

## Acqua

Gestore	Comune	Codice impianto di captazione	DENOMINAZIONE	Località	Quota	Anno di riferimento	Portata massima (l/s)	Portata minima (l/s)	Volume derivato (m <sup>3</sup> /anno)	Utilizzo
ITALGAS S.P.A.	Val della Torre	322204001	TRUC DI BRIONE	TRUC DI	390	1996			8740	CONTINUO
COMUNE DI CAPRIE	Caprie	322701001	FONTANA CIAPE	FONTANACIAPE	1200					CONTINUO
COMUNE DI CAPRIE	Caprie	322702001	FONTANA CASE INFERIORI	CASE INFERIORI	900					CONTINUO
COMUNE DI CAPRIE	Caprie	322703001	SAGNASS (non ancora in funz.)	SAGNASS	830					
ITALGAS S.P.A.	Condove	323001003	CASTAGNA REA 1	CASTAGNA REA	999	1996				CONTINUO
ITALGAS S.P.A.	Condove	323001004	CASTAGNA REA 2	CASTAGNA REA	999	1996				CONTINUO
ITALGAS S.P.A.	Condove	323002001	BONAUDI	BONAUDI	1100	1996			5035	CONTINUO
ITALGAS S.P.A.	Condove	323006001	SILICCO	SILICCO	1050	1996				CONTINUO
ITALGAS S.P.A.	Condove	323007001	GIAGLI	GIAGLI	700	1996				CONTINUO
ITALGAS S.P.A.	Condove	323008001	VERDAINA 1	PRALESIO	500	1996				CONTINUO
ITALGAS S.P.A.	Condove	323008002	VERDAINA 2	PRALESIO	500	1996				CONTINUO
ITALGAS S.P.A.	Condove	323009001	MOCCHIE	MOCCHIE	810	1996			18524	CONTINUO
ACQUEDOTTO ALMESE VILLARDORA	Villar Dora	326001001	PILONE SAN GIOVANNI	PILONE SAN GIOVANNI	880	1996	2	2	50000	CONTINUO
ACQUEDOTTO ALMESE VILLARDORA	Villar Dora	326001002	MERLA	MERLA	700	1996	0,5	0,5	15000	CONTINUO
ACQUEDOTTO ALMESE VILLARDORA	Villar Dora	326001003	GIORDA	GIORDA	610	1996	0,4	0,4	10000	CONTINUO
ACQUEDOTTO ALMESE VILLARDORA	Rubiana	326001004	BORELLA	BORELLA	600	1996	1,5	1,5	40000	CONTINUO
ACQUEDOTTO ALMESE VILLARDORA	Almese	326002001	LISTELLI	LISTELLI	480	1996	1	1	30000	CONTINUO
ACQUEDOTTO ALMESE VILLARDORA	Almese	326002002	FONTANA FREDDA	FONTANA FREDDA	470	1996	2	2	50000	CONTINUO
ACQUEDOTTO ALMESE VILLARDORA	Almese	326002003	MORSINO ALTO	MORSINO ALTO	480	1996	0,1	0,1	3000	CONTINUO
ACQUEDOTTO ALMESE VILLARDORA	Almese	326002004	MIOSA	TAMPA DELLE LESCHE	540	1996	0,2	0,2	6000	CONTINUO

Tab. 2.1.A Sorgenti censite presso la Regione Piemonte (infrastrutture idriche in Piemonte – Regione Piemonte)

Comune	Identificativo	Comune	Identificativo	Comune	Identificativo
Almese	AL1	Condove	CO9	Rubiana	RU16
Almese	AL2	Condove	CO10	Rubiana	RU1
Almese	AL3	Condove	CO11	San Didero	SD1
Borgone di S.	BO1	Condove	CO12	San Didero	SD2
Borgone di S.	BO2	Condove	CO13	San Didero	SD3
Borgone di S.	BO3	Condove	CO14	San Didero	SD4
Borgone di S.	BO4	Condove	CO16	Villardora	SVL1
Borgone di S.	BO5	Condove	CO18	Villardora	VL2
Caprie	CA1	Condove	CO17	Villardora	VL3
Caprie	CA2	Condove	CO19	Villardora	VL4
Caprie	CA3	Condove	CO25		
Caprie	CA4	Condove	CO15		
Caprie	CA6	Condove	CO1		
Caprie	CA5	Condove	CO3		
Condove	CO4	Rubiana	AL4		
Condove	CO2	Rubiana	RU2		
Condove	CO5	Rubiana	RU3		
Condove	CO6	Rubiana	RU15		
Condove	CO7	Rubiana	RU17		
Condove	CO8	Rubiana	RU18		

### Ulteriore censimento dei punti d'acqua

Nell'autunno del 2003, il GLIA (Gruppo di Lavoro in Idrogeologia Applicata) del Politecnico di Torino ha proceduto ad eseguire un'ulteriore indagine conoscitiva per il censimento di eventuali nuovi punti d'acqua che potrebbero essere in qualche modo connessi con le gallerie della linea A.C. I dati sono stati ottenuti, in parte, con sopralluoghi e rilievi diretti; in parte sono il frutto di un'inchiesta piuttosto capillare basata su interrogazioni di privati e di consultazione di archivi comunali, in particolare di quei Comuni che non risultano alimentati da pozzi o da captazioni di acque superficiali. Tutti i punti d'acqua rilevati (vd. Tab. 2.1.B) sono perenni e buona parte di essi è captata; generalmente sono caratterizzate da scarsa portata e dunque descrivibili come risorse di interesse locale. Le acque edotte sono, in gran parte destinate al consumo umano, sia diretto che indiretto.

Negli elaborati cartografici “Carta Idrogeologica” sono riportate le sorgenti censite ed il relativo codice.

### **Ulteriore censimento dei punti d’acqua**

Nell’autunno del 2003, il GLIA (Gruppo di Lavoro in Idrogeologia Applicata) del Politecnico di Torino ha

proceduto ad eseguire un’ulteriore indagine conoscitiva per il censimento di eventuali nuovi punti d’acqua che potrebbero essere in qualche modo connessi con le gallerie della linea A.C. I dati sono stati

ottenuti, in parte, con sopralluoghi e rilievi diretti; in parte sono il frutto di un’inchiesta piuttosto capillare

basata su interrogazioni di privati e di consultazione di archivi comunali, in particolare di quei Comuni

che non risultano alimentati da pozzi o da captazioni di acque superficiali.

Tutti i punti d’acqua rilevati (vd. Tab. 2.1.B) sono perenni e buona parte di essi è captata; generalmente

sono caratterizzate da scarsa portata e dunque descrivibili come risorse di interesse locale. Le acque

edotte sono, in gran parte destinate al consumo umano, sia diretto che indiretto.

Negli elaborati cartografici “Carta Idrogeologica” sono riportate le sorgenti censite ed il relativo codice.

Settore	Punto	Classificazione secondo la durezza <sup>1</sup>	Classificazione secondo la conducibilità <sup>2</sup>
Borgaro	BO1	Dolce	Oligotnerale
Borgaro	BO2	Dolce	Oligotnerale
Borgaro	BO3	Dolce	Oligotnerale
Caselle	CA1	Dolce	Oligotnerale
Caselle	CA2	Dolce	Oligotnerale
Caselle	CA3	Dolce	Oligotnerale
Caselle	CA4	Dolce	Oligotnerale
Caselle	CA5	Dolce	Oligotnerale
Collegno	CO1	Mediamente dura	Medio minerale
Collegno	CO2	Mediamente dura	Medio minerale
Collegno	CO3	Mediamente dura	Medio minerale
Drusiano	DR1	Poco dura	Oligotnerale
Drusiano	DR2	Dolce	Oligotnerale
Drusiano	DR3	Dolce	Oligotnerale
Leini	LE1	Dolce	Oligotnerale
Leini	LE2	Dolce	Oligotnerale
Leini	LE3	Dolce	Oligotnerale
Settimo T.se	SE1	Dolce	Oligotnerale
Settimo T.se	SE2	Poco dura	Medio minerale
Settimo T.se	SE3	Poco dura	Medio minerale
Settimo T.se	SE4	Poco dura	Oligotnerale

Settore	Punto	Classificazione secondo la durezza <sup>1</sup>	Classificazione secondo la conducibilità <sup>2</sup>
Settimo T.se	SE5	Poco dura	Oligotnerale
Settimo T.se	SE6	Poco dura	Medio minerale
Settimo T.se	SE7	Dolce	Oligotnerale
Settimo T.se	SE8	Dolce	Oligotnerale
Settimo T.se	SE9	Dolce	Oligotnerale
Venaria	VE1	Dolce	Oligotnerale
Venaria	VE2	Dolce	Oligotnerale
Venaria	VE3	Poco dura	Oligotnerale

Note:  
<sup>1</sup> Dolce 7 –14°f; Poco dura 15 – 22°f; Mediamente dura 23 – 32°f.  
<sup>2</sup> Oligotnerale < 250 µS/cm; Medio minerale 250 – 1320 µS/cm.

