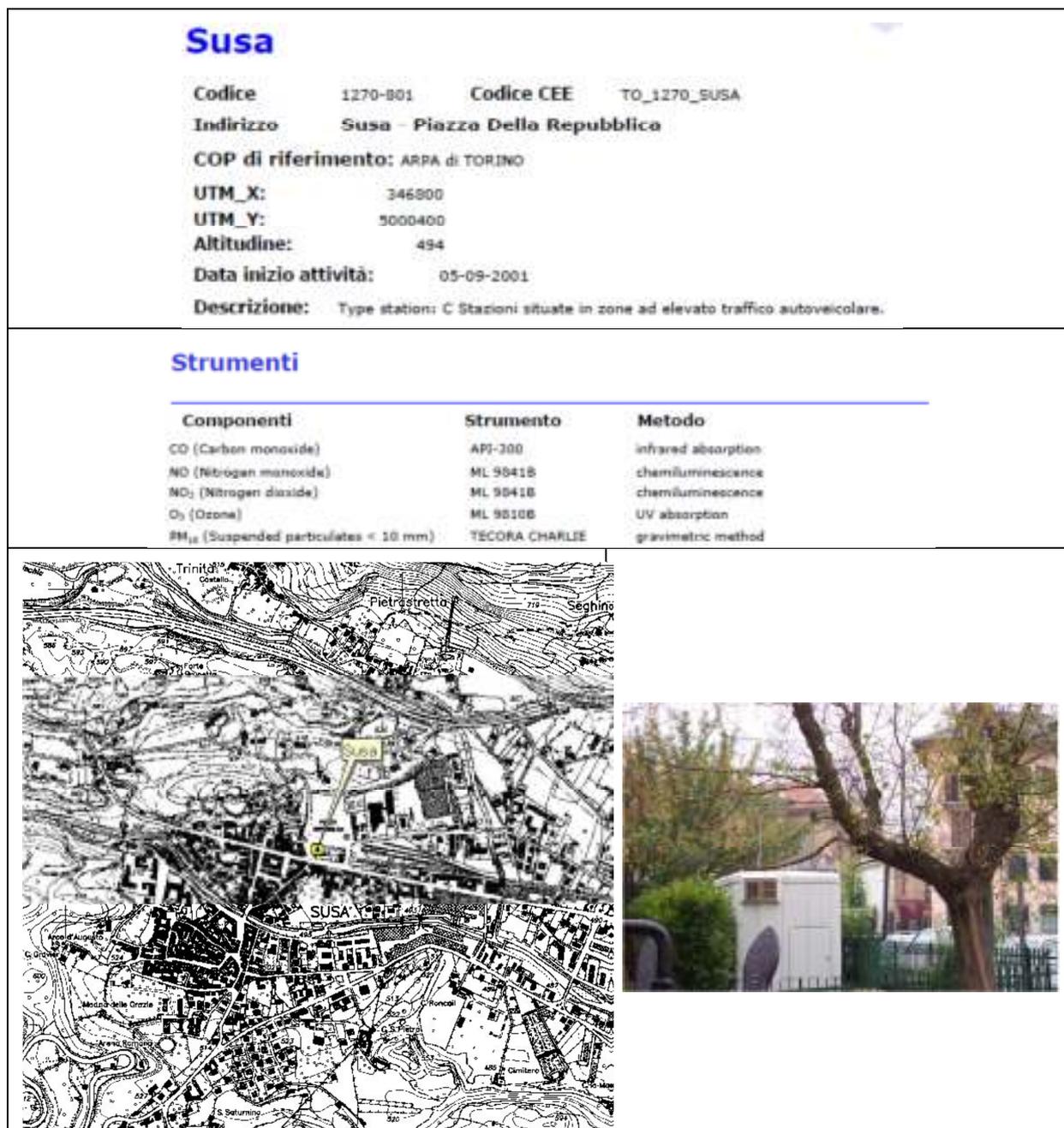


Figura 14 – Centralina della Qualità dell'Aria di Susa

Come si può osservare i parametri rilevati, negli ultimi anni, risultano pienamente conformi, con buoni margini di sicurezza, alle prescrizioni normative, ad eccezione dell'Ozono per il quale non risulta ancora raggiunto il valore obiettivo per la salvaguardia della popolazione.

3.2.2 Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (IREA)

Ulteriori indicazioni sulla qualità dell'aria ed in particolare sul carico emissivo posso essere desunte dall'analisi del "Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (IREA)".

L'inventario rappresenta una degli strumenti conoscitivi previsti dalla vigente normativa per la gestione della qualità dell'aria e risulta particolarmente efficace per individuare i settori

maggiormente sensibili su cui indirizzare le misure e gli interventi per la riduzione delle emissioni inquinanti, che devono essere implementati dai diversi livelli di governo per l'attuazione dei Piani di azione e dei Piani o Programmi per il miglioramento della qualità dell'aria.

Le stime effettuate riguardano le sorgenti classificate secondo la nomenclatura SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution) e sono riferite agli inquinanti metano (CH₄), monossido di carbonio (CO), anidride carbonica (CO₂), protossido di azoto (N₂O), ammoniaca (NH₃), composti organici volatili non metanici (COVNM), ossidi di azoto (NO_x), anidride solforosa (SO₂) e polveri sottili (PM₁₀).

Nella Regione Piemonte la realizzazione dell'Inventario è effettuata dal Settore Regionale Risanamento Acustico ed Atmosferico della Regione coadiuvato dal Consorzio per il Sistema Informativo CSI-Piemonte, che sulla base della metodologia CORINAIR ha realizzato l'analisi dei requisiti e delle informazioni necessarie per la stima delle emissioni.

La prima versione dell'inventario regionale è riferita all'anno 1997. Sono stati realizzati inoltre aggiornamenti per gli anni 2001, 2005 e 2007.

Nel presente studio si è ritenuto opportuno analizzare i dati relativi all'anno 2007 inerenti ai Comuni di Giaglione e Chiomonte. L'analisi dei dati è stata sintetizzata in forma tabellare e attraverso grafici (**Figura 15** ÷ **Figura 16**). In particolare si riporta, per entrambi i comuni,:

- emissioni assolute per macrosettore in forma tabellare;
- distribuzione percentuale delle emissioni per ogni inquinante in funzione dei macrosettori);
- emissioni complessive per ogni inquinante.

Come si può osservare le tipologie di emissioni sono molto simili per entrambi i comuni e documentano territori in cui risulta scarsa la presenza di insediamento produttivi e dove prevalgono i contributi emissivi derivanti dal sistema viario, caratterizzato da viabilità locali e dalla presenza delle infrastrutture di attraversamento della valle (Autostrada A32, SS24 e SS25).

Macrosettore	NH3 t/anno	CO2 kt/anno	NMVOC t/anno	CH4 t/anno	CO t/anno	NOx t/anno	SO2 t/anno	PM10 t/anno	N2O t/anno
02 - Combustione non industriale	1.4E-04	3.0E+00	5.3E+00	1.4E+00	3.2E+01	4.8E+00	8.7E-01	3.1E+00	8.4E-02
03 - Combustione nell'industria	0.0E+00	6.8E-02	4.3E-03	0.0E+00	2.3E-02	7.9E-02	1.2E-02	1.6E-03	3.3E-03
04 - Processi produttivi	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
05 - Estrazione e distribuzione combust.	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
06 - Uso di solventi	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
07 - Trasporto su strada	5.7E-01	4.9E+00	1.1E+01	5.4E-01	7.7E+01	2.2E+01	8.4E-01	2.3E+00	1.2E-01
08 - Altre sorgenti mobili e macchinari	5.0E-05	2.0E-02	2.1E-01	2.8E-03	4.3E-01	2.4E-01	3.5E-03	3.7E-02	7.4E-03
09 - Trattamento e smaltimento rifiuti	1.1E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
10 - Agricoltura	1.5E+00	0.0E+00	1.2E-03	1.1E+00	0.0E+00	1.2E-01	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
11 - Altre sorgenti e assorbimenti	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.2E-02	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
TOTALE	3.2E+00	8.1E+00	1.6E+01	3.1E+00	1.1E+02	2.7E+01	1.7E+00	5.4E+00	2.1E-01

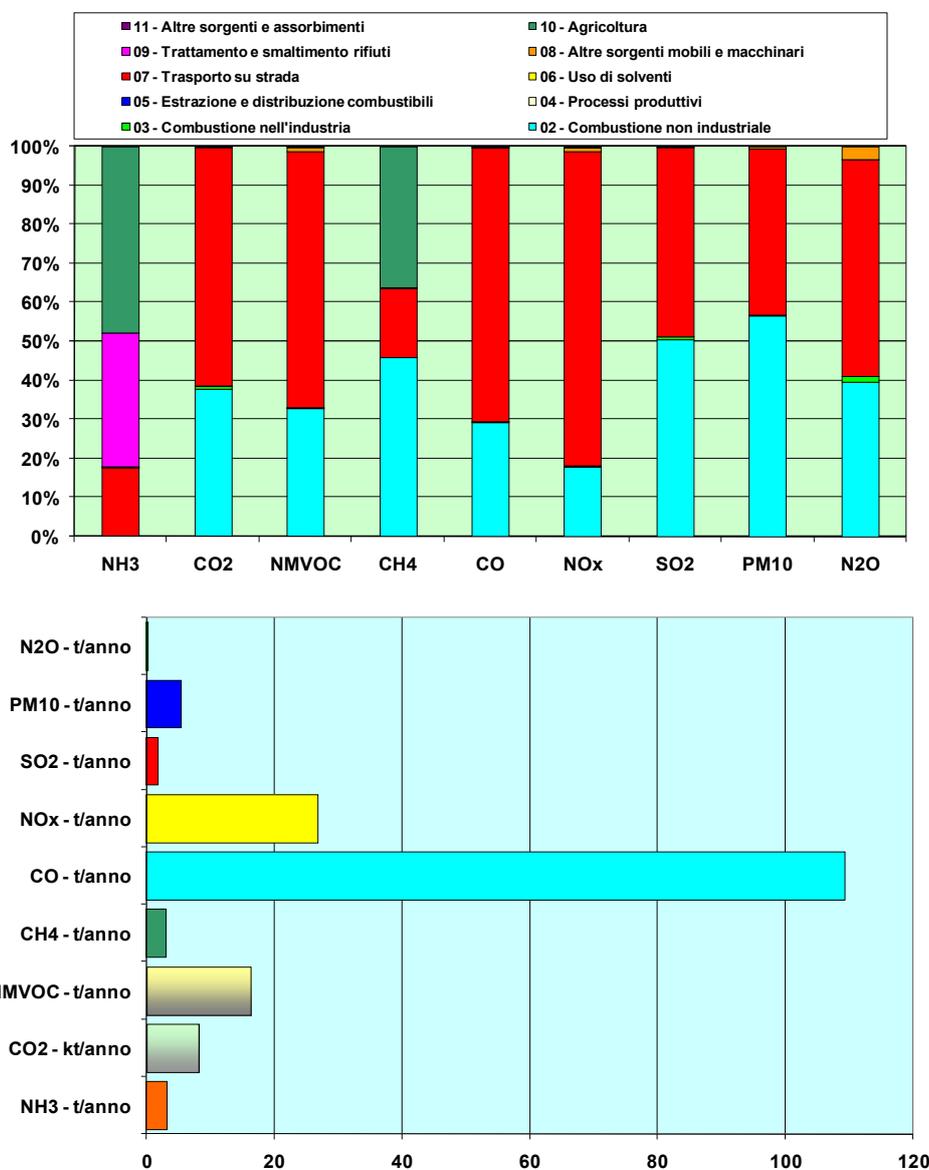


Figura 15 – IREA 2007 - GIAGLIONE

Macrosettore	NH3 t/anno	CO2 kt/anno	NMVOC t/anno	CH4 t/anno	CO t/anno	NOx t/anno	SO2 t/anno	PM10 t/anno	N2O t/anno
02 - Combustione non industriale	3.1E-04	4.0E+00	6.8E+00	2.0E+00	4.1E+01	5.3E+00	1.6E+00	3.6E+00	9.4E-02
03 - Combustione nell'industria	0.0E+00	1.3E-01	8.1E-03	0.0E+00	4.4E-02	1.5E-01	2.3E-02	3.0E-03	6.3E-03
04 - Processi produttivi	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
05 - Estrazione e distribuzione combust.	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
06 - Uso di solventi	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
07 - Trasporto su strada	4.8E-01	4.5E+00	1.1E+01	5.7E-01	7.6E+01	2.0E+01	7.7E-01	2.5E+00	1.1E-01
08 - Altre sorgenti mobili e macchinari	7.0E-05	2.7E-02	1.0E-01	2.0E-03	2.4E-01	3.4E-01	4.8E-03	5.1E-02	1.0E-02
09 - Trattamento e smaltimento rifiuti	1.6E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
10 - Agricoltura	2.6E+00	0.0E+00	5.2E-03	4.7E+00	0.0E+00	8.2E-02	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
11 - Altre sorgenti e assorbimenti	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	7.9E-02	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
TOTALE	4.7E+00	8.7E+00	1.8E+01	7.3E+00	1.2E+02	2.6E+01	2.4E+00	6.1E+00	2.2E-01