### **C Classificazione delle acque secondo la durezza e la conducibilità elettrica specifica a 20°C**

#### **Torrente Messa**

Il Torrente Messa viene sottoattraversato al km 29+700 circa con una copertura di circa 80. In relazione

alla lineazione individuate in corrispondenza dell’incisione del corso d’acqua, è stata valuta una

probabilità media di interferenza in termini di possibile azione di drenaggio prodotta dalle attività di scavo. Tale interferenza potrà essere parzialmente risolta mediante l'adozione di opportuni sistemi di impermeabilizzazione della galleria.

### **Le sorgenti di Almese**

La galleria del Musinè, fra circa il km 26 ed il km 29 circa attraversa la fascia di ricarica di quattro sorgenti sfruttate per uso idropotabile dall'acquedotto Almese - Villardora denominate Listelli, Fontana Fredda, Morsino alto, Miosa (cod. 326002001, 326002002, 326002003, 326002004) e tre sorgenti codificate AL1, AL2, AL3. La posizione delle sorgenti non sembra essere legata alle lineazioni presenti nell'area, e l'ammasso, attraversato con elevata copertura, presenta una permeabilità ridotta. In relazione alla strategicità della risorsa è stata comunque assegnata, in termini cautelativi, una probabilità media di interferenza. Per la sorgente Listelli (cod. 326002001), in relazione alla vicinanza con il tracciato della finestra Rivera, è stata valutata una probabilità alta di interferenza. (vd. *Allegato 3* -

*Ambiente idrico – valutazione degli impatti*).

## **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

### **Quadro di riferimento ambientale**

#### **Volume I**

#### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

### **Le sorgenti di Villar Dora**

Nell'area compresa fra circa il km 30 ed il km 33, sono presenti a nord della linea (galleria Musinè-Gravio), alcune sorgenti utilizzate a scopo idropotabile. In particolare la sorgente denominata Sagnass (cod. 322703001) del comune di Caprie e le sorgenti Pilone S. Giovanni, Merla, Giorda, Borella (cod. 326001001, 326001002, 326001003, 326001004) sfruttate dall'acquedotto di Almese – Villar Dora, e tre sorgenti codificate VL1, VL3, VL4. L'ubicazione di tali sorgenti sembra far supporre che siano in parte legate alle varie lineazioni presenti nell'area orientate secondo due assi principali N-S ed E-W tra loro secanti (in particolare le sorgenti codificate 326001002, 326001003, 326001004, VL3, VL4). Sulla base del quadro delineato, è stata valutata una probabilità da alta a media di interferenza, in relazione a possibili fenomeni di drenaggio connessi alle attività di scavo (vd. *Allegato 3 - Ambiente idrico* -  
*valutazione degli impatti*).

### **Le sorgenti di Condove**

Nell'area compresa fra circa il km 37 ed il km 39, sia a Nord che a Sud della linea (galleria Musinè-Gravio), alcune sorgenti utilizzate a scopo idropotabile. In particolare le sorgenti Castagna Rea 1-2 (cod. 323001003 – 323001004) e Verdaiana 1-2 (cod. 323008001 – 323008002) sfruttate dall'Italgas S.p.A, e le sorgenti codificate CO2 e CO5. L'ubicazione di tali sorgenti sembra far supporre che siano in parte legate alle lineazioni presenti nell'area con orientazione circa N-S. Sulla base del quadro delineato, è stata valutata una probabilità alta di interferenza, in relazione a possibili fenomeni di drenaggio connessi alle attività di scavo (vd. *Allegato 3 - Ambiente idrico – valutazione degli impatti*).

Al fine di approfondire le valutazioni effettuate in merito al potenziale impatto sulle sorgenti censite, nelle successive fasi di progettazione saranno svolte attività di monitoraggio ed indagini al fine di ottimizzare il modello idrogeologico delineato ed eventualmente ubicare fonti di approvvigionamento alternative, a compensazione di potenziali impatti anche parziali sul sistema di opere di captazione.

### **Acque superficiali**

Le potenziali criticità sono legate essenzialmente alle possibili alterazioni dello stato di qualità dei corpi idrici superficiali, derivanti dalle attività di costruzione. Sono quindi stati individuati potenziali impatti connessi alle attività che coinvolgeranno, in modo diretto o indiretto, i corpi idrici. In corrispondenza dell'attraversamento del torrente Stura di Lanzo, in relazione alle importate attività di costruzione che coinvolgeranno l'ambito fluviale, è stato valutato, limitatamente alla fase di costruzione, un impatto alto. È stato infine valutato un potenziale impatto connesso all'esteso attraversamento, fra i

## **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

### **Quadro di riferimento ambientale**

#### **Volume I**

#### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

comuni di Venaria e Pianezza, delle aree irrigate e dei numerosi canali derivati dalla Dora Riparia. Le ricadute sono state valutate in termini di potenziale alterazione della qualità dei canali interferiti (in fase di costruzione) e, in generale, di riduzione di funzionalità del sistema di distribuzione delle acque irrigue.

Nella tabella 4.1.A è riportato l'elenco dei cantieri, indicando per ognuno di essi il comune di appartenenza e la tipologia. L'ubicazione, attualmente definita dal progetto, è riportata negli elaborati grafici dell'All. 17 "Atmosfera – Valutazione degli impatti".

CANTIERE	COMUNE	TIPOLOGIA
1. "Consolata"	Settimo Torinese	Industriale – Campo base
2. "Cabiarda"	Iorino	Industriale – Campo base
3. "Viadotto Stura"	Torino - Venaria	Industriale
4. "Brentafiore"	Venaria	Industriale – Campo base
5. "Pianezza"	Pianezza	Industriale – Campo base
6. "Brione"	Vai della Torre	Industriale – Campo base
7. "Riviera"	Almese	Industriale
8. "Rocca Bianca"	Caprie	Industriale
9. "Cave Caprie"	Caprie	Industriale – Campo base
10. "Grangetta"	Condove	Industriale – Campo base
11. "Chiampano"	Borgone di Susa	Industriale

#### **Elenco e tipologia dei cantieri**

Analizzando le tipologie di attività che si svolgono in ogni cantiere è possibile individuare la presenza di alcuni macchinari e lavorazioni specifiche caratterizzati da emissioni di inquinanti atmosferici (polveri e gas) particolarmente significative:

- impianto di betonaggio per la confezione dei calcestruzzi;
- impianto di trattamento degli inerti (separazione, frantumazione e vagliatura);
- mezzi di movimentazione dei materiali (pala caricatrice a servizio dell'impianto di betonaggio,

autobetoniere e autocarri);

- carriponte e/o gru a servizio delle aree di stoccaggio materiali;
- gruppo elettrogeno per la produzione di energia elettrica, impiegato nelle fasi iniziali del cantiere, nei periodi di punta e in occasione di problemi con la fornitura pubblica.

Un'ulteriore sorgente presente nei cantieri fissi localizzati in prossimità degli imbocchi delle gallerie è rappresentata dall'impianto di ventilazione.

Analizzando le tipologie di attività che si svolgono in ogni cantiere è possibile individuare la presenza di

alcuni macchinari e lavorazioni specifiche caratterizzati da emissioni di inquinanti atmosferici (polveri e

gas) particolarmente significative:

- impianto di betonaggio per la confezione dei calcestruzzi;
- impianto di trattamento degli inerti (separazione, frantumazione e vagliatura);
- mezzi di movimentazione dei materiali (pala caricatrice a servizio dell'impianto di betonaggio, autobetoniere e autocarri);
- carriponte e/o gru a servizio delle aree di stoccaggio materiali;
- gruppo elettrogeno per la produzione di energia elettrica, impiegato nelle fasi iniziali del cantiere, nei periodi di punta e in occasione di problemi con la fornitura pubblica.

Un'ulteriore sorgente presente nei cantieri fissi localizzati in prossimità degli imbocchi delle gallerie è rappresentata dall'impianto di ventilazione.

dove:

X: importanza delle presumibili emissioni di inquinanti atmosferici elevata

-: importanza delle presumibili emissioni di inquinanti atmosferici medio/ridotta

Si noti che per le emissioni di motori si parla di particolato mentre per le emissioni "non di motori" il termine utilizzato è quello di polveri, intendendo rispettivamente con particolato le polveri fini (PM10 e dimensioni inferiori) mentre con "polveri" il parametro complessivo delle PTS.