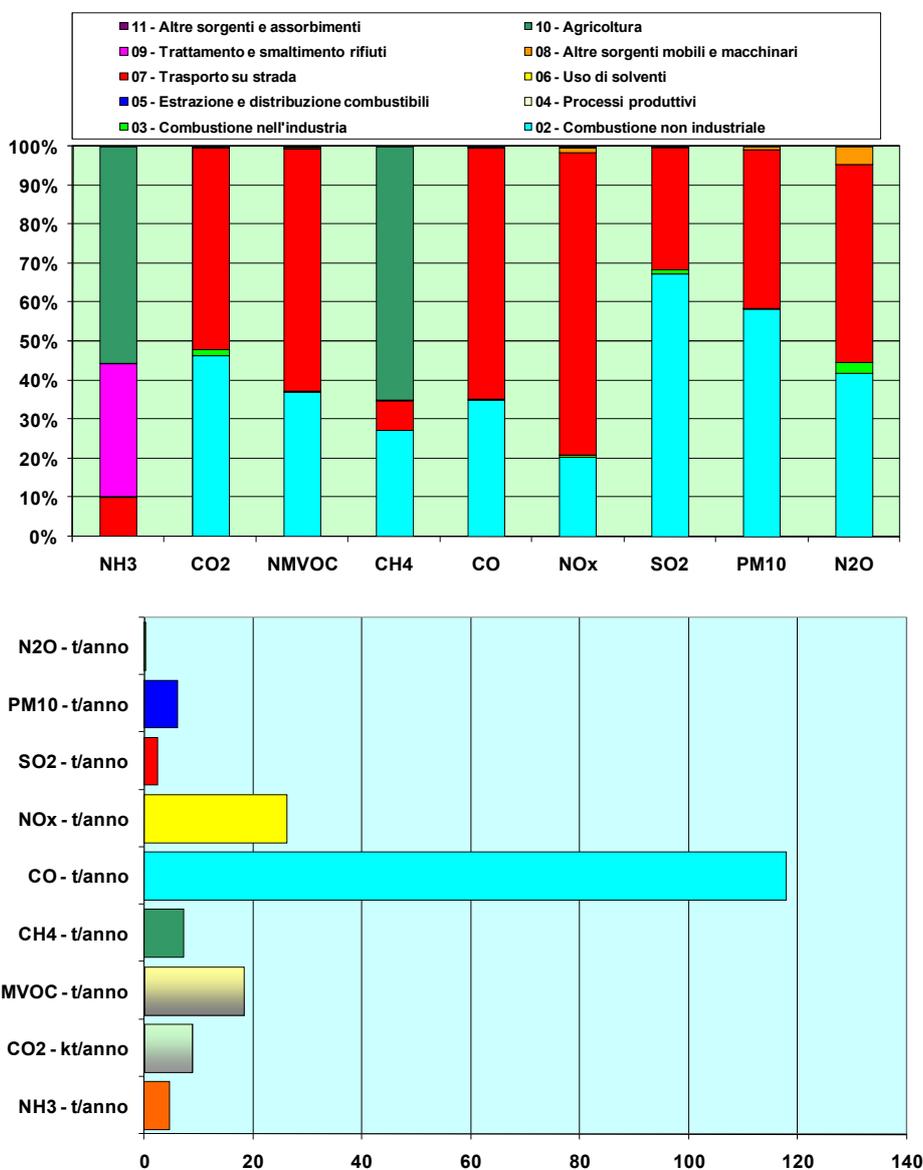


Figura 16 – IREA 2007 - CHIOMONTE

3.2.3 Esiti dei rilievi del Piano di Monitoraggio Ambientale relativo alla realizzazione del "Cunicolo esplorativo la Maddalena"

Utili indicazioni sulla qualità dell'aria, del sito oggetto di studio, possono essere ricavate dall'analisi dei dati ad oggi disponibili del Piano di Monitoraggio previsto per la verifica degli impatti ambientali delle attività di cantiere deputate alla realizzazione del "Cunicolo esplorativo la Maddalena".

Il suddetto piano, infatti, prevede un punto di monitoraggio in prossimità dell'area di studio, come si può evincere dalla scheda monografica della postazione riportata in **Figura 17**.

I dati a disposizione riguardano 3 campagne svolte nei seguenti intervalli temporali:

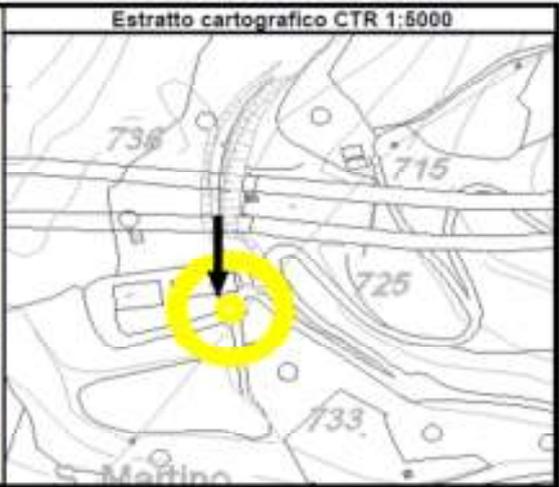
- 16/03/2012 ÷ 5/04/2012;
- 29/06/2012 ÷ 19/07/2012;
- 18/09/2012 ÷ 08/10/2012.

Gli esiti dei rilievi sono sintetizzati graficamente nelle **Figura 18÷Figura 20** e nelle **Tabella 14** in cui è anche riportato il confronto con i rispettivi limiti di legge.

Come si può osservare i dati a disposizione confermano le indicazioni fornite dai dati delle Centraline della Provincia di Torino, ossia i limiti di legge, per tutti gli inquinanti, risultano rispettati con buoni margini di sicurezza.

SCHEDA MONOGRAFICA STAZIONE DI MONITORAGGIO	
CODICE PUNTO	A5.4 - Qualità Aria
CODICE ATTIVITA'	QA
Comune	CHIOMONTE
Indirizzo/Località	Frazione 'La Maddalena'
Quota s.l.m. (m)	723,7
Coordinate UTM (WGS84) fuso 32 T	E 341671,55 N 4999125,03
Tipo area	pubblica
Accessibilità	Chiuso (interno area presidiata)
Referente	LTF

FOTO STAZIONE O LOCALITA'	
	

Estratto cartografico CTR 1:5000	
	

Note	
Stazione ubicata nel parcheggio del museo archeologico:	

Figura 17 – Postazione A5.4 del PMA per la realizzazione del "Cunicolo esplorativo la Maddalena"