#### **4.3 IL TRAFFICO INDOTTO**

Oltre ai cantieri, un contributo agli impatti sulla componente, direttamente imputabili alle attività di realizzazione della linea ferroviaria, è rappresentato dal traffico indotto sulla viabilità esistente e le piste

di cantiere (in particolare lungo la linea) previste allo stato attuale della progettazione. Una stima del

numero di mezzi che interesseranno la viabilità può essere effettuata a partire dai fabbisogni degli inerti

necessari alla costruzione e dal volume di smarino prodotto dagli scavi ed è riportata nell'elaborato di

progetto L161 00 R 53 P3 CA0000 002 A "Corografia flussi di traffico per trasporto inerti". Le stime effettuate sono riferite ai soli materiali inerti i quali costituiscono da soli una percentuale superiore all'80% degli approvvigionamenti complessivi di materiali richiesti per la costruzione dell'opera.

I risultati delle valutazioni sono sintetizzate nella tabella 4.3.A.

#### **NODO URBANO DI TORINO**

#### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

#### **E CINTURA MERCI**

#### **Quadro di riferimento ambientale**

#### **Volume I**

#### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

#### **VEICOLI/GIORNO Uscita Entrata Totali**

1. "Consolata" 33 13 46
2. "Cabianca" 44 14 58
3. "Viadotto Stura" 4 3 7
4. "Brentatore" 84 29 113
5. "Pianezza" 13 22 35
6. "Brione" 104 42 146

7. "Riviera" 7 4 11
8. "Rocca Bianca" 63 20 83
9. "Cave Caprie" 63 20 83
10. "Grangetta" 9 5 14
11. "Chiampano" 70 28 98

#### **Tab. 4.3.A Flussi orari del traffico indotto complessivo**

#### **4.4 ANALISI DELLE SORGENTI E DEFINIZIONE DEI FATTORI DI EMISSIONE**

Al fine di poter effettuare una stima delle emissioni prodotte dalle attività previste dalla realizzazione del

progetto è necessario, per ognuna delle lavorazioni, delle tipologie di macchinario e delle rispettive modalità operative, poter disporre dei fattori di emissione specifici. Tali dati possono, in alcuni casi, essere determinati da un'analisi dei dati bibliografici, dalle banche dati disponibili e dai risultati di indagini

specifiche effettuate sui cantieri.

In particolare, le valutazioni, le ipotesi sulla natura delle sorgenti ed i dati impiegati in questo studio, oltre

a quanto specificato negli elaborati di progetto, sono stati desunti dai seguenti documenti:

- *EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook*, Third Edition.

Copenhagen:

European Environment Agency, 2001;

- *COPERT II Computer Programme to Calculate Emissions from Road Traffic – Methodology and*

*Emission Factors - Technical Report n.6, ETC/AEM European Environment Agency, NTZIACHRISTOS L., SAMARAS Z. et al., Novembre 1997;*

- *Le emissioni in atmosfera da trasporto stradale, ANPA – Serie Stato dell'Ambiente 12/2000, Luglio 2000;*

- *Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and*

*Area Sources, U.S. EPA;*

- *Qualità dell'aria nella costruzione delle gallerie, Baldacci et al., Le Strade 10/2002;*

#### **NODO URBANO DI TORINO**

#### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

#### **E CINTURA MERCI**

#### **Quadro di riferimento ambientale**

#### **Volume I**

#### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

- *Conoscere per prevenire n° 11 – La valutazione dell'inquinamento acustico prodotto dai cantieri*

*edili, Comitato Paritetico Territoriale per la prevenzione infortuni, l'igiene e l'ambiente di lavoro di Torino e Provincia;*

- *Protezione dell'aria sui cantieri edili - Direttiva aria cantieri, UFAFP, 1.09.2002.*

Deve essere sottolineato che i fattori di emissione specifici, qualora sufficientemente attendibili, sono

stati utilizzati con il solo scopo di meglio caratterizzare le sorgenti stesse e determinare, in prima approssimazione, la dimensione degli ambiti di impatto potenziale. Stante, infatti, il livello di approssimazione delle simulazioni che possono essere effettuate, a partire dall'incertezza sui fattori di

emissione specifici, è stata effettuata una modellizzazione delle sorgenti semplificata esclusivamente al

fine di meglio caratterizzare le stesse dal punto di vista degli indicatori prescelti. La caratterizzazione è

stata maggiormente approfondita in relazione a quelle attività che, in relazione ad uno specifico sito,

risultano essere maggiormente protratte nel tempo e condotte con maggiore continuità, pertanto, di

fatto, collegate ai cantieri operativi. Le attività in linea e in prossimità delle opere d'arte sono state analizzate al fine dell'identificazione delle appropriate e possibili indicazioni di mitigazione ma determinano senz'altro, in media, data la loro temporaneità condizioni di minore criticità. La dimensione

dell'impatto legato al transito indotto sulla viabilità esistente risulta essere direttamente correlato all'entità

dei flussi orari degli autocarri e pertanto risulta stimabile in relazione ai fabbisogni dei cantieri stessi.

#### **Attività/Macchina Tipo di**

#### **Tab. 4.4.A Sorgenti e indicatori utilizzati per la caratterizzazione dei cantieri operativi**

Per la definizione dei valori relativi agli impianti di betonaggio è stato fatto riferimento alla sezione 11.12

“Concrete Batching” del citato documento AP – 42.

Gli impianti di produzione del calcestruzzo sono caratterizzati da punti di emissione delle polveri (fondamentalmente cemento) in corrispondenza della movimentazione del materiale nei silos e del caricamento delle autobetoniere (fase che da sola produce l'85 % delle emissioni totali) e da emissioni

diffuse legate alla movimentazione (pale meccaniche, nastri trasportatori, ecc.) ed allo stoccaggio degli

inerti fortemente variabili da impianto a impianto. Il rapporto riporta un valore stimato complessivo del

fattore di emissione per la produzione di calcestruzzo di 0,2 lb PTS/yd<sup>3</sup> (senza sistemi di controllo delle

emissioni) e di 0,09 lb PTS/yd<sup>3</sup> (impianti con emissioni controllate<sup>11</sup>), ossia rispettivamente di circa 0,12 e

0,053 kg di polveri totali per m<sup>3</sup> di calcestruzzo prodotto. In entrambi i casi la frazione di PM10 incide per

circa il 30%.

Considerando una produzione indicativa di 160 m<sup>3</sup>/h si ottiene un valore complessivo del fattore di emissione pari a 19,2 kg PTS/h (emissioni non controllate) e **8,5 kg PTS/h** (emissioni controllate).

I valori precedentemente riportati fanno riferimento alla seguente composizione media del cls:

- ghiaia (aggregato grossolano) 1106 kg/m<sup>3</sup>
- sabbia 847 kg/m<sup>3</sup>
- cemento 335 kg/m<sup>3</sup>
- acqua 119 l/m<sup>3</sup>.

Al fine di individuare un valore di riferimento per le operazioni legate al trattamento degli inerti (separazione, frantumazione e vagliatura) è stato fatto riferimento alle sezioni 11.19.1 “Sand and Gravel

Processing” e 11.19.2 “Crushed Stone Processing” del documento AP – 42.

In particolare, per le seguenti operazioni possono essere dedotti valori dei fattori di emissione (per tonnellata di materiale trattato) aventi i seguenti ordini di grandezza:

#### **NODO URBANO DI TORINO**

#### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

#### **E CINTURA MERCI**

#### **Quadro di riferimento ambientale**

#### **Volume I**

#### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

- separazione e vagliatura 0,008 kg PM10/ton
- frantumazione 0,009 kg PM10/ton
- trasporto su nastro 0,0007 kg PM10/ton,
- per un totale, approssimando per eccesso, di circa 0,02 kg PM10 per tonnellata di materiale trattato. Applicando un coefficiente pari a 2,1 può essere stimato un valore pari a circa 0,04 kg di polveri totali (PTS) per tonnellata di materiale trattato.

In relazione ai fabbisogni della produzione del cls (circa 2000 kg di inerti per m<sup>3</sup> di cls) può infine essere

stimato un valore pari a circa **6 kg PM10/h**.

Deve essere sottolineato che il significato di tali valori è esclusivamente quello di fornire l'ordine di grandezza delle dimensioni del problema studiato e consentire un confronto tra le sorgenti al fine di individuare gli aspetti di maggiore criticità ed i possibili e più efficaci interventi di mitigazione. Il fenomeno oggetto di valutazione è, infatti, dipendente da un insieme di variabili, oltre a quelle legate alla specificità dei singoli siti produttivi, che non consentono una stima di fattori di emissione tali da permettere un'attendibile modellizzazione della produzione, sollevamento e dispersione delle polveri. Si noti, in particolare, che lo stesso rapporto propone fattori di emissione corrispondenti alle operazioni suddette che, in condizioni di controllo delle emissioni (sistemi di abbattimento delle polveri e accorgimenti preventivi), risultano essere ridotti da coefficienti variabili tra il 75 ed il 95 %. Ai fini del presente studio si è ipotizzato un coefficiente di controllo delle polveri del 50%. La dispersione delle polveri legata allo stoccaggio degli inerti, da questo punto di vista risulta essere, se possibile, ancora meno facilmente analizzabile. In ogni caso, data l'estensione e l'importanza del tipo di attività durante la costruzione dell'opera, si è optato, in questa sede, per un approfondimento del problema, normalmente trascurato per le difficoltà intrinseche discusse. In particolare, verranno presi in considerazione gli stoccaggi ed i depositi temporanei di inerti, contraddistinti normalmente da cumuli scoperti per le frequenti operazioni di carico e scarico. Il riferimento adottato è il capitolo 13 del Volume I dell'AP-42 "Miscellaneous Sources"; in particolare, la sezione 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage Piles" e la sezione 13.2.5 "Industrial Wind Erosion" affrontano nello specifico il problema.