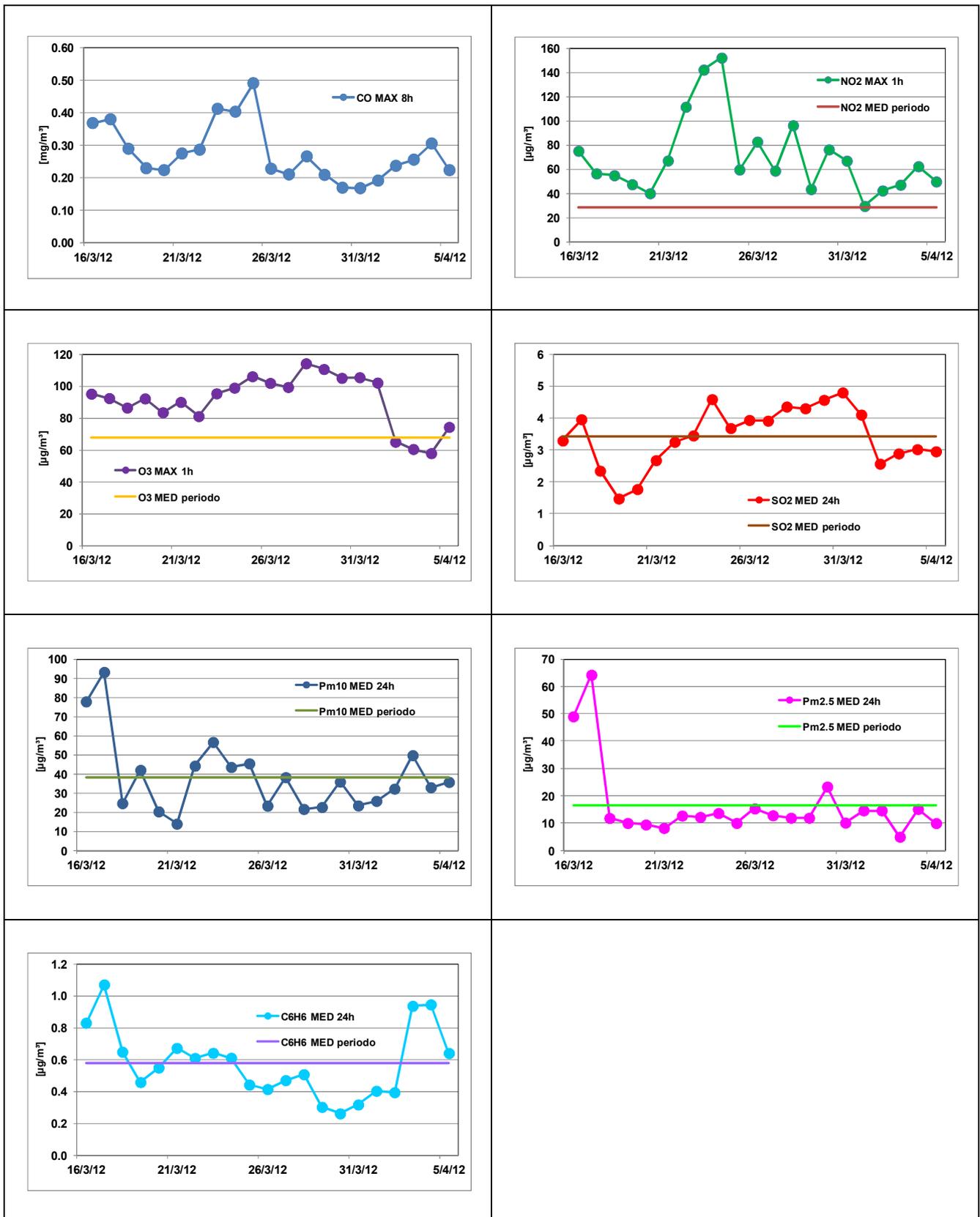


Figura 18 – Esiti campagna di monitoraggio 16/03/2012 ÷ 5/04/2012 – I CAMPAGNA

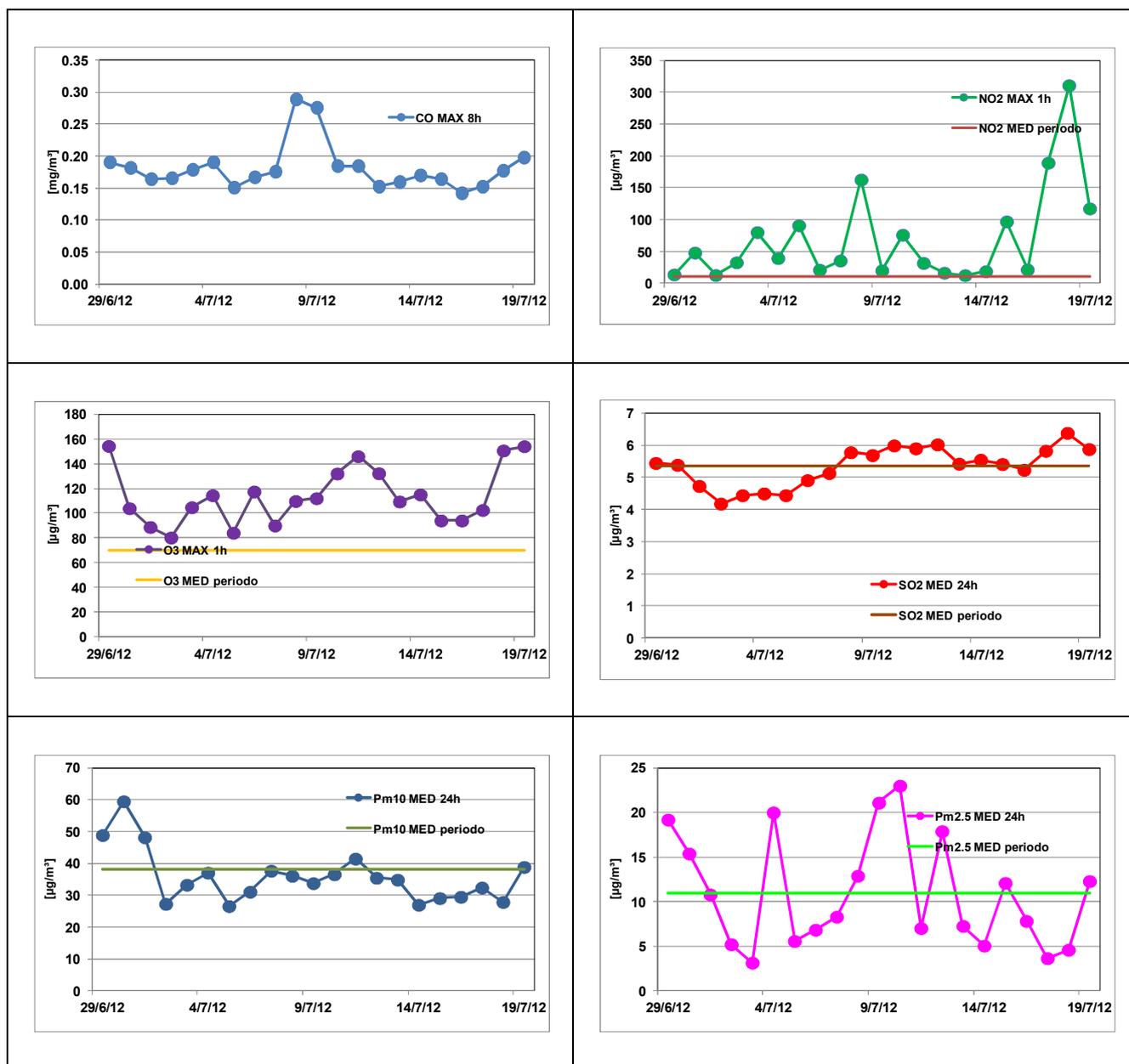


Figura 19 – Esiti campagna di monitoraggio 29/06/2012 ÷ 19/07/2012 – II CAMPAGNA

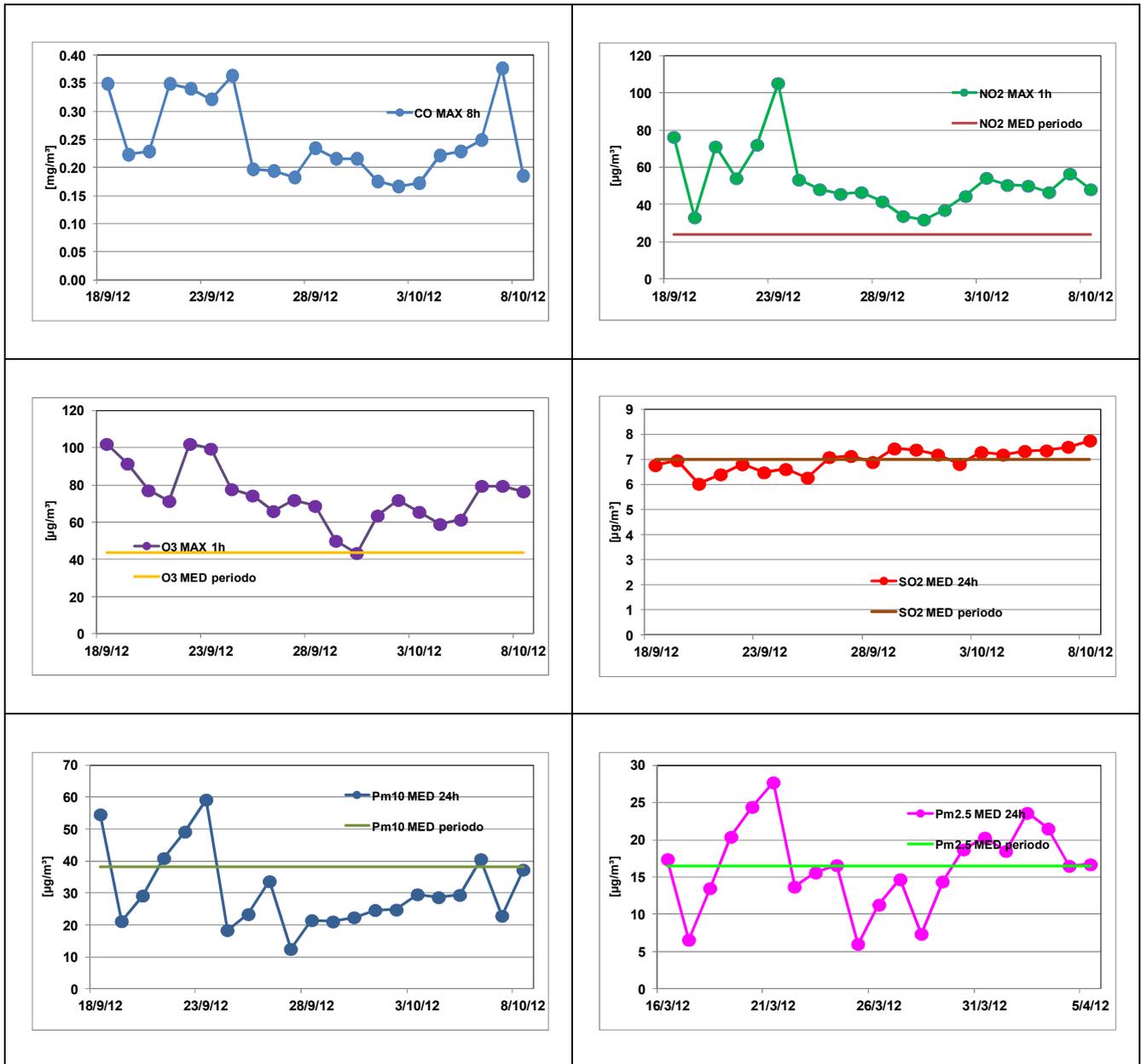


Figura 20 – Esiti campagna di monitoraggio 18/09/2012 ÷ 08/10/2012 – III CAMPAGNA

INQ	Parametro e limite normativo	I Campagna	II Campagna	III Campagna
NO ₂	Concentrazione media [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	28.4	10.1	23.8
	Valore limite concentrazione media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	40	40	40
	Superamenti valore limite di soglia concentrazione max oraria di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	-
	Numero di superamenti consentiti	18	18	18
Pm10	Concentrazione media [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	38.2	35.9	30.7
	Valore limite concentrazione media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	40	40	40
	Superamenti valore limite di soglia concentrazione media giornaliera di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3	1	2
	Numero di superamenti consentiti	35	35	35
Pm2.5	Concentrazione media [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	16.5	10.9	16.5
	Valore limite concentrazione media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	25	25	25
CO	Concentrazione media annuale [mg/m^3]	0.2	0.1	0.2
	Valore limite concentrazione media annua [mg/m^3]	-	-	-
	Superamenti valore limite 10 mg/m^3 come media massima su 8 h (valore MAX)	0 (0.5)	0 (0.3)	0 (0.4)
	Numero di superamenti consentiti	0	0	0
O ₃	Numero superamenti soglia di informazione	0	0	0
	Soglia di informazione 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media oraria	-	-	-
	Valore obiettivo: superamenti soglia concentrazione media su 8 h di 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	4	0
	Numero di superamenti consentiti	25	25	25
C6H6	Concentrazione media [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.6	< 0.5	< 0.5
	Valore limite concentrazione media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	5	5	5
SO ₂	Valore massimo misurato [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	14.9	9.3	9.8
	Valore limite concentrazione massima oraria [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	350	350	350
	Valore massimo misurato [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	4.8	6.4	7.7
	Valore limite concentrazione massima giornaliera [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (3 superamenti MAX)	125	125	125

Tabella 14– Verifica limiti di legge – Rilievi PMA

3.3 Analisi del sistema edificato

La caratterizzazione del sistema insediativo potenzialmente coinvolto dalle immissioni di inquinanti atmosferici, in fase di costruzione dello svincolo in località La Maddalena, è stata svolta integrando le informazioni della cartografia tecnica di progetto con i dati desunti dalla CTR Piemonte in scala 1:10.000 e da specifici sopralluoghi svolti nel mese di gennaio 2013.

Il contesto in cui si svolgeranno le attività oggetto di studio risulta caratterizzato dalla presenza di un sistema ricettore costituito esclusivamente da edifici isolati localizzati a distanza superiori a 100 m dalle aree di attività.

Si segnala in particolare in direzione ovest l'Azienda Agricola Clarea ed il Museo Archeologico di Chiomonte ed in direzione sud-ovest l'Agriturismo San Martino.

A circa 700 m in direzione sud-ovest si incontra la frangia periurbana del Comune di Chiomonte quasi completamente nascosta dal crinale che delimita la morfologia valliva (**Figura 22**). A circa la stessa distanza dal cantiere in direzione sud-ovest è inoltre presente l'area cimiteriale di Chiomonte.

La **Figura 21** contiene le fotografie degli edifici più vicini all'area di cantiere, entrambi a 3 piani e con finestre sia sui fronti principali, sia sui lati di manica.



Figura 21 – Ricettori prossimi all'area di cantiere

Nel Comune di Giaglione, in mezzo alla boscaglia, a circa 150 m dalle aree di cantiere, ad est del torrente Clarea, è presente il Borgo Clarea costituito da alcuni edifici potenzialmente residenziali.



Figura 22 – Crinale che delimita la morfologia

3.4 Conclusioni operative

I dati a disposizione indicano che le attività oggetto di studio si svilupperanno in un contesto caratterizzato da condizioni meteo-climatiche mediamente favorevoli alla dispersione e conseguente diluizione degli inquinanti, in ragione di un regime anemologico mediamente energetico e di un regime pluviometrico caratterizzato da un buon livello di precipitazioni.

I livelli di inquinamento attualmente presenti, come confermato da rilievi realizzati nella fase ante operam del monitoraggio relativo cunicolo esplorativo, risultano contenuti e ampiamente conformi alla prescrizioni normative. Si ritiene opportuno sottolineare che, durante la realizzazione dello svincolo oggetto di studio, l'area sarà interessata dalle attività a pieno regime del cantiere per la realizzazione del "Cunicolo esplorativo la Maddalena" ed è pertanto ragionevole ipotizzare un incremento dei livelli di inquinamento, soprattutto per ciò che concerne le polveri. Tale incremento, se le attività di cantiere verranno svolte ponendo particolare attenzione alla corretta gestione dei presidi per la riduzione delle emissioni di sostanze polverulenti, non dovrebbero, in ogni caso, determinare superamenti significativi dei limiti di legge.

Dal punto di vista del sistema ricettore potenzialmente interessato dalle alterazioni della qualità dell'aria, si segnala esclusivamente la presenza di ricettori isolati a più di 100 m dalle aree di attività.

4. ANALISI DEGLI IMPATTI NELLA FASE DI REALIZZAZIONE

4.1 Descrizione delle attività

L'opera oggetto di studio, denominata “Nuovo Svincolo de La Maddalena sulla A32”, è ubicata nell'area della Maddalena, nel comune di Chiomonte, allo sbocco Vallone Tiraculo-Rio Clarea, sul versante orografico destro del rio Clarea, prima del tratto in cui lo stesso si immette nella Dora in prossimità delle “Gorge di Susa”.

L'intervento in esame (**Figura 23**) prevede lo sviluppo della soluzione 4bis-fase 1, che consentirà esclusivamente il collegamento del futuro cantiere per la realizzazione della discenderia LTF e quindi dell'accesso di sicurezza con la viabilità autostradale, in modo da non interferire con la viabilità ordinaria.



Figura 23 – Tracciamento opera in progetto

La seconda fase, denominata FASE DEFINITIVA, è intesa come il conseguente completamento della precedente, ad ultimazione del suddetto cantiere, per realizzare l'apertura dello svincolo alla viabilità ordinaria tramite il collegamento alla SS24. Tale fase è esclusa dal presente progetto.

L'intervento in esame, nello specifico, prevede la realizzazione delle due rampe dello svincolo di Chiomonte dal viadotto Clarea. Il viadotto Clarea è uno dei più alti e importanti

dell'intero tronco autostradale. Si sviluppa in curva su due impalcati di lunghezze complessive pari a 600 e 650 m, con pile alte fino a 48 m.

Le due rampe, rispettivamente di uscita e di accesso, dello svincolo sono ubicate la prima a partire dalla pila P4 e la seconda si innesta in corrispondenza della pila P10, le due rampe si congiungono in un unico corpo stradale a 75 m circa dalla spalla posta nel versante nord del promontorio che divide la Val Clarea dall'inciso della Dora, in una zona caratterizzata da un piazzale di manovra.