Inizialmente occorre affrontare in generale il problema dell'emissione diffusa delle polveri. Il processo di produzione delle polveri aerodisperse è causato da due fenomeni fisici:

### **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

#### **Quadro di riferimento ambientale**

##### **Volume I**

##### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

- polverizzazione e abrasione dei materiali da parte di forze e mezzi meccanici (ruote, pale, utensili, ecc.);
- azione erosiva del vento (con velocità superiori ai 5 m/s in corrispondenza della superficie erodibile).

Dal punto di vista della cattura e del trasporto delle particelle, la dimensione (diametro aerodinamico) di riferimento delle stesse può essere fissata a 30 µm, oltre la quale, pur al variare delle condizioni, le percentuali in peso presenti nei campioni risultano essere trascurabili.

La distanza teorica di ricaduta delle polveri è stata definita in funzione della dimensione delle particelle e

della velocità del vento. I risultati indicano che per una velocità media di riferimento del vento di circa 4

m/s particelle di dimensioni superiori ai 100 µm sedimentano entro 10 m dalla sorgente, le particelle

comprese tra 30 e 100 µm entro 100 m dalla sorgente mentre il PM10, in particolare, ha un comportamento dispersivo praticamente assimilabile a quello di un inquinante gassoso.

Nello specifico la dispersione delle polveri dalle aree di stoccaggio e movimentazione inerti è dovuta a:

- operazioni di *movimentazione del materiale*: carico, scarico e moto dei mezzi (autocarri e pale meccaniche) nell'area di stoccaggio;

- *azione erosiva del vento* in corrispondenza di eventi sufficientemente intensi e clima secco.  
1) La relazione empirica che consente la stima della quantità di polveri aerodisperse per kg di *materiale*

*movimentato* è funzione dei seguenti parametri:  $U$ , velocità del vento e  $M$ , contenuto percentuale di umidità del materiale; in relazione al taglio dimensionale delle particelle sono infine assunti i seguenti

coefficienti moltiplicativi  $k$ :

### **Tab. 5.2.A Valutazione dei livelli di emissione dei cantieri operativi [kg PM10/giorno]**

Sulla base di tali ipotesi si è quindi cercato di effettuare una stima degli ambiti di impatto in termini di

estensione dell'area di potenziale interferenza significativa in relazione ai limiti normativi prospettati dalla

normativa vigente. In particolare, assunte delle distanze di riferimento dal perimetro del cantiere, sono

stati analizzati i valori di concentrazione calcolati del parametro PM10 in relazione alle stesse. Tale parametro può, infatti, essere ritenuto maggiormente rappresentativo delle sorgenti analizzate e soprattutto risulta essere contraddistinto da maggiore criticità rispetto alle PTS; il PM 10 è inoltre caratterizzato da un comportamento dispersivo più facilmente gestibile dal codice di calcolo utilizzato e

consente l'introduzione di un minor numero di ipotesi.

Il codice di calcolo utilizzato è l'ISCST3 dell'EPA che consente la gestione di sorgenti puntuali, areali e

lineari. Il modello rientra nella categoria dei modelli gaussiani ed è quindi caratterizzato dai noti limiti che

li contraddistinguono ma anche dal pregio, fondamentale, per il tipo di valutazioni che intendono rispondere all'obiettivo del presente studio, delle limitate esigenze in termini di quantità e qualità dei dati

di input, generalmente carenti. Caratteristiche del modello ed ipotesi di dettaglio del calcolo effettuato

sono riportate nell'elaborato All. 16 "Simulazioni – Software previsionale Impatto Atmosfera". In particolare, date le finalità prefisse ed il grado di errore presente nei fattori di emissione e nelle ipotesi

semplificative assunte, è stato adottato uno scenario meteorologico fittizio (avente tuttavia il pregio della

completezza dei dati necessari) con il solo scopo di poter valutare l'ordine di grandezza delle concentrazioni di PM10 in relazione alle sorgenti ipotizzate. Le stesse sono quindi state distribuite

lungo il perimetro di un'area quadrata di lato 200 m (per un'area di 40.000 m<sup>2</sup> confrontabile con le dimensioni

dei cantieri operativi descritti dal progetto) sulla base dell'analisi di *layout* di cantieri analoghi.

### **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

### **E CINTURA MERCI**

### **Quadro di riferimento ambientale**

#### **Volume I**

#### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

Le distanze di analisi sono state poste rispettivamente a 100 e 250 metri a partire dal perimetro del cantiere.

In particolare la distanza critica di 100 m è stata individuata per i seguenti motivi:

- per distanze dalla sorgente inferiori ai 50–100 m i risultati dei modelli gaussiani possono essere ritenuti meno attendibili;

• la distanza di 100 m è rappresentativa della distanza massima di ricaduta e deposizione della frazione più "grossolana" delle PTS (diametro aerodinamico compreso tra i 30 e i 100 µm). Al fine di poter discriminare gli ambiti di impatto potenziale sul territorio è stato quindi possibile pervenire

al seguente risultato:

Ambito di impatto potenziale "Alto": distanza dal perimetro del cantiere inferiore a 100 m. I valori di concentrazione del PM10, indotti dalla presenza delle sorgenti descritte sul territorio, possono risultare

confrontabili con la soglia normativa assunta dal D.M. 60/2002<sup>13</sup> e non è possibile escludere il superamento della stessa in presenza di interventi di mitigazione insufficienti e condizioni meteorologiche e morfologiche non favorevoli.

Ambito di impatto potenziale "Medio": distanza dal perimetro del cantiere inferiore a 250 m. I valori di

concentrazione del PM10, indotti dalla presenza delle sorgenti descritte sul territorio, possono risultare

confrontabili, come ordine di grandezza, con il valore medio sulle 24 ore fissato dal D.M. 60/2002 (50 µg/m<sup>3</sup>), ma si ritiene poco frequente il possibile superamento della soglia normativa.

Ambito di impatto potenziale "Basso": oltre la distanza di 250 m è possibile ritenere che eventuali episodi

critici caratterizzati da elevati valori delle concentrazioni di polveri legate alla presenza dei cantieri possano considerarsi sporadici e conseguenza di concause particolarmente sfavorevoli nonché accidentali e, conseguentemente, di breve durata.

Deve essere notato che, per le finalità proposte, la valutazione effettuata prescinde dai valori di fondo

"ambiente" che caratterizzano il territorio (vd. cap. 2): obiettivo del presente studio è stato, infatti, quello

di analizzare e discriminare, in termini di impatto potenziale, le diverse sorgenti indotte dalle azioni di

progetto e gli ambiti di impatto.

In generale, in relazione alla metodologia adottata, gli impatti relativi ai cantieri industriali sono stati considerati "reversibili a lungo termine", mentre i valori di "probabilità dell'impatto" sono stati valutati in

<sup>13</sup> Il D.M. 60/2002 in recepimento delle direttive 1999/30/CE e 2000/69/CE fissa il limite per il PM10 ad un valore medio sulle

24h di 50 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile. Tale limite entra in vigore a partire dal 1.1.2005.

## **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

### **Quadro di riferimento ambientale**

#### **Volume I**

#### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

funzione dell'ambito di sensibilità ricadente all'interno del perimetro definito dalle distanze di analisi assunte. In particolare, nel caso di un ambito di impatto "Alto" (valore della "magnitudo" dell'impatto potenziale pari ad "A") ricadente su di un'area ad Alta sensibilità la probabilità dell'impatto è stata ipotizzata "Alta"; a parità di sensibilità del territorio, all'ambito di impatto "Medio" corrisponde un valore di

probabilità dell'impatto "Medio"; viceversa, alla classe di sensibilità inferiore corrisponde una probabilità di impatto "Bassa".

Le valutazioni di cui sopra sono state riportate graficamente negli elaborati All. 17 "Atmosfera – Valutazione degli impatti".

Si noti che per "impatto", a causa della complessità del fenomeno, si è inteso, in questa sede, non tanto

il superamento dei valori di concentrazione di riferimento (concetto che definisce gli ambiti di impatto

potenziale critici sopra descritti), peraltro difficilmente valutabile con realistica attendibilità quanto una valutazione delle possibili ricadute sui ricettori umani, al fine di fornire le opportune indicazioni per l'ottimizzazione delle misure di controllo e prevenzione.

### **5.3 IMPATTI DETERMINATI DAI CANTIERI MOBILI**

Per quanto riguarda le attività lungo la linea, data la complessità e la variabilità anche nel tempo, delle

operazioni svolte, risulta realisticamente improponibile la determinazione di un'area di potenziale disturbo mediante considerazioni analoghe a quelle adottate per l'analisi dell'impatto dei cantieri fissi,

soprattutto in relazione alle emissioni di polveri diffuse prodotte dalle operazioni di scavo e movimentazione delle terre.

L'impatto di tali attività è tuttavia caratterizzato da un'estensione temporale sicuramente inferiore e pertanto è possibile affermare che possa essere contraddistinto da una minore criticità

In particolare, per la valutazione degli ambiti di impatto, è stato assunto un valore di impatto potenziale

"Alto" in relazione alla distanza critica di 100 m assunta per i cantieri fissi. Data la temporaneità tuttavia

la valutazione della probabilità dell'impatto risulta essere diminuita di un grado ed, in generale, gli impatti

sono stati definiti "reversibili a breve termine".

Per una caratterizzazione delle attività lungo la linea è possibile fare riferimento allo studio del Comitato

Paritetico Territoriale per la prevenzione infortuni, l'igiene e l'ambiente di lavoro di Torino e Provincia,

*"Conoscere per prevenire n. 11 – La valutazione dell'inquinamento acustico prodotto dai cantieri edili"*.

### **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

#### **Quadro di riferimento ambientale**

#### **Volume I**

#### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

Sulla base dello studio citato e dei fattori di emissione riportati relativi ai parametri CO, NO<sub>x</sub>, e PM per i

mezzi d'opera, è possibile individuare tra le attività ipotizzate quelle potenzialmente più critiche (indipendentemente dalla durata complessiva delle stesse).

In particolare, in relazione ad un livello stimato di produzione oraria degli inquinanti, è possibile valutare

che le seguenti attività possono essere considerate tra le più critiche dal punto di vista della componente

in oggetto: *opere d'arte – scavi e fondazioni, scavi di sbancamento e formazione del sottofondo.*

### **5.4 IMPATTI DETERMINATI DAL TRAFFICO INDOTTO**

Mediante l'utilizzo di un opportuno modello di dispersione è possibile effettuare una valutazione di prima

approssimazione della ricaduta degli inquinanti al suolo da traffico in relazione all'entità dei flussi veicolari. Quale indicatore di riferimento può essere assunto il CO (monossido di carbonio),

parametro

per il quale i dati (a partire dai fattori di emissione g/veicolo\*km) ed i risultati del modello di dispersione

utilizzato possono essere ritenuti più attendibili.

Per il calcolo è stato utilizzato il modello *Caline4* sviluppato dal *Californian Department of Transportation*

(CALTRANS).

Caline4 è un modello gaussiano a microscala specifico per il calcolo della distribuzione della concentrazione degli inquinanti atmosferici prodotti dal traffico veicolare in prossimità delle infrastrutture stradali. Le caratteristiche del codice di calcolo e le ipotesi di dettaglio sono riportate nell'elaborato All.

16 "Simulazioni – Software previsionale Impatto Atmosfera".

In particolare, la risposta del modello in relazione ai volumi di traffico e alla distanza dei ricettori, a parità

di fattore di emissione – veicolo, è stata per immediatezza visiva riportata sul grafico in figura 5.4.A. I

valori riportati forniscono il risultato del calcolo del modello su di un tratto rettilineo di strada fittizio di

lunghezza pari ad 1 km percorso da volumi di traffico (vph) differenti su ricettori posti a distanze progressive lungo un asse mediano e ortogonale al tratto stradale definito.

Risulta evidente che, anche con l'impiego di fattori di emissione di una certa entità (nel caso specifico 15

g/miglio\*veicolo, ossia circa 9 g/km\*veicolo) e con la definizione di un "worst case scenario" meteorologico, quale quello definito, variazioni indotte dei flussi di traffico inferiori ai 200 veicoli/ora comportano variazioni potenziali della qualità dell'aria sostanzialmente non confrontabili con i limiti di

legge vigenti (vd. cap. 2) nonché con gli ordini di grandezza dell'errore che può essere atteso in seguito

alle approssimazioni ed alle semplificazioni introdotte dalla modellizzazione e dall'incertezza dei dati in

ingresso alla stessa (i fattori di emissione in primo luogo).

In ogni caso la risposta del modello è direttamente proporzionale al valore del fattore di emissione

## **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

#### **E CINTURA MERCI**

##### **Quadro di riferimento ambientale**

###### **Volume I**

###### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

introdotta; in particolare è possibile assumere, per il CO, un fattore di emissione pari a circa 4.5

g/veicolo\*km (circa 7.2 g/miglio), desumibile dal rapporto ANPA "Le emissioni in atmosfera da

stradale" citato, in corrispondenza della categoria di veicoli "Commerciali pesanti immatricolati fino al

1993 (convenzionali) – Diesel > 3.5 t" su ciclo guida di riferimento urbano (fermate e accelerazioni frequenti, bassa velocità media).

Il contributo al traffico locale di flussi dell'ordine di grandezza dei 100 veicoli orari con fattori di emissione/veicolo pari a quelli indicati, può pertanto, essere ritenuto poco significativo in termini di

incidenza sulla variazione della qualità dell'aria. Con una semplice proporzione, in prima approssimazione, il risultato illustrato può infatti essere estrapolato anche ad altri inquinanti

gassosi

relativamente inerti (in quanto il modello li tratta allo stesso modo), o, dal comportamento presumibilmente tale, almeno sul breve periodo così come ad esempio il particolato fine emesso dai

dai

motori a combustione interna ed, in particolar modo, i diesel di grossa cilindrata.

Discorso a parte deve essere fatto per il transito dei mezzi d'opera sulle piste di cantiere in grado di

comportare un disturbo di significativa importanza per quanto riguarda il sollevamento e la dispersione

delle polveri (vd. § 4.4).

**vph**

0

0.5

1  
1.5  
2  
2.5  
3  
3.5  
4  
4.5

15 30 60 90 120 150 180 210 240 270 300 500 d [m] CO [ppm]  
50 100 200 400 800 1600 3200

**Fig. 5.4.A Andamento dei valori di concentrazione al suolo di CO al variare dell'entità dei flussi di traffico e della distanza dei ricettori dall'asse stradale**

**NODO URBANO DI TORINO  
POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO  
E CINTURA MERCI**

**Quadro di riferimento ambientale**

**Volume I**

**Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

Al fine di discriminare gli ambiti di impatto potenziale sul territorio sono state, in ogni caso, cautelativamente, considerate distanze critiche dell'ordine dei 50 – 100 m in relazione agli ambiti di sensibilità. In particolare la maggiore criticità ("magnitudo" dell'impatto potenziale "M") è stata assegnata

in corrispondenza della prossimità a cantieri, cave, depositi e lavorazioni lungo linea o delle viabilità

locali in ambito urbano. Tali ambiti possono, infatti, comportare, a causa del regime dei motori, di eventuali situazioni di congestionamento del traffico e dell'effetto di intrappolamento degli inquinanti

indotto dalla presenza degli edifici, condizioni in grado di inficiare le ipotesi alla base delle valutazioni

sopra esposte e valori di concentrazione degli inquinanti sensibilmente maggiori.

Per quanto affermato si ritiene tuttavia poco probabile (valore della probabilità dell'impatto basso) che si

realizzino le condizioni tali da rendere significativa la dimensione dell'impatto effettivo.

Negli elaborati grafici All. 17 "Atmosfera – Valutazione degli impatti" sono riportate le valutazioni descritte

e la rappresentazione indicativa degli ambiti di impatto; tale rappresentazione, per le motivazioni addotte, non è assolutamente rigorosa ma è stata riportata esclusivamente a supporto

dell'interpretazione e di una più immediata lettura delle valutazioni di impatto descritte. Lo scopo è stato,

infatti, quello di fornire, sulla base dei dati di progetto disponibili, delle indicazioni funzionali alla razionalizzazione delle risorse destinabili alla progettazione e realizzazione degli interventi di

mitigazione

e alle attività di monitoraggio.

**5.5 RISCHIO AMIANTO**

**5.5.1 INDIVIDUAZIONE DEI SETTORI CON POTENZIALE RISCHIO DI AMIANTO**

La possibilità che si verifichino condizioni di rischio conseguenti alla presenza di fibre asbestiformi in

atmosfera, è conseguente ad attività di scavo e movimento terra in rocce asbestifere. Per quanto riguarda l'analisi dell'assetto geologico del territorio interessato dai lavori in relazione alla presenza di

fibre di amianto nei materiali interessati dagli scavi si rimanda all'elaborato progettuale "*Analisi delle*

*problematiche di scavo in galleria in presenza di fibra di amianto*" (L161-00-R-69-GE-TA0001-000-A).