Le attività necessarie alla realizzazione dell'opera possono essere così riassunte:

- realizzazione delle pile in affiancamento a quelle esistenti della carreggiata di discesa e contestuale esecuzione delle pile degli impalcati della rampa di uscita, distanti dal viadotto Clarea;
- adeguamento sismico dell'impalcato di discesa, con chiusura al traffico dello stesso e parziale contemporaneità per la realizzazione dell'impalcato metallico per eseguire l'allargamento sulle pile realizzate in precedenza. Durante lo stesso periodo avvierà anche la realizzazione degli impalcati della rampa di uscita (C+D) non interferenti con il viadotto Clarea e la costruzione delle pile di sostegno degli impalcati (A+B) della rampa di ingresso;
- realizzazione delle pile in affiancamento a quelle esistenti della carreggiata di salita, avanzamento degli impalcati A e B;
- adeguamento sismico dell'impalcato di salita, con chiusura al traffico dello stesso e parziale contemporaneità di realizzazione dell'impalcato metallico per eseguire l'allargamento sulle pile realizzate in precedenza. Nello stesso periodo temporale sarà eseguito il completamento degli impalcati A+B;

Durante il periodo complessivo di adeguamento del viadotto Clarea è prevista, compatibilmente con il numero dei macchinari ipotizzati per l'esecuzione delle fondazioni profonde, la realizzazione di tutte quelle opere necessarie al collegamento dello svincolo con l'area di cantiere. Rientrano quindi tra queste il piazzale di imbocco della futura galleria al di sotto del promontorio delle vigne, nonché la viabilità di collegamento con il cantiere, a scavalco della nuova viabilità in progetto per Borgata Clarea.

4.2 Individuazione dei fattori di impatto

4.2.1 Generalità

Il cantiere determinerà inevitabilmente degli impatti sulla componente atmosfera associati alle emissioni di sostanze inquinanti nell'aria a seguito dello svolgimento delle attività.

Gli inquinanti immessi nell'ambiente possono essere sostanzialmente ricondotti a due tipologie:

- le emissioni di motori ossia quelle causate dai processi di combustione e di abrasione dei motori (diesel, benzina, gas) dei macchinari operanti all'interno del cantiere normalmente composte da polveri, NOX, COV, CO, CO₂;
- le emissioni non di motori, ossia determinate dai processi di lavoro meccanici (fisici) e termico-chimici che comportano la formazione, lo sprigionamento e/o il risollevarimento di polveri, polveri fini, fumo e/o sostanze gassose.

Nella **Tabella 15**, ripresa dalla direttiva “Protezione dell’aria sui cantieri edili” dell’Ufficio Federale dell’ambiente, delle foreste e del paesaggio di Berna in vigore dal 1/09/02 edizione 2009, viene indicata l’incidenza di emissione delle diverse sostanze inquinanti in funzione di alcune tipologie di lavorazioni. Analizzando le indicazioni fornite dalla tabella in funzione delle tipologie di lavorazioni necessarie per la realizzazione di un’opera civile si evince che gli impatti maggiormente rilevanti risultano associati alle produzioni di polveri e di sostanze inquinanti da motori; viceversa risultano sostanzialmente trascurabili le emissioni non da motori di natura diversa rispetto al particolato.

LAVORAZIONE	Emissioni non di motori		Emissioni di motori		
	Polveri	COV, gas	NOX, Pm, COV,...		
Installazioni generali di cantiere: segnatamente infrastrutture viarie	A	B	M		
Lavori di dissodamento (abbattimento e sradicamento di alberi)	M	B	M		
Demolizioni, smantellamento e rimozioni	A	B	M		
Misure di sicurezza dell’opera: perforazione, calcestruzzo a proiezione	M	B	M		
Impermeabilizzazioni di opere interrato e di ponti	M	A	B		
Lavori di sterro (incl. lavori esterni e lavori in terreno coltivabile, drenaggio)	A	B	A		
Scavo generale	A	B	A		
Opere idrauliche, sistemazione di corsi d’acqua	A	B	A		
Strati di fondazione ed estrazione di materiale	A	B	A		
Pavimentazioni	M	A	A		
Posa binari	M	B	A		
Calcestruzzo gettato in opera	B	B	M		
Lavori sotterranei: scavi	A	M	A		
Lavori di finitura per tracciati, segnatamente demarcazioni di superfici del traffico	B	A	B		
Opere in calcestruzzo semplice e calcestruzzo armato	B	B	M		
Ripristino e protezione di strutture in calcestruzzo, carotaggio e lavori di fresatura	A	B	B		
Opere in pietra naturale e pietra artificiale	M	B	B		
Coperture: impermeabilizzazioni in materiali plastici ed elastici	B	A	B		
Sigillature e isolazioni speciali	B	A	B		
Intonaci di facciate: intonaci, opere da gessatore	M	M	B		
Opere da pittore (esterne/interne)	M	A	B		
Pavimenti, rivestimenti di pareti e soffitti in vario materiale	M	M	B		
Pulizia dell’edificio	M	M	B		
A	elevata /molto elevata	M	Media	B	ridotta

Tabella 15– Incidenza della tipologia di inquinanti in funzione delle lavorazioni

4.2.2 *Analisi e descrizione dei fenomeni*

In base alle attività necessarie alla realizzazione dell'opera è possibile ipotizzare che i fenomeni che potrebbero determinare, se non adeguatamente controllati, significative emissioni di sostanze inquinanti ed in particolare di polveri, sono:

- presenza e movimentazione di mezzi lungo piste e piazzali asfaltati e non;
- trasporto di materiale;
- stoccaggio di materiale;
- realizzazioni di pali/paratie;
- emissioni da macchinari.

4.2.3 *Piste e piazzali pavimentati e non pavimentati*

Le cause che originano emissioni diffuse di polveri da parte di una pista o di un piazzale di cantiere non pavimentati e/o pavimentati sono le seguenti:

- presenza dell'agente materiale di pericolo:
 - presenza, nello strato superficiale di materiale costituente il piazzale o la pista non pavimentata, di materiale di dimensioni aerodispersibili (in genere si intende presenza di silt, $d < 75 \mu\text{m}$);
 - presenza, nello strato superficiale di materiale costituente il piazzale o la pista non pavimentata, di materiale soggetto a comminuzione vista la natura e la quantità delle attività di trasporto materiale o movimento mezzi che lo sollecitano;
 - dispersione, da parte di mezzi, di materiale che, comminuto a causa dell'urto e del passaggio di altri mezzi si modifica in forma disponibile all'aerodispersione (secondaria);
 - trasporto e deposizione, da parte del vento e della pioggia, di materiale dai terreni confinanti con la pista o con il piazzale. Il materiale viene poi aerodisperso o ricomminuito ed aerodisperso da parte delle cause di aerodispersione presenti.
- presenza di cause di aerodispersione:
 - passaggio di mezzi (numero, massa e velocità);
 - trasporto, erosione e trasporto, da parte di correnti d'aria e vento.

L'entità del problema è variabile in funzione:

- della situazione geologica locale;
- del livello di attività sul sito;
- dell'estensione della copertura vegetativa nel sito;
- della distribuzione granulometrica e del contenuto di umidità del materiale costitutivo di piste e piazzali non pavimentati o del materiale perso su piste e piazzali pavimentati;

- della formazione di una crosta superficiale sul materiale costitutivo di piste e piazzali non pavimentati;
- del regime pluviometrico, dell'umidità e della temperatura ambientale del sito;
- delle modalità organizzative e logistiche delle attività sul sito.

Nel seguito, per alcuni fenomeni specifici di rilascio e dispersione di polveri in presenza di piste/piazzali, vengono analizzate le formulazioni proposte dall' EPA (U.S. Environmental Protection Agency) e riportate nell' "AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors".

4.2.4 Piste di cantiere – non asfaltate

Quando un veicolo percorre una strada non pavimentata, le forze trasmesse dalle ruote sulla superficie della strada causano la polverizzazione del materiale. Le particelle di materiale vengono sollevate dalla rotazione dei pneumatici e disperse dai vortici turbolenti che si creano al di sotto del veicolo. La scia di turbolenza generata in direzione opposta a quella di marcia continua ad agire sulla pavimentazione stradale anche dopo che il veicolo è transitato.

La quantità di polveri emesse varia linearmente con il volume di traffico in transito e dipende fortemente dalla percentuale di limo, cioè di particelle caratterizzate da un diametro minore di 75 µm, contenute nel materiale superficiale presente sulla pista di cantiere.

La stima delle emissioni di polveri in Kg per Km è basata su una equazione sperimentale:

$$E = 0.423 \left(\frac{s}{12} \right)^{0.9} \left(\frac{W}{3} \right)^{0.45} \quad [\text{kg/km}]$$

dove:

s percentuale di contenuto di limo [%];

W peso medio dei veicoli circolanti [ton].

4.2.5 Transito di mezzi di cantiere su strade asfaltate

Una significativa emissione, qualora non adeguatamente controllata, può derivare dal trasporto dei materiali su strade asfaltate, a causa dei fenomeni di risollevarimento innescati dai veicoli in transito in presenza di superfici non pulite.

Nella **Figura 24** – Cause di deposizione e rimozione di materiale polverulento su strade asfaltate

, tratta dall' "AP 42" dell'EPA, sono schematizzati le principali cause di deposizione e rimozione delle polveri su strade asfaltate.

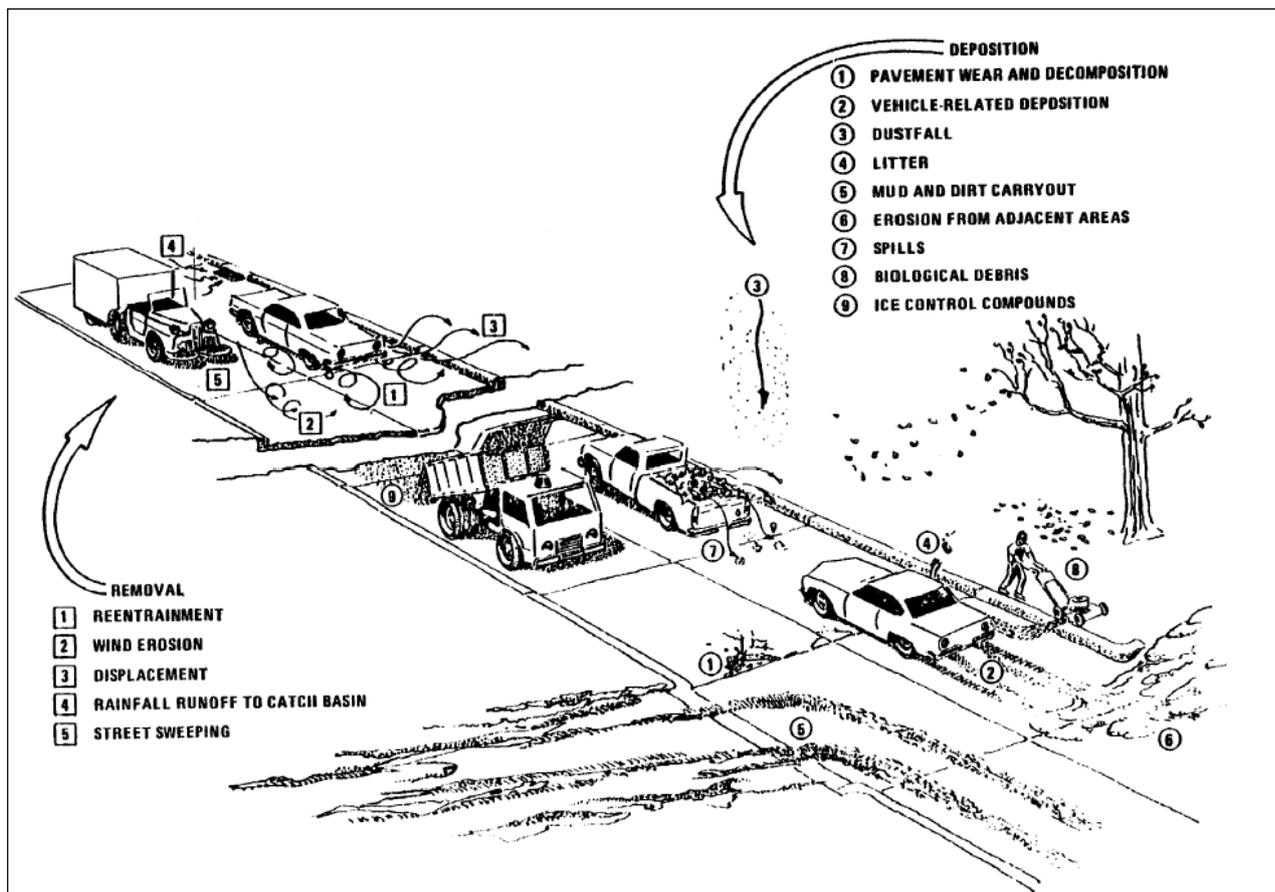


Figura 24 – Cause di deposizione e rimozione di materiale polverulento su strade asfaltate

Anche tale fenomeno è stato quantificato dall'EPA attraverso lo sviluppo di una formulazione empirica che correla i quantitativi di polvere emessi con il peso dei veicoli in transito e il quantitativo di silt (polveri con diametro uguale o inferiore ai 75 μm) presente sul manto stradale e la velocità di transito dei veicoli.

$$E = 0.62(sL)^{0.91}(W)^{1.02} \quad [\text{kg/km}]$$

In cui:

E: emissione di polveri espressa in g per Km percorso;

sL: quantitativo di silt presente sulla superficie stradale (g/m^2);

W: peso medio dei veicoli che transitano lungo la strada (tons).

4.2.6 Trasporto di materiale

La movimentazione del materiale all'interno di un'area di cantiere può avvenire in modo discontinuo o continuo. Le movimentazioni discontinue sono normalmente attuate mediante autocarri viceversa lo strumento di più frequente impiego per le movimentazioni continue è rappresentato dai nastri trasportatori.

Le problematiche legate alla movimentazione discontinua mediante autocarri sono sostanzialmente state analizzate nel paragrafo relativo alle piste e ai piazzali, in quanto la principale sorgente di emissioni associata a tale tipologia di movimentazione è ascrivibile ai fenomeni di risollevaramento determinati dal transito di mezzi pesanti o su superfici non asfaltate o su superfici asfaltate non pulite. In presenza di superfici asfaltate il transito dei mezzi pesanti, se non adeguatamente controllati (pulizia pneumatici, perdite di carico), può

rappresentare una fonte significativa di materiale depositato sul manto stradale potenzialmente aereodisperso da ulteriori transiti.

Non si analizzano le problematiche legate alla movimentazioni in continuo in quanto non si prevede l'impiego di tale tecnologia durante le fasi di cantiere oggetto di analisi.

4.2.7 Stoccaggio di materiale

Lo stoccaggio di materiali da cantiere, materie prime, additivi, smarino può essere concettualmente diviso nelle seguenti tipologie:

- stoccaggio in cumuli all'aperto;
- stoccaggio in sacchi e sacche per grandi masse di materiale;
- stoccaggio in silos e depositi;
- stoccaggio in imballaggi per materiali pericolosi.

Lo stoccaggio all'esterno in cumuli è utilizzato per grandi quantità di materiali solidi ed è funzionale:

- alla costituzione di riserve di materiali ubicate tra il luogo dove il materiale è estratto e l'impianto che lo deve processare;
- alla costituzione di sistemi polmone tra due operazioni distinte che operano in tempi diversi o con diverse quantità di materiale;
- alla necessità di miscelare diverse tipologie di materiali;
- alla necessità di omogeneizzare un flusso di materiale;
- alla necessità di effettuare un trasferimento di materiale tra un sistema di trasporto continuo ed uno discontinuo o viceversa.

Gli stoccaggi in cumuli in sistemi chiusi sono previsti per i materiali a granulometria fine e che non devono inumidirsi.

Un cumulo è considerato attivo quando il materiale viene continuamente alimentato e ripreso dal cumulo. Un cumulo è considerato inattivo quando non viene alimentato o ripreso del materiale per lunghi periodi.

Tutte le tipologie di cumuli, considerando lo stoccaggio in cumuli come sistema composto da un cumulo attivo e dai sistemi/attività di alimentazione e ripresa possono essere cause di ingenti emissioni di polveri.

La generazione di emissioni di polveri da operazioni di stoccaggio in cumuli è dovuta:

- alle attività di formazione di un nuovo cumulo:
 - il vento o l'aria richiamata intercettano il flusso di materiale in caduta separando e disperdendo la parte di materiale a granulometria fine da quella grossolana;
 - nel momento in cui il materiale in caduta raggiunge un cumulo si forma una nube di polvere;
- all'azione erosiva del vento su un cumulo formato.

In presenza di sistemi di stoccaggio chiusi le emissioni di polveri si possono verificare esclusivamente nelle fasi di carico e scarico.

L'inventario delle emissioni definito dall'EPA e precedentemente citato fornisce una formulazione empirica per stimare i quantitativi di polveri emessi da un'area di deposito.

La quantità di emissione delle aree deposito dipende dal volume movimentato dello stoccaggio, dal grado di umidità degli inerti, dal contenuto di frazione fine e dall'età dell'accumulo.

Le fasi iniziali di conferimento all'area di deposito di nuovo materiale sono caratterizzate dal massimo potenziale di impatto: le particelle più fini possono essere facilmente disperse in atmosfera sia ad opera del vento, sia durante la movimentazione del materiale. Quando gli accumuli sono formati, il potenziale di dispersione si riduce decisamente a causa dell'aggregazione e della cementificazione delle particelle fini determinate dall'umidità; l'eventuale successiva esposizione a piogge contribuisce a mantenere umido l'ammasso di inerti.

La quantità di emissione E di materiale particolato originata dalle fasi di formazione dello stoccaggio può essere stimata con il ricorso alla seguente formulazione:

$$E = \frac{k0.0016\left(\frac{u}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

dove:

E fattore di emissione espresso come kg/Mg movimentati;

k coefficiente correlato alle dimensioni del particolato (per il Pm10 pari a 0.35);

U velocità media del vento [m/s];

M contenuto di umidità del materiale [%].

L'equazione indicata è applicabile all'interno dei seguenti campi di variabilità dei parametri influenti: frazione fine 0,44-19%, contenuto di umidità 0,25-4,8%, velocità del vento 0,6-6,7 m/s.

In assenza di movimentazione del materiale stoccato l'unica fonte di emissione è determinata dall'azione di erosione/risollevamento e aerodispersione ad opera del vento. Anche per tale fenomeno l'EPA fornisce delle formulazioni semi-empiriche in grado di stimare i quantitativi emessi.

Gli studi sperimentali svolti in questo campo evidenziano che, affinché si verifichino fenomeni di erosione con risollevamento di polveri, è necessario che la velocità minima del vento sia superiore a 5 m/s a 10 cm sopra il suolo o a 10 m/s a 7 m di altezza dalla superficie esposta. E' altresì documentato che l'emissione di polveri ha un rapido decadimento e un tempo di dimezzamento di vita di pochi minuti. In altre parole il materiale che compone lo strato superficiale del terreno è caratterizzato da una disponibilità limitata di materiale fine erodibile e trasportabile a distanza.

Il calcolo del fattore di emissione richiede in primo luogo la stima della velocità del vento in prossimità del suolo. Convenzionalmente viene assunta una altezza di 15 cm e viene utilizzata la tipica distribuzione logaritmica che definisce il profilo di velocità del vento nei bassi strati dell'atmosfera:

$$u(z) = \left(\frac{u^*}{0.4}\right) \times \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad (z > z_0)$$

dove:

u = velocità del vento all'altezza z dal terreno [cm/s]

u^* = velocità di attrito [cm/s]

z = altezza al disopra della superficie [cm]

z_0 = rugosità superficiale [cm]

0.4 = costante di von Karman (adimensionale).

Le velocità di attrito u^* e la rugosità superficiale z_0 dipendono dalla superficie interessata dal campo anemologico e possono essere determinati sperimentalmente.

Il fattore di emissione di materiale particolato conseguente a fenomeni di erosione superficiale ad opera del vento può essere espresso in g/m^2 con la seguente equazione:

$$E_{P_{m10}} = 0.5 \sum_{i=1}^n P_i \quad [g/m^2]$$

dove:

n = numero di eventi su base annuale

P_i = potenziale di erosione corrispondente alla velocità massima del vento raggiunta durante l'evento.

Il potenziale di erosione per una superficie asciutta è dato da:

$$P = 58(u^* - u_t^*)^2 + 25(u^* - u_t^*)$$

dove:

u^* = velocità di attrito [m/s]

u_t^* = velocità di attrito limite [m/s], ossia la velocità di attrito al di sopra della quale possono verificarsi fenomeni di risollevarimento delle polveri, è strettamente correlato al tipo di suolo presente (tale parametro in presenza di aree di cantiere non asfaltate risulta pari a circa 1 m/s).

4.2.8 Realizzazione di paratie/pali

Nei cantieri deputati alla realizzazione di opere civili risulta frequente l'impiego di macchinari (macchine per micropali ed idrofresce) in grado di realizzare perforazioni o scavi a sezione obbligata ad esempio per la realizzazione di micropali o di diaframmi.

Dal punto di vista della possibilità di generare particolati aerodispersi sotto forma di polveri (comminuzione del materiale costitutivo del mezzo perforato fino a dimensioni aerodinamiche – granulometriche adatte) occorre distinguere tra:

- perforazioni in roccia o in materiali duri (cemento, calcestruzzo);
- perforazioni o trivellazioni in terreni.

Nelle prime l'azione disgregante degli utensili produce sempre uno sfrido, rimosso pneumaticamente o idraulicamente dal foro in esecuzione, costituito essenzialmente da polveri.

Nelle seconde, tra cui le trivellazioni ad umido o con fanghi/ fanghi bentonitici di terreni per la realizzazione di confinamenti, la natura del terreno consente l'uso di utensili che disgregano meno il mezzo perforato. Nelle trivellazioni di terreni, a meno di quelle per l'esecuzione di sondaggi geognostici, la perforatrice è idraulica e lavora sempre umido ed in circolazione inversa: il fango iniettato funge sia da stabilizzante delle pareti del foro, sia da elemento di creazione della torbida a fondo foro che viene poi ripresa al centro dei doppi utensili fresanti ed evacuata in condotta.

Indipendentemente dalla specifica tipologia di foro eseguita, in tema di gestione delle emissioni di polvere fuggitive, valgono per le perforazioni i seguenti principi:

- minimizzare la quantità di polvere prodotta ovvero generare uno sfrido costituito da particelle di dimensioni più grossolane possibili;
- in caso di produzione di sfrido di dimensioni aerodispersibili risulta necessario:

- utilizzare tecniche per confinare le polveri all'interno del circuito di evacuazione dello sfrido (che può operare a secco o ad umido);
- utilizzare tecniche per abbattere le polveri prima del termine del circuito di evacuazione dello sfrido;
- gestire tecniche e procedure in modo da minimizzare le perdite dal circuito di evacuazione dello sfrido a boccaforo e a valle del circuito di abbattimento (batteria finale di separazione polveri, in caso di evacuazione pneumatica, circuito di separazione tra il fluido di evacuazione dello sfrido e lo sfrido stesso, in caso di evacuazione dello sfrido idraulica).

Nello specifico le idrofresce:

- producono uno sfrido grossolano (anche di dimensioni decimetriche) e sono particolarmente soggette a sostituzione degli utensili usurati;
- lo sfrido è per natura della macchina evacuato ad umido o meglio prodotto ad umido e confinato in un circuito interno di evacuazione essenzialmente costituito da condotte;
- la messa a dimora dello sfrido dopo evacuato avviene solitamente in vasconi dove il materiale rimane comunque umido.

Di conseguenza, per tale tipologia di macchinario, il problema emissivo si pone:

- all'atto di instestaggio della testa fresante nel terreno;
- nelle modalità di evacuazione dello smarino messo a dimora in cantiere (attività di per se non propria della attività ma più legata alla movimentazione materiali).

Riguardo alle perforatrici per micropali occorre tener presente che:

- producono sfrido grossolano;
- lavorano ad umido con fanghi o additivi schiumogeni (stabilizzanti del foro) ed a boccaforo producono un getto di terra umida utilizzato in genere come terra in cantiere.

Di conseguenza, per le perforatrici per micropali, il problema emissivo si pone:

- nell'attenzione posta alla gestione della terra umida prodotta;
- nell'eventuale attivazione di sistema di aspirazione alla cappa aspirante calabile a ridosso di boccaforo per la gestione degli aerosol di terra ed acqua.

4.3 Definizione delle emissioni determinate dalle attività di cantiere

In ragione della complessità e varietà dei fenomeni presenti si è preferito procedere alla quantificazione delle emissioni attraverso l'analisi di una campagna di monitoraggio svolta in corrispondenza di un cantiere che, seppur relativo alla realizzazione di un centro commerciale con parcheggio sotterraneo, presenta tipologie di attività analoghe a quelle relative all'opera oggetto di studio (movimentazione su piste non asfaltate, realizzazione di pali/paratie, ...).

Gli esiti della campagna di misura, depurati dai livelli di fondo dell'area in cui sono state svolte le misure, hanno documentato un contributo in termini di concentrazioni di Pm10 a bordo cantiere differenziato in funzione della tipologia di attività che si svolgevano.