La possibilità di rinvenire nel corso degli scavi, minerali fibrosi nocivi è stata circoscritta alle sole serpentiniti, nelle zone dove la roccia è stata sottoposta durante l'evoluzione metamorfica a forti tensioni

e sollecitazioni, per cui la distribuzione delle parti fibrose nell'ammasso non è omogenea. In virtù della complessa evoluzione tettonica subita, la presenza di silicati fibrosi durante le operazioni di scavo in

corrispondenza delle serpentiniti può, pertanto, essere sempre possibile.

In particolare, durante il lavoro di campagna è stata riconosciuta la presenza di amianto fibroso esclusivamente entro la formazione delle Peridotiti serpentinite appartenente all'Unità del

Complesso

## **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

#### **E CINTURA MERCI**

##### **Quadro di riferimento ambientale**

###### **Volume I**

###### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

oceanico Liguro-piemontese. Il minerale è sempre concentrato in fratture di taglio e in vene d'estensione. Gli spessori dei riempimenti di fibre di amianto verificate raramente arrivano a 5 – 6 cm,

generalmente hanno spessore millimetrico. La persistenza dei riempimenti verificata è generalmente

metrica, raramente decametrica.

Nel lavoro di campagna non sono state riconosciute mineralizzazioni ad amianto nelle Lherzoliti del

Massiccio di Lanzo né in nessun'altra formazione affiorante nella bassa Val di Susa.

Quanto rilevato in campagna è stato confermato dalle analisi in laboratorio.

Le analisi ai RX dei campioni hanno confermato che il riempimento delle vene e delle fratture di taglio è

costituito da tremolite nella varietà fibrosa (amianto regolamentato) e più raramente da serpentino fibroso (crisotilo, amianto regolamentato).

Le serpentiniti dell'Unità tettonometamorfica oceanica della bassa val di Susa nelle quali sono state

rinviate fibre di amianto interessano i tratti di progetto, tutti in galleria naturale, compresi tra le progressive 31+640 e 31+860, 32+125 e 33+020, 35+545 e 36+995 e tra le progressive 37+635 e 37+855.

Nei tratti sopra descritti, la potenziale presenza di minerali asbestiformi nelle rocce presenti definisce

l'esigenza di monitorare le attività che comportino distruzione e movimentazione del materiale roccioso

descritto.

##### **5.5.2 PROGRAMMA ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO**

Il monitoraggio, di tipo ambientale e personale, consiste nel rilevamento delle fibre asbestiformi aerodisperse a seguito delle attività di cantiere.

I campionamenti ambientali dovranno avvenire in corrispondenza dei ricettori sensibili e delle aree di

lavorazione interessanti rocce potenzialmente asbestifere.

I punti di misura potranno essere valutati in funzione delle puntuali condizioni geologiche e delle esigenze di lavorazione.

Il piano di monitoraggio previsto consiste nelle seguenti tre fasi:

**Fase A – Ante operam:** si prevede di monitorare la concentrazione delle fibre asbestiformi aerodisperse, prima dell'inizio delle attività di scavo e movimento terra. Tale dato potrà servire come

confronto rispetto a quanto rilevato in seguito, durante le fasi di lavoro, e come verifica del ripristino della situazione "naturale" dopo la fine dei lavori.

## **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

#### **E CINTURA MERCI**

##### **Quadro di riferimento ambientale**

## **Volume I**

### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

**Fase B – durante le attività di cantiere:** il monitoraggio è finalizzato al rilevamento delle fibre aerodisperse durante l'esecuzione dei lavori. Oltre ai monitoraggi ambientali da effettuarsi nei punti identificati, si prevedono monitoraggi personali, con campionatori disposti sul personale addetto alle attività che possono generare rischio amianto (movimenti terra, perforazioni, esplosioni).

**Fase C – post operam:** il monitoraggio ha lo scopo di verificare la situazione dopo l'esecuzione dei lavori e la messa in sicurezza delle aree. Verrà effettuata una campagna di misure ambientali ogni settimana, fino al ripristino delle concentrazioni ante operam delle fibre asbestiformi aerodisperse.

### **Metodi di prelievo e report**

I monitoraggi saranno effettuati in vicinanza del fronte di scavo con frequenza da stabilirsi in relazione

alla durata dei lavori ed alla velocità di avanzamento, al fine di verificare l'insorgere di problemi e di intervenire quindi tempestivamente con le misure di sicurezza previste per garantire la salute dei lavoratori.

In base al tempo impiegato per attraversare le zone a rischio di amianto per la presenza di formazioni

rilevate dal profilo geologico, si potranno eseguire monitoraggi settimanali o da definirsi mediante protocollo in accordo con gli Enti preposti qualora la velocità di avanzamento sia rilevante, comunque

ogniqualvolta si possa riscontrare la presenza di serpentiniti nei materiali di smarino.

La catena di prelievo è costituita a monte da una pompa aspirante, in grado di controllare flusso, volume

e temperatura dell'aria aspirata e, a valle, da un opportuno dispositivo di captazione in grado di trattenere i minerali fibrosi. I parametri che regolano il prelievo sono scelti in base a quanto specificato

nel Decreto Legislativo 15 agosto 1991, n.277 all'Allegato V e nel Decreto 6 settembre 1994 (Ministero

della Sanità di concerto con il Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato) all'Allegato 2.

Nei report di analisi verranno specificati i parametri di prelievo ed i dati meteorologici relativi ai giorni di

campionamento (temperatura minima, media, massima, umidità relativa, andamento orario della velocità

e direzione del vento, stato del cielo, eventuali eventi atmosferici).

Si prevedono anche controlli sui materiali escavati, con analisi su campioni di materiale proveniente dai

tratti di galleria interessati dalla presenza di rocce a rischio amianto.

E' infine da prevedersi l'assistenza in cantiere di un geologo per il perdurare dei lavori nelle zone a rischio.

Per un maggiore dettaglio delle misure di tutela della salute e per la messa in sicurezza dei lavoratori si

rimanda all'elaborato progettuale citato.

### **Metodologie di analisi**

## **NODO URBANO DI TORINO**

## **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

## **E CINTURA MERCI**

### **Quadro di riferimento ambientale**

## **Volume I**

### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

Le membrane campionate saranno divise a metà una metà verrà tenuta a disposizione presso il laboratorio di analisi, per eventuali successive verifiche, e una metà verrà analizzata in microscopia

ottica a contrasto di fase (MOCF).

Verrà effettuato il conteggio di tutte le fibre aventi una geometria conforme a quanto definito dal D.Lgs.

277/91, indipendentemente dalla sostanza o composto che le costituiscono.

Qualora dal calcolo della concentrazione risulti un valore di fibre superiore a 10 ff/l, verrà analizzata la

seconda membrana al microscopio elettronico a scansione (SEM).

### 5.5.3 TRASPORTO E STOCCAGGIO DEL MATERIALE

Il materiale proveniente dagli scavi in galleria nelle tratte interessate dalla presenza di formazioni a rischio amianto, verrà trasportato verso apposite zone previste per lo stoccaggio provvisorio e la caratterizzazione anche nell'ambito dei siti individuati. Occorrerà che tali materiali siano disposti separatamente dagli altri in zone definite e rintracciabili per la gestione successiva della caratterizzazione. Il trasporto dovrà essere effettuato tramite l'utilizzo di mezzi con cassone coperto da

un telo tipo copri/scopri durante il trasporto.

Lungo il percorso che dovranno seguire i mezzi di trasporto, si stabiliranno dei punti di monitoraggio

delle polveri, per il campionamento delle fibre di amianto nell'aria e la determinazione della concentrazione delle fibre di amianto nei campioni d'aria prelevati periodicamente.

Qualora si riscontrassero livelli di attenzione verranno adottate apposite precauzioni per limitare al massimo il sollevamento di polveri dalle piste di cantiere, tramite pulizia della viabilità interessata o delle

aree operative.

Si prevede uno stoccaggio provvisorio del materiale in apposite aree nelle zone di cantiere oppure nei

siti individuati per la sistemazione del materiale di smantellamento, in cumuli del volume indicativamente non

inferiore a  $500 \div 1.000 \text{ m}^3$  (e comunque non superiore a  $5.000 \text{ m}^3$ ), in relazione alla quantità di

materiale estratto da caratterizzare che deriva dalle zone interessate dalla presunta presenza di amianto.

Per lo

stoccaggio del materiale nei cumuli, saranno prese le opportune precauzioni per evitare il rilascio di

eventuali polveri di amianto nell'aria (tramite apposite coperture).

Da ogni cumulo sarà prelevato un campione composito per la determinazione analitica delle fibre libere.