In particolare in presenza di attività caratterizzate da un significativo transito di mezzi e movimentazione di terre (attività di scavo, attività movimentazione terre/macerie con mezzi

pesanti in transito su aree non asfaltate, cfr. **Figura 25**) il contributo delle attività alle concentrazioni di fondo a bordo cantiere è risulta essere pari a $20\div 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Viceversa in presenza di attività che richiedevano un minor numero di transiti veicolari e/o movimentazione di terre (Getti di calcestruzzo, posa prefabbricati, perforazioni, cfr. **Figura 26**) il contributo delle attività alle concentrazioni di fondo a bordo cantiere è risulta essere pari a $10\div 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figura 25 – Attività con potenziale emissione di polveri significativa



Figura 26 – Attività con potenziale emissione di polveri di media intensità

Ovviamente le concentrazioni indicate dipendono da una grande varietà di fattori in particolare condizioni meteorologiche e modalità di gestione delle attività e devono essere considerati come ordini di grandezza orientativi. Si ritiene inoltre opportuno sottolineare che

il cantiere oggetto di rilievi era caratterizzato da un discreto livello di attenzione alle problematiche ambientali in materia di inquinamento atmosferico evidente dall'impiego di macchinari di recente immatricolazione e con buoni livelli di manutenzione, periodico ricorso ad attività di bagnatura, corretta gestione delle piste interne. L'assenza di tali presidi di base avrebbe sicuramente determinato livelli di polverosità a bordo cantiere significativamente superiori.

Nella situazione oggetto di studio l'assenza di ricettori nelle immediate vicinanze alle aree di cantiere consente di ipotizzare un livello di impatto sul sistema ricettore abbastanza contenuto, a patto che le attività vengano svolte con un buon livello di attenzione finalizzato alla riduzione delle emissioni inquinanti.

Nel paragrafo successivo vengono indicati gli interventi di mitigazione che dovranno essere previsti.

4.4 Interventi mitigativi per la componente atmosfera

4.4.1 Interventi di carattere generale

L'obiettivo di minimizzare le emissioni di polveri sarà perseguito attraverso una capillare formazione delle maestranze finalizzata ad evitare comportamenti che possono determinare l'innescio di fenomeni di produzione e dispersione dei polveri. Si riporta nel seguito l'elenco delle principali prescrizioni a cui gli operatori dovranno attenersi:

- spegnimento dei macchinari durante le fasi di non attività;
- transito a velocità molto contenute dei mezzi nelle aree non asfaltate al fine di ridurre al minimo i fenomeni di risospensione del particolato;
- copertura dei carichi durante le fasi di trasporto;
- adeguato utilizzo delle macchine movimento terra limitando le altezze di caduta del materiale movimentato e ponendo attenzione nelle fasi di carico dei camion a posizionare la pala in maniera adeguata rispetto al cassone (cfr. **Figura 27**).



Figura 27 – Esempio di corretto svolgimento delle attività di carico con pala meccanica

Un ulteriore intervento di carattere generale e gestionale riguarda la definizione esecutiva del lay-out di cantiere che dovrà porre attenzione nell'ubicare eventuali impianti potenzialmente oggetto di emissioni polverulenti, per quanto possibile, in aree non immediatamente prossime ai ricettori. Inoltre le aree di cantiere in cui possono innescarsi fenomeni di risollevarimento in presenza di vento forte e dispersione delle polveri (aree di stoccaggio, anche temporaneo, di materiali sciolti, aree non asfaltate) dovranno essere protette con schermature antivento/antipolvere realizzate ad hoc o, disponendo in maniera adeguata schermi già previsti per altri scopi (barriere antirumore, container, recinzione del cantiere,).

4.4.2 Adeguata scelta delle macchine operatrici

L'Unione Europea ha avviato da alcuni decenni una politica di riduzione delle emissioni di sostanze inquinanti da parte dei autoveicoli e, più in generale, di tutti i macchinari dotati di motori alimentati da combustibili. Tale politica si è concretizzata attraverso l'emanazione di direttive che impongono alle case costruttrici di autoveicoli emissioni di inquinanti via via più contenute.

Nelle **Figura 28** ÷ **Figura 30** si riportano i coefficienti di emissione forniti dal modello COPERT IV relativamente ai veicoli commerciali pesanti alimentati a diesel e circolanti ad una velocità di 50 Km/h.

Come si può osservare l'impiego di veicoli conformi alla direttiva Euro IV e V garantisce, relativamente al Pm10, una riduzione delle emissioni pari mediamente al 95% rispetto alle emissioni dei veicoli Pre Euro e superiori all'80% rispetto ai veicoli Euro III. Relativamente agli Ossidi di Azoto la riduzione tra veicoli PreEuro e Euro V risulta pari a circa l'80%, mentre il confronto tra Euro IV e Euro V evidenzia una diminuzione delle emissioni superiore al 40%. Molto significativa risulta anche la riduzione dei NMVOC che, confrontando veicoli PreEuro e Euro V, risulta superiore al 98%. Analogamente, per i veicoli OFF ROAD, le direttive 97/68/EC e 2004/26/EC, prescrivono una riduzione delle emissioni in tre "stage", lo stage III risulta obbligatorio, in funzione della potenza dei macchinari, per mezzi omologati tra il 1/07/05 e il 1/01/07 (**Figura 31** ÷ **Figura 33**). Anche in questo caso, considerando macchinari di potenza intermedia (75-560 kW), intervallo in cui ricadono buona parte delle macchine tipiche da cantiere, si assiste ad una riduzione delle emissioni molto significativa, (confrontando Stage III e macchine senza specifica omologazione: Pm10 - 80%, NO_x = -76%, NMVOC = -60/-70%).

Alla luce di quanto riportato al fine di contenere le emissioni dovrà essere privilegiato l'impiego di macchinari di recente costruzione.

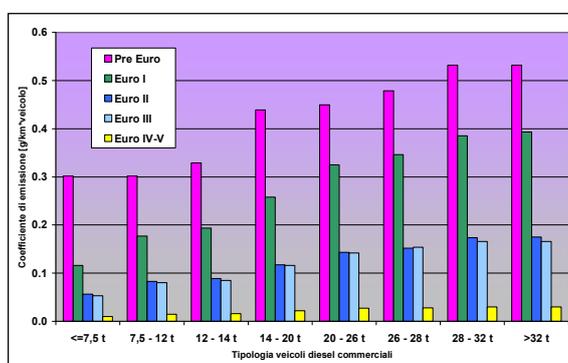


Figura 28 – Coefficienti di emissione Pm10 veicoli diesel commerciali pesanti (Copert IV)

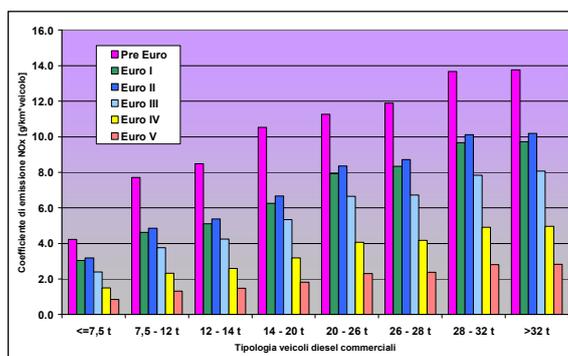
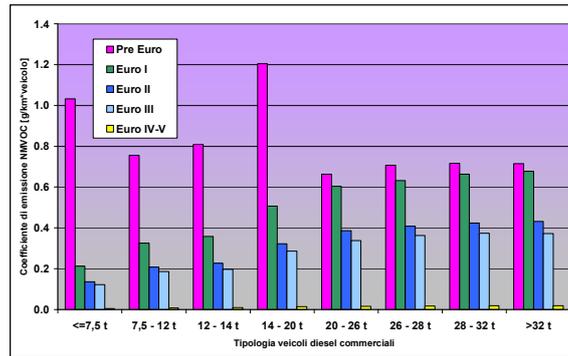
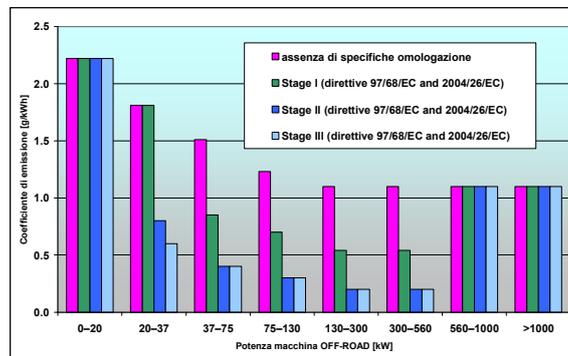
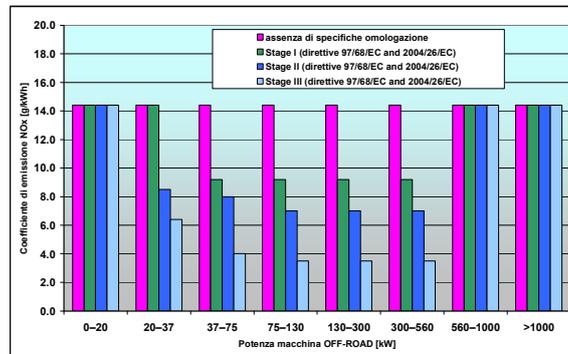
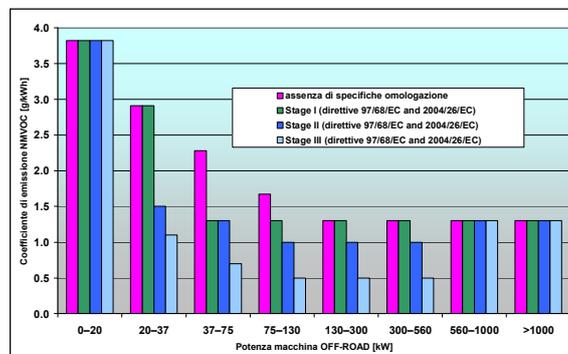


Figura 29 – Coefficienti di emissione NOx veicoli diesel commerciali pesanti (Copert IV)**Figura 30** – Coefficienti di emissione NMVOC veicoli diesel commerciali pesanti (Copert IV)**Figura 31** – Coefficienti di emissione Pm10 veicoli OFF-ROAD (fonte EMEP/EEA)**Figura 32** – Coefficienti di emissione NOx veicoli OFF-ROAD (fonte EMEP/EEA)**Figura 33** – Coefficienti di emissione NMVOC veicoli OFF-ROAD (fonte EMEP/EEA)

4.4.3 Impianti di bagnatura

Il principale sistema di mitigazione dell'emissione e dispersione di polveri a seguito di attività di cantiere è rappresentato dall'impiego di sistemi di bagnatura delle aree di lavorazione.

L'impiego di sistemi di bagnatura agisce sostanzialmente su due versanti:

- riduzione del potenziale emissivo;
- trasporto al suolo delle particelle di polveri aerodisperse.

La riduzione dei quantitativi emessi avviene attraverso l'opera di coesione che la presenza di acqua svolge nei confronti delle particelle di polveri potenzialmente oggetto di fenomeni di risospensione presenti sul suolo.

Il trasporto al suolo delle particelle aerodisperse avviene, viceversa, attraverso i medesimi meccanismi che consentono la rimozione delle polveri in atmosfera ad opera delle precipitazioni, ossia rain-out (le particelle fungono da nucleo di condensazione per gocce di "pioggia"), wash-out (le particelle vengono inglobate nelle gocce di "pioggia" già esistenti prima della loro caduta), sweep-out (le particelle sono intercettate dalle "gocce" nella fase di caduta). Tra i tre meccanismi quelli che presentano la maggiore efficacia sono i primi due.

La definizione del sistema di bagnatura risulta fortemente condizionato dalla tipologia di sorgente che si desidera contenere e dalle sue modalità di emissione. In presenza di fenomeni di risollevarimento quali quelli determinati dalla presenza di cumuli di materiale o dal transito di mezzi su piste non asfaltate l'obiettivo della bagnatura sarà prevalentemente quello di ridurre il potenziale emissivo; viceversa in presenza di attività in cui le polveri immesse in atmosfera sono "create" dall'attività stessa (ad esempio opere di demolizione) le attività di bagnatura dovranno garantire la deposizione al suolo delle polveri prodotte.

Nel primo caso (riduzione del potenziale emissivo) l'attività di bagnatura potrà avvenire mediante diversi sistemi:

- autobotti;
- impianti mobili ad uso manuale (serbatoio collegati a lance);
- impianti fissi del tutto analoghi a quelli utilizzati per le attività di irrigazione.

Nel secondo caso (trasporto al suolo delle particelle di polveri aerodisperse) gli impianti saranno costituiti da sistemi di nebulizzazione, ossia da sistemi in grado di proiettare in atmosfera, anche a distanze di alcune decine di metri, acqua nebulizzata in grado di intercettare le particelle aerodisperse.