In base ai risultati ottenuti si procederà alla classificazione ed allo smaltimento definitivo del materiale.

## **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

#### **E CINTURA MERCI**

##### **Quadro di riferimento ambientale**

##### **Volume I**

##### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

## **6 INDICAZIONI PER LA MITIGAZIONE**

Nel seguito è riportata una serie di indicazioni operative e gestionali di riconosciuta efficacia ai fini della

riduzione preventiva dell'impatto degli inquinanti atmosferici prodotti dalle attività di costruzione e di

cantiere. La corretta esecuzione delle misure di mitigazione, nel caso della componente in oggetto, consente, infatti, il ridimensionamento dell'impatto specifico, con particolare riferimento alle polveri,

di

fattori dell'ordine dell'80% e oltre.

In particolare, gli interventi di mitigazione sono stati suddivisi in:

- *indicazione di carattere generale*, ossia provvedimenti che possono essere intesi di “buona prassi di cantiere”;

- *indicazioni specifiche*, ossia provvedimenti preventivi specifici con particolare riferimento alle sorgenti emmissive analizzate.

### **6.1 INDICAZIONI GENERALI**

#### **Processi di lavoro meccanici**

Trattamento e movimentazione del materiale:

- agglomerazione della polvere mediante umidificazione del materiale, per esempio mediante un'irrorazione controllata;
- processi di movimentazione con scarse altezze di getto, basse velocità d'uscita e contenitori di raccolta chiusi.

Depositi di materiale:

- i depositi di materiale sciolto caratterizzati da frequente movimentazione dello stesso vanno adeguatamente protetti dal vento mediante:

- sufficiente umidificazione;

- barriere/dune di protezione;

- sospensione dei lavori in condizioni climatiche particolarmente sfavorevoli;

- i depositi di materiale sciolto con scarsa movimentazione devono essere protetti dall'esposizione al

vento mediante misure come la copertura con stuoie, teli o copertura a verde.

Aree e piste di cantiere:

- sulle piste non consolidate legare le polveri in modo adeguato mediante autocisterna a pressione o

impianto d'irrigazione;

### **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

### **E CINTURA MERCI**

Quadro di riferimento ambientale

Volume I

Relazione

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

- munire le uscite dal cantiere alla rete stradale pubblica con efficaci vasche di pulizia (impianti di lavaggio ruote);

- limitazione della velocità massima sulle piste di cantiere (es. 30 km/h);

- demolizione e smantellamento: gli oggetti da demolire o da smantellare vanno scomposti possibilmente in grandi pezzi con adeguata agglomerazione delle polveri (per es. umidificazione, cortina d'acqua, ecc.).

#### **Processi di lavoro termici e chimici**

Opere di pavimentazione e impermeabilizzazione:

- nessun trattamento termico (per es. hot-remix) di rivestimenti/materiali catrame in cantiere;

- impiego di emulsioni bituminose anziché di soluzioni di bitume;

- riduzione della temperatura di lavorazione mediante scelta di leganti adatti;

- impiego di caldaie chiuse con regolatori della temperatura;

- sparo mine: utilizzare, se possibile, esplosivi a basse emissioni, come esplosivi a emulsione, slurry

o gel idrico.

#### **Requisiti di macchine e apparecchi**

- Impiegare, ove possibile, apparecchi di lavoro a basse emissioni, per es. con motore elettrico;

- equipaggiamento e periodica manutenzione di macchine e apparecchi con motore a combustione secondo le indicazioni del fabbricante;

- le nuove macchine devono adempiere dalla rispettiva data della messa in esercizio la normativa vigente;

- macchine e apparecchi con motore diesel vanno possibilmente alimentati con carburanti a basso tenore di zolfo (es. tenore in zolfo <50ppm);

- per i lavori con elevata produzione di polveri con macchine e apparecchi per la lavorazione

meccanica dei materiali (come per es. mole per troncane, smerigliatrici), vanno adottate misure di riduzione delle polveri (come per es. bagnare, captare, aspirare, ecc.).

### **Esecuzione dell'opera**

- La committenza o un servizio idoneo da essa incaricato dovrebbe vigilare sulla corretta attuazione dei provvedimenti per la limitazione delle emissioni stabiliti nella procedura di autorizzazione, nell'elenco delle prestazioni e nel contratto d'appalto;

## **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

### **Quadro di riferimento ambientale**

#### **Volume I**

#### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

- istruzione del personale edile in merito a produzione, diffusione, effetti e riduzione degli inquinanti atmosferici nei cantieri con particolare riferimento ai provvedimenti atti a ridurre le emissioni nel proprio campo di lavoro;
- esigere, per quanto possibile, soluzioni di impresa per misure di riduzione delle emissioni (apparecchi, processi, materiali) anche tramite criteri d'appalto specifici.

### **6.2 INDICAZIONI SPECIFICHE**

In relazione alle sorgenti analizzate, quali responsabili in modo significativo delle emissioni inquinanti prodotte dalle attività previste possono, inoltre, essere indicati i metodi di controllo preventivi seguenti.

#### **Impianti di betonaggio**

In generale l'impianto di betonaggio dovrà essere provvisto di schermature ed accorgimenti tecnici atti a

contenere le emissioni diffuse di polveri. Detti accorgimenti, avranno, inoltre, incidenza positiva anche

sul contenimento del rumore.

Tutte le fasi della produzione del cls (stoccaggio del cemento e degli inerti, selezionatura, pesatura e

movimentazione dei materiali impiegati, dosaggi e carico delle autobetoniere) devono, pertanto, essere

svolte tramite dispositivi chiusi e gli effluenti provenienti da tali dispositivi devono essere captati e convogliati ad un sistema di abbattimento delle polveri con filtri a tessuto.

Anche i silos per lo stoccaggio dei materiali dovrebbero essere dotati di un sistema di abbattimento delle

polveri con filtri a tessuto. I sistemi di abbattimento delle polveri devono essere dimensionati e mantenuti

in modo da garantire, in tutte le condizioni di funzionamento, un valore di emissione conforme alle prescrizioni di autorizzazione dell'installazione ed esercizio dell'impianto.

Eventuali punti di emissione situati a breve distanza (es. inferiore a 50 m) da aperture di locali abitabili

dovrebbero, se possibile, avere altezza non inferiore a quella del filo superiore dell'apertura più alta.

#### **Trattamento, stoccaggio e movimentazione degli inerti**

Le procedure di contenimento delle emissioni diffuse legate alle operazioni di trattamento degli inerti

(separazione, frantumazione e vagliatura) possono essere sintetizzate nel seguente elenco:

- umidificazione, applicazione di additivi di stabilizzazione del suolo;
- formazioni di piazzali con materiali inerti ed eventuale trattamento o pavimentazione delle zone maggiormente soggette a traffico
- copertura dei nastri trasportatori e abbattimento ad umido in corrispondenza dei punti di carico/scarico;

## **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

## **E CINTURA MERCI**

### **Quadro di riferimento ambientale**

#### **Volume I**

#### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

- utilizzo di diaframmi, dune e barriere in corrispondenza dei cumuli di stoccaggio per prevenire l'azione erosiva del vento;
- sistemi spray in corrispondenza dei punti di carico/scarico e trasferimento (rese di abbattimento fino al 95%);
- scrubbers, cicloni e filtri a tessuto.

Il dettaglio dei sistemi di contenimento e la realizzazione dei sistemi di mitigazione dovranno essere

sviluppati nel dettaglio dalla successiva fase progettuale con la determinazione esatta dell'assetto delle

aree di cantiere e l'integrazione con gli interventi previsti per il contenimento del rumore.

### **6.3 MONITORAGGIO**

Data l'impossibilità realistica di poter effettuare stime sufficientemente attendibili della ricaduta degli

inquinanti a causa della natura intrinseca delle sorgenti analizzate, dovranno essere previste, in corrispondenza delle aree di maggiore criticità, opportune campagne di monitoraggio al fine di verificare

l'efficacia delle misure di controllo preventive e delle procedure di mitigazione messe in atto.

La successiva fase di progettazione dovrà pertanto farsi carico di sviluppare nel dettaglio un piano di

monitoraggio adeguato.

In particolare, si ritiene opportuno prevedere la determinazione analitica dei metalli pesanti e degli IPA

nelle polveri al fine di caratterizzare anche qualitativamente il particolato, tanto nella fase ante operam

che realizzativa.

Per quanto riguarda il rischio di diffusione in atmosfera di fibre asbestiformi si rimanda al paragrafo 5.5.