L'efficacia dei sistemi di bagnatura può essere incrementata prevedendo l'impiego di additivi. Anche in questo caso la tipologia di sostanze da aggiungere all'acqua dipenderà dalla tipologia di effetto che si intende ottenere. Nel caso di bagnature finalizzate alla riduzione dei potenziali emissivi dovranno essere impiegate sostanze che aumentano le capacità coesive dell'acqua, ad esempio cloruro di calcio, cloruro di magnesio, cloruro di sodio che hanno anche le caratteristiche di assorbire l'umidità atmosferica. Viceversa, per aumentare la capacità di trasporto al suolo di particelle aerodisperse, dovranno essere impiegati additivi che riducendo i legami intermolecolari dell'acqua ne facilitano la nebulizzazione (saponi). L'impiego di tali additivi ha la controindicazione di determinare un potenziale carico inquinante relativamente alle acque sotterranee e, per tale ragione, il loro impiego è molto limitato.

Nel caso oggetto di studio le sorgenti di polvere sono rappresentate prevalentemente dal transito di mezzi su piste di cantiere non asfaltate e dal risollevarimento delle polveri ad opera di eventuali fenomeni anemologici di particolare intensità. Per il contenimento di tali tipologie

di emissioni risultano necessari adeguati sistemi di bagnatura finalizzati alla diminuzione del potenziale emissivo. Tra le tipologie di impianti sarebbe più opportuno privilegiare l'impiego di impianti fissi. I periodi e i quantitativi di acqua andranno definiti in base alle effettive esigenze che si riscontreranno in fase operativa e saranno strettamente correlati alle condizioni meteo-climatiche. Ad esempio, non dovranno essere previste bagnature in presenza di precipitazioni atmosferiche, mentre la loro frequenza andrà incrementata in concomitanza di prolungati periodi di siccità o in previsione di fenomeni anemologici di particolare intensità.

4.4.4 Sistemi di lavaggio dei pneumatici e pulizia strade

Una fonte di emissione di polveri che può risultare, se non adeguatamente controllata, particolarmente significativa è quella determinata da deposizione e successiva risospensione di materiale sulla viabilità ordinaria in prossimità dell'area di cantiere ad opera dei mezzi in uscita dal cantiere stesso. Tale sorgente può essere praticamente annullata prevedendo adeguati presidi ossia impianti di lavaggio dei pneumatici dei veicoli pesanti in uscita dal cantiere e periodiche attività di spazzatura delle viabilità prossime all'area di intervento.

Per ciò che concerne gli impianti di lavaggio ruote esistono sostanzialmente due tipologie:

- impianti di lavaggio in pressione;
- impianti di lavaggio a diluvio.
-

Le caratteristiche delle due tecnologie sono sintetizzate nelle schede riportate in **Figura 35** ÷ **Figura 36**.

Per ciò che concerne le attività di spazzatura esse potranno essere svolte da macchinari dotati di sistemi di spazzole rotanti e bagnati cui è applicato anche un sistema di aspirazione montati stabilmente su veicoli commerciali (camion di piccole/medie dimensioni o veicoli ad hoc) o applicabili in caso di necessità a mezzi da cantiere (**Figura 34**). In fase esecutiva andrà predisposto un piano di lavaggio che individui la frequenza delle attività anche in funzione delle condizioni meteo-climatiche e dell'intensità delle attività nell'area di cantiere.



Figura 34 – Esempi di macchine spazzatrici

<p><i>Obiettivo della mitigazione</i></p>	<p>Pulire i pneumatici, i parafanghi e i telai dei mezzi pesanti che transitano nelle aree di cantiere per evitare che depositino materiale sulla viabilità pubblica che potrebbe essere facilmente comminato e risollevato dal transito dei veicoli.</p>
<p><i>Principio di funzionamento</i></p>	<p>Sistema di lavaggio mediante getti di acqua in pressione erogati da ugelli nebulizzatori e lavatori.</p>
<p><i>Caratteristiche tecnologiche di massima (ipotizzando sistemi di lavaggio ad alta pressione facilmente smontabili ed in grado di lavare un coppia di pneumatici alla volta)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Occupazione in pianta: ~ 6 x 3 m + eventuali rampe di accesso e uscita + eventuale serbatoio in esterno. • Necessità di un serbatoio d'acqua (7.5 m³ - 40 m³). • Normalmente non necessità di allacciamento alla fogna per la presenza di sistemi di ricircolo dell'acqua dopo processo di depurazione per sedimentazione eventualmente favorita dalla presenza di flocculanti e raschiatori. • Necessità di scavo solo in presenza di serbatoio al di sotto dell'impianto e non fuori terra. • Possibile dotazione di sistemi a fotocellula per l'attivazione degli ugelli. • Necessità di allacciamento alla rete elettrica (potenza necessaria 10÷20 kW). • Numero di ugelli: 70÷250. • Per garantire maggiore efficacia al sistema di lavaggio: separare ingresso e uscita, evitare la possibilità di by passare il sistema di lavaggio, prevedere zona in ghiaia a valle del lavaggio per favorire l'asciugatura.



Figura 35 – Sistemi di lavaggio dei pneumatici A PRESSIONE

<p><i>Obiettivo della mitigazione</i></p>	<p>Pulire i pneumatici, i parafanghi e i telai dei mezzi pesanti che transitano nelle aree di cantiere per evitare che depositino materiale sulla viabilità pubblica che potrebbe essere facilmente comminato e risollevato dal transito dei veicoli.</p>
<p><i>Principio di funzionamento</i></p>	<p>Sistema di lavaggio mediante attraversamento di vasca d'acqua con fondo adeguatamente sagomato per favorire la rimozione del materiale adeso ai pneumatici.</p>
<p><i>Caratteristiche tecnologiche di massima (ipotizzando sistemi di lavaggio a bacino)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Occupazione in pianta: ~ 15 x 4 m + eventuali rampe di accesso e uscita. • Necessità di periodico ricambio dell'acqua e pulizia. • Non necessità di allacciamenti alla linea elettrica.



Figura 36 – Sistemi di lavaggio dei pneumatici A DILUVIO

4.5 Conclusioni

Le analisi sviluppate hanno evidenziato che, in presenza della corretta implementazione dei presidi necessari, i livelli di impatto sulla componente atmosfera possono essere considerati ragionevolmente contenuti.

L'assenza di ricettori nelle immediate vicinanze e le risultanze delle valutazioni svolte non evidenziano particolari criticità.

Si ritiene opportuno ricordare che le opere oggetto di valutazione si svilupperanno, con ogni probabilità, contemporaneamente alla attività del cantiere per la realizzazione del Tunnel Esplorativo La Maddalena. Gli interventi di mitigazione indicati, pertanto, al fine di essere efficaci, dovranno essere integrati e coordinati con quelli previsti per le altre attività presenti nell'area.

5. ANALISI DEGLI IMPATTI NELLA FASE DI ESERCIZIO

5.1 Fase di cantiere della nuova linea Torino-Lione

In fase di esercizio gli impatti sulla componente sono riconducibili all'incremento di emissioni in atmosfera dovuto al traffico indotto dall'esercizio stesso dello svincolo, ossia dal traffico veicolare in ingresso e in uscita dal cantiere Maddalena, nell'ambito della realizzazione della nuova linea ferroviaria Torino-Lione.

In seguito si presenta una sintesi delle valutazioni effettuate nell'ambito degli studi ambientali sulle attività di cantierizzazione della nuova linea ferroviaria Torino-Lione.

La costruzione della linea, in massima 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 eccedenti. Lo scenario di trasporto descritto per il materiale destinato a deposito è il trasporto via ferrovia, mentre è previsto l'uso di nastri trasportatori coperti per il trasporto del materiale tra le aree di cantiere attigue e all'interno dei tunnel di scavo.

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

- *Area Industriale "Susa Autoporto" per lo stoccaggio, la vagliatura, la valorizzazione dei materiali di scavo e il carico su treno dei materiali da trasportare ai siti di deposito;*
- *Cantiere "Imbocco Est Tunnel di Base" utilizzato per lo scavo del Tunnel di Base partire dal fronte italiano;*
- *Cantiere "Imbocco Est Tunnel di Interconnessione" + "Innesto Bussoleno" per la realizzazione del ponte sulla Dora e l'innesto sulla linea ferroviaria "storica";*
- *Cantiere "Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione" utilizzato per lo scavo del Tunnel di Interconnessione tra la nuova linea ferroviaria e la linea ferroviaria storica;*
- ***Cantiere "Maddalena" utilizzato per l'accesso allo scavo dell'area di sicurezza e del Pozzo di Ventilazione di Clarea;***
- *Cantiere "Clarea" all'uscita del pozzo di ventilazione;*
- *Sito di deposito del marino di Caprie;*
- *Sito di deposito del marino di Torrazza Piemonte.*

Nella stima dell'impatto sulla componente atmosfera è prestata particolare attenzione inoltre alle emissioni dovute al trasporto di materiale su gomma, come ad esempio quello previsto per i materiali di scavo provenienti dall'area di cantiere della Maddalena verso l'Area Industriale "Susa Autoporto" e per lo smarino derivante dal lavoro di scavo dell'imbocco Est del Tunnel di Base, che sarà effettuato con autocarri fino all'attivazione dei nastri trasportatori.

Sono state inoltre incluse le emissioni stimate per il trasporto delle maestranze da e verso le aree di cantiere e dovute all'impiego dei carri ferroviari trainati da locomotiva diesel per il trasporto del materiale verso i siti di deposito

Considerando l'estensione dell'area interessata dai lavori e la varietà delle sorgenti prese in considerazione, l'analisi dell'impatto atmosferico è stata orientata verso uno studio a carattere di scenario, in cui potessero essere valutati complessivamente gli effetti cumulativi sulla qualità dell'aria locale.

Sono stati pertanto presi in considerazione tre scenari di estensione annuale, denominati "ANNO -2", "ANNO 2" ed "ANNO 5", con riferimento al cronoprogramma di avanzamento delle attività.

Nell'ANNO -2 risultano in attività i cantieri "Innesto di Bussoleno – Imbocco Est Tunnel di Interconnessione" per la realizzazione del ponte sulla Dora e dell'innesto ferroviario dell'imbocco, ed il cantiere "Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione" in cui sono realizzate delle opere all'imbocco del tunnel e ha inizio lo scavo. Durante questo anno è previsto il maggiore utilizzo del trasporto su gomma per l'assenza dei nastri trasportatori, ma non sono pianificati trasporti verso i siti di deposito.

Nell'ANNO 2 sono in attività tutte le aree di cantiere ad eccezione del Cantiere "Clarea" e sono attivi i fronti di scavo con metodo tradizionale del Tunnel di Base (per i primi 400 m circa), del Tunnel di Interconnessione e dell'area di sicurezza di Clarea. Non è invece attivo il fronte di scavo del Pozzo di Ventilazione di Clarea. In questa fase ha inizio il trasporto ferroviario del materiale dall'Area Industriale "Susa Autoporto" verso i siti di deposito. Il materiale di scavo del Tunnel di Base viene trasportato con autocarri all'Area Industriale "Susa Autoporto".

Nell'ANNO 5 è stato concluso lo scavo del Tunnel di Interconnessione e sono attivi tutti gli altri fronti di scavo, incluso il fronte di scavo del Pozzo di Ventilazione di Clarea. In questo anno lo scavo del Tunnel di Base è meccanizzato ed effettuato con la TBM. Il materiale di scavo del Tunnel di Base viene trasferito all'Area Industriale "Susa Autoporto" con i nastri trasportatori e il trasporto verso i siti di deposito avviene con i treni.

5.1.1 Emissioni legate al trasporto su gomma

La maggior parte del marino sarà trasportato su ferro. Esisterà comunque una frazione di materiale che continuerà a essere trasportata su gomma, o per ragioni di convenienza logistica o perché la linea ferroviaria non sarà ancora stata predisposta.

Le emissioni dovute al trasporto dei materiali verso le aree di cantiere sono state stimate mettendo in relazione le tratte stradali utilizzate, secondo quanto riportato in Tabella 1, e del numero di autocarri circolanti al giorno, secondo quanto riportato in Tabella 2.

Tabella 16 – Tratte caratteristiche per la valutazione dei flussi veicolari

Tratta	Viabilità interessata	Tratta	Finalità del trasporto
1	Autostrada A32 Torino-Bardonecchia	Tratta autostradale ad Est dello svincolo "Susa Autoporto"	Approvvigionamento cemento per tutti i cantieri Approvvigionamento acciaio per tutti i cantieri Approvvigionamento deficit aggregati
2	Autostrada A32 Torino-Bardonecchia	Tra svincolo "Susa Autoporto" e svincolo "Maddalena"	Approvvigionamento cemento per cantiere "Maddalena" e "Clarea" Approvvigionamento aggregati per cantiere "Maddalena" e "Clarea" Approvvigionamento acciaio per cantiere "Maddalena" e "Clarea" Trasporto smarino dal cantiere "Maddalena"
3	Strada Statale SS24	Tra svincolo "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"
4	Strada Statale SS24	Tra cantiere "Imbocco Ovest TdI" e cantiere "Imbocco Est TdI"	Approvvigionamento calcestruzzi per cantiere "Imbocco Est TdI" Approvvigionamento acciaio per cantiere "Imbocco Est TdI" Approvvigionamento materiali per rilevati per cantiere "Imbocco Est TdI" Trasporto smarino verso cantiere "Imbocco Ovest TdI"
5	Strada Statale SS25 + Strada Provinciale SP255	Tra svincolo "Susa Ovest" e cantiere "Clarea"	Approvvigionamento cemento per cantiere "Clarea" Approvvigionamento aggregati per cantiere "Clarea" Approvvigionamento acciaio per cantiere "Clarea"
6	Via Montello (Comune di Susa)	Tra svincolo "Susa Autoporto" e cantiere "Imbocco Est TdB"	Approvvigionamento cemento per cantiere "Imbocco Est TdB" Approvvigionamento aggregati per cantiere "Imbocco Est TdB" Trasporto smarino verso A.I "Susa Autoporto"

Tabella 17 – Flussi veicolari medi annuali espressi come camion giornalieri, dettagliati per area di destinazione e per materiale trasportato

Camion al giorno per destinazione e materiale trasportato		ANNO											
		-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inerti per cls_Susa (compr. Maddalena+ Pozzo Clarea + Imbocco Clarea)		8	14	5	13	1	0	4	1	0	15	8	2
Inerti per cls (Maddalena+ Pozzo Clarea)		0	0	0	0	0	0	1	7	16	13	2	2
Inerti per cls Imbocco Clarea		0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0
Cemento per cls Totale		2	4	8	9	4	8	14	15	12	4	2	1
Cemento per cls Susa (al netto di 2 punti successivi)		2	4	8	8	3	6	10	10	6	2	2	0
Cemento per cls (Maddalena+Clarea)		0	0	0	1	2	2	5	5	5	3	1	1
Cemento per cls (Imbocco Clarea)		0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Acciaio per cls Totale		1	2	3	4	3	3	4	5	4	2	1	1
Acciaio per cls Susa (al netto di 2 punti successivi)		1	2	3	3	2	2	3	3	2	1	1	0
Acciaio per cls (Maddalena+Clarea)		0	0	0	1	1	1	2	2	2	1	1	1
Acciaio per cls (Imbocco Clarea)		0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
da Maddalena a Susa Deposito		0	0	61	16	0	0	0	0	0	0	0	0
da Maddalena a Susa Smarino Clarea		0	0	0	29	57	71	42	28	10	0	0	0
da Maddalena a Susa Totale		0	0	61	45	57	71	42	28	10	0	0	0
Innesto Bussoleno + TdI_Est	Rilevati	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Calcestruzzi	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Scavo Imbocco TdI EST	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Acciaio	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Complessivo	47	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TdB_Est	Inerti per cls Prima di Ponte Dora	0	0	9	3	1	0	0	0	0	0	0	0
	Cemento per cls Prima di Ponte Dora	0	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Acciaio Prima di Ponte Dora	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	(C11+C12+C13) su camion (prima di realizzazione Ponte Dora)	0	0	21	30	5	0	0	0	0	0	0	0
	(C13b) su camion (prima di realizzazione Ponte Dora)	0	0	19	30	5	0	0	0	0	0	0	0
	Complessivo TdB_Est (prima di realizzazione Ponte Dora)	0	0	33	35	5	0	0	0	0	0	0	0
Complessivo Maddalena		0	0	61	46	59	74	48	41	32	17	2	2
Complessivo Clarea		0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0
A.I "Susa Autoporto"	Inerti per Cls (a seguito dell'installazione del cantiere)	0	0	5	13	1	0	4	1	0	15	8	2
	Cemento per cls (TdB dopo Ponte Dora + c.a. Susa dopo To + armamento)	0	0	2	2	2	6	10	10	6	2	2	0
	Acciaio	0	0	1	1	2	2	3	3	2	1	1	0
	Complessivo	0	0	8	16	4	8	16	13	8	17	10	2
TdI_Ovest	Inerti per cls (complessivo)_incluso TdI_Est+Innesto Bussoleno	8	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cemento per cls (complessivo)_incluso TdI_Est+Innesto Bussoleno	3	4	5	6	1	0	0	0	1	0	0	0
	Acciaio	1	2	2	2	1	0	0	0	1	0	0	0
	Complessivo	12	19	7	8	1	0	0	0	2	0	0	0

Sulla base dei flussi veicolari riportati nella precedente tabella, sono state stimate le emissioni associate alle tratte interessate dal trasporto stradale dei materiali di cantiere e di scavo.

Nella seguente tabella sono riportate le emissioni relative agli anni -2, 2 e 5.

Tabella 18 – Emissioni giornaliere di NOx, PM10 e PM25 dovute al trasporto dei materiali di costruzione e dei materiali di scavo

Tratta	Viabilità interessata	Tratta	ANNO -2		ANNO 2		ANNO 5	
			Kg/giorno		Kg/giorno		Kg/giorno	
1	Autostrada A32 Torino-Bardonecchia	Tra estremo Est del dominio fino a svincolo "Susa Autoporto"	NOx	24.5	NOx	16.9	NOx	16.1
			PM ₁₀	0.62	PM ₁₀	0.427	PM ₁₀	0.407
			PM _{2.5}	0.33	PM _{2.5}	0.226	PM _{2.5}	0.215
2	Autostrada A32 Torino-Bardonecchia	Tra svincolo "Susa Autoporto" e svincolo "Maddalena"	NOx	0	NOx	3.96	NOx	4.04
			PM ₁₀	0	PM ₁₀	0.100	PM ₁₀	0.102
			PM _{2.5}	0	PM _{2.5}	0.0530	PM _{2.5}	0.054
3	Strada Statale SS24	Tra svincolo "Susa Autoporto" e cantiere "Imbocco Ovest TdI"	NOx	0.047	NOx	0.188	NOx	0
			PM ₁₀	0.0012	PM ₁₀	0.0048	PM ₁₀	0
			PM _{2.5}	0.00063	PM _{2.5}	0.0026	PM _{2.5}	0
4	Strada Statale SS24	Tra cantiere "Imbocco Ovest TdI" e cantiere "Imbocco Est TdI"	NOx	0.96	NOx	0	NOx	0
			PM ₁₀	0.024	PM ₁₀	0	PM ₁₀	0
			PM _{2.5}	0.012	PM _{2.5}	0	PM _{2.5}	0
5	Strada Statale SS25 + Strada Provinciale SP255	Tra svincolo "Susa Ovest" e cantiere "Clarea"	NOx	0	NOx	0	NOx	0
			PM ₁₀	0	PM ₁₀	0	PM ₁₀	0
			PM _{2.5}	0	PM _{2.5}	0	PM _{2.5}	0
6	Via Montello (Comune di Susa)	Tra svincolo "Susa Autoporto" e cantiere "Imbocco Est TdB"	NOx	0	NOx	1.20	NOx	0.598
			PM ₁₀	0	PM ₁₀	0.030	PM ₁₀	0.015
			PM _{2.5}	0	PM _{2.5}	0.016	PM _{2.5}	0.008

L'impatto stimato prodotto per la logistica di spostamento dei materiali risulta trascurabile, se confrontato con le emissioni previste nelle aree di cantiere, di cui in seguito si riporta una sintesi.

Tabella 19 – Emissioni calcolate nelle aree di cantiere

Cantiere	NOx (kg/giorno)	Emissioni esauste	Emissioni fugitive	Totale	Emissioni esauste	Emissioni fugitive	Totale
		PM ₁₀ (kg/giorno)	PM ₁₀ (kg/giorno)	PM ₁₀ (kg/giorno)	PM _{2.5} (kg/giorno)	PM _{2.5} (kg/giorno)	PM _{2.5} (kg/giorno)
Est TdB	16.2	0.571	11.3	11.9	0.525	2.35	2.88
Ovest TdI	13.0	0.464	11.9	12.4	0.427	2.44	2.87
Susa Autoporto	19.2	0.639	23.6	24.2	0.588	4.84	5.43
Bussoleno, Est TdI	26.3	0.950	11.2	12.2	0.874	2.33	3.20
Maddalena	16.2	0.571	11.5	12.1	0.525	2.38	2.91
Deposito Caprie	24.2	0.884	11.3	12.2	0.814	2.35	3.16
Deposito Torrazza	25.9	0.957	11.5	12.5	0.880	2.38	3.26

5.1.2 Emissioni connesse ai percorsi casa/lavoro delle maestranze

Le indicazioni di progetto, in conformità con il contenuto della L.R. 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 avvengano con autoveicoli in equipaggi formati da quattro persone, e che per raggiungere il cantiere della Maddalena si percorra la viabilità locale fino allo svincolo autostradale di Susa e successivamente l'Autostrada A32 fino al cantiere.

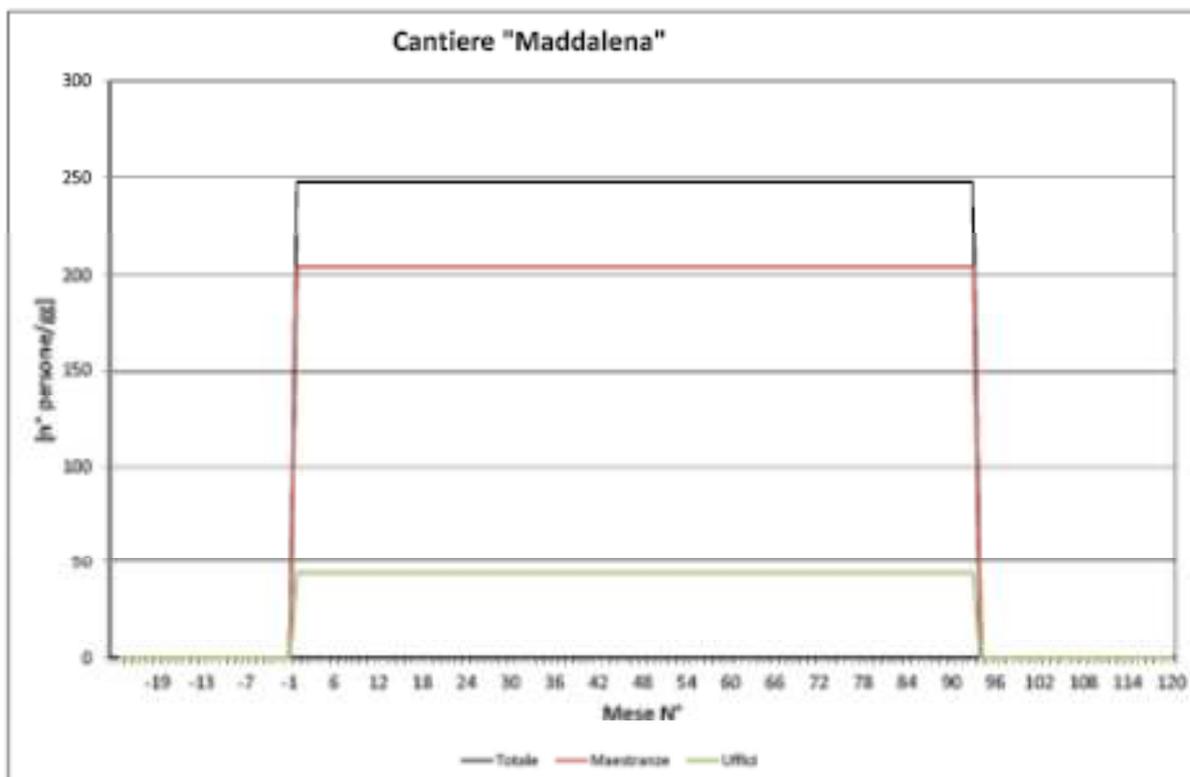


Grafico 4 – Cantiere “Maddalena” – Maestranze e Impiegati

Concludendo si sottolinea come, a scala più vasta, la scelta di realizzare lo svincolo in esame assuma una valenza positiva se si considera l'interferenza con il traffico indotto che il progetto permette di evitare sulla SS24 e i numerosi ricettori dislocati lungo essa.

5.2 Fase di esercizio della nuova linea Torino-Lione

Per quanto riguarda la fase di esercizio dello svincolo, al termine dei lavori di realizzazione della nuova linea Torino-Lione, il traffico previsto, per quanto concerne la FASE 1 oggetto del presente documento, sarà legato esclusivamente all'accesso di sicurezza della discenderia e pertanto limitato a un numero esiguo di veicoli, tanto da ipotizzare un impatto sulla componente del tutto irrilevante.