## **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

## **E CINTURA MERCI**

### **Quadro di riferimento ambientale**

#### **Volume I**

#### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

### **7 GLI AMBITI CRITICI**

In relazione ai criteri ed alle valutazioni illustrate, è stato possibile individuare, quali ambiti di maggiore

criticità, le aree collocate a ridosso dei seguenti cantieri industriali:

2. Cabianca;
6. Brione;
7. Rivera;
8. Rocca Bianca;
11. Chiampano.

Per tali cantieri è stato stimato un livello di impatto potenziale alto in corrispondenza di un ambito territoriale ad elevata sensibilità. Ad eccezione, tuttavia, del cantiere Rocca Bianca, indubbiamente la

situazione di maggior attenzione, la dimensione degli ambiti interferiti risulta essere relativamente contenuta.

La presenza degli impianti di produzione del calcestruzzo e degli impianti di trattamento degli inerti (separazione, frantumazione e vagliatura) e delle operazioni di scavo e movimentazione dello smarino

possono comportare localmente elevati valori di concentrazione delle polveri. In relazione ai contesti nei quali si collocano i cantieri in oggetto, risulta essere, pertanto, di fondamentale importanza l'efficacia degli interventi di controllo preventivo della dispersione delle polveri. L'efficacia degli interventi di controllo dovrà essere, in ogni caso, verificata tramite opportune campagne di monitoraggio.

## **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

**Quadro di riferimento ambientale**

**Volume I**

**Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

### **8 BIBLIOGRAFIA**

- REGIONE PIEMONTE, L.R. 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.*

- REGIONE PIEMONTE, D.G.R. 5 agosto 2002, n.109-6941 - Approvazione della "Valutazione della qualità dell'aria nella Regione Piemonte. Anno 2001".

- REGIONE PIEMONTE, D.G.R. 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.

- *Studio statistico climatologico del vento in Piemonte*, REGIONE PIEMONTE, Direzione Servizi

Tecnici di Prevenzione, Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio, 1999.

- COPERT II Computer Programme to Calculate Emissions from Road Traffic – Methodology and Emission Factors - Technical Report n.6, ETC/AEM European Environment Agency, NTZIACHRISTOS L., SAMARAS Z. et al., Novembre 1997.

- Le emissioni in atmosfera da trasporto stradale, ANPA – Serie Stato dell'Ambiente 12/2000, Luglio 2000.

- EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook, Third Edition. Copenhagen: European Environment Agency, 2001.

- Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and

Area Sources, U.S. EPA.

- Qualità dell'aria nella costruzione delle gallerie, Baldacci et al., Le Strade 10/2002.

## **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

**Quadro di riferimento ambientale**

**Volume I**

**Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

- *Conoscere per prevenire n° 11 – La valutazione dell'inquinamento acustico prodotto dai cantieri*

*edili*, Comitato Paritetico Territoriale per la prevenzione infortuni, l'igiene e l'ambiente di lavoro di Torino e Provincia.

- Protezione dell'aria sui cantieri edili - Direttiva aria cantieri, UFAPP, 1/09/2002.

- Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la

valutazione della qualità dell'aria, ANPA - RTI CTN\_ACE 4/2001.

**NODO URBANO DI TORINO  
POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO  
E CINTURA MERCI**

**Quadro di riferimento ambientale**

**Volume I**

**Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

**SALUTE PUBBLICA**

**1 LA PROBLEMATICHE IMPATTI SULLA "SALUTE PUBBLICA" NEL SIA**

L'Organizzazione Mondiale della Sanità definisce la salute come "*uno stato di benessere fisico, mentale*

*e sociale e non semplicemente come l'assenza di malattie o infermità*". Tale definizione comporta la

necessità di considerare non solo la possibile correlazione alterazione stato della componente ambientale – esposizione degli individui agli effetti dell'opera in progetto in termini sanitari, ma anche gli

impatti sul benessere delle popolazioni coinvolte, ossia gli aspetti psicologici e sociali.

L'analisi della compatibilità delle opere in progetto e del loro esercizio in relazione alle ricadute dirette e

indirette sul benessere e la salute della popolazione coinvolta è stata affrontata, all'interno del SIA, in

modo disgiunto ed indiretto attraverso l'analisi delle "pressioni" prodotte dal progetto sulle singole componenti (atmosfera, rumore, campi elettromagnetici, ecc.). È l'alterazione di dette componenti, che

concorrono alla caratterizzazione dell'ambiente di una comunità che può derivare impatti sulla salute

pubblica.

L'individuazione degli impatti sulla salute pubblica, non può che esplicitarsi attraverso l'analisi della potenziale alterazione delle componenti ambientali descritta mediante gli indicatori ed i parametri attualmente disponibili e presi in considerazione dalla normativa di settore.

Per la caratterizzazione delle fonti e dei fattori di pressione sulla salute pubblica si rimanda, pertanto, ai

capitoli del SIA relativi alle componenti ambientali che concorrono a determinare il quadro di benessere

di una comunità

In questo senso, e per come sono state affrontate tali problematiche, nell'ambito delle singole componenti presenti nel SIA, si ritiene che la filosofia del D.P.C.M. 27 dicembre 1988 sia stata rispettata.

**2 INQUADRAMENTO DELLO STATO SANITARIO DELLA POPOLAZIONE**

L'opera in progetto interessa il territorio dei seguenti Comuni della Provincia di Torino, in termini di attraversamento diretto o interferenza in una fascia di indagine significativa:

- Almese;
- Alpignano;
- Borgaro;
- Borgone di Susa;
- Bruzolo;
- Caprie;

**NODO URBANO DI TORINO  
POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO  
E CINTURA MERCI**

**Quadro di riferimento ambientale**

**Volume I**

**Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

- Caselette;
- Collegno;

- Condove;
- Pianezza;
- Rubiana;
- S. Ambrogio;
- San Didero;
- San Gillio;
- Settimo Torinese;
- Torino;
- Val della Torre;
- Venaria;
- Villar Dora.

La descrizione delle caratteristiche strutturali e di "stato" della popolazione è stata trattata in relazione ai

dati resi disponibili dall'Ufficio Statistica del Settore Statistico della Regione Piemonte.

In particolare, è stato riportato il dato medio di popolazione, le nascite, le morti e, per quanto attiene la

rilevazione delle caratteristiche funzionali della popolazione, la mortalità e l'incidenza delle patologie.

La seguente tabella riporta movimento anagrafico e popolazione con riferimento all'anno 2000.

**Comune Nati Morti Iscritti Cancellati Popolazione residente alla fine dell'anno**

Almese	33	48	279	243	5571
Alpignano	120	129	599	622	17182
Borgaro	143	59	517	498	12763
Borgone di Susa	12	33	99	76	2270
Bruzolo	5	20	71	48	1344
Caprie	14	23	112	66	1829
Caselette	19	20	97	92	2631
Collegno	460	402	2273	2064	48358
Condov e	46	72	148	164	4404
Pianezza	84	97	374	383	11365
Rubiana	13	17	128	72	2015
S. Ambrogio	44	50	231	175	4260
San Didero	2	4	33	10	439
San Gillio	24	22	108	84	2625
Settimo Torinese	413	316	1080	1382	47062
Torino	7461	9517	23343	24005	900987
Val della Torre	35	35	185	123	3517
Venaria	355	246	1074	1154	36068
Villar Dora	28	23	153	86	2636

**Tab. 2.1.A Movimento anagrafico e popolazione (2000)**

**NODO URBANO DI TORINO  
POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO  
E CINTURA MERCI**

**Quadro di riferimento ambientale**

**Volume I**

**Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

La seguente tabella riporta la popolazione media ed il tasso di natalità e mortalità con riferimento all'anno 2000.

**Comune Popolazione media Natalità Mortalità**

Almese	5561	5,93	8,63
Alpignano	17198	6,98	7,50
Borgaro	12712	11,25	4,64
Borgone di Susa	2269	5,29	14,54
Bruzolo	1340	3,73	14,93
Caprie	1811	7,73	12,70
Caselette	2629	7,23	7,61
Collegno	48225	9,54	8,34
Condov e	4425	10,40	16,27
Pianezza	11376	7,38	8,53
Rubiana	1989	6,54	8,55
S. Ambrogio	4235	11,81	10,39

San Didero 429 4,67 9,33  
San Gillio 2612 9,19 8,42  
Settimo Torinese 47165 8,76 6,70  
Torino 902346 8,27 10,55  
Val della Torre 3486 10,04 10,04  
Venaria 36054 9,85 6,82  
Villar Dora 2600 10,77 8,85

### **Tab. 2.1.B Popolazione media, tasso di natalità e mortalità relativi (2000)**

Per meglio inquadrare le specificità comunali, si riportano i dati relativi alla natalità e mortalità provinciali,

regionali e nazionali con riferimento all'anno 2000 (vd. Tab. 2.1.C)

#### **Territorio Natalità Mortalità**

Provincia di Torino 8,6 10,0

Regione Piemonte 8,4 11,3

Italia 9,4 9,7

### **Tab. 2.1.C Natalità e mortalità a scala provinciale, regionale e nazionale (2000)<sup>14</sup>**

Per quanto riguarda l'incidenza delle patologie è possibile far riferimento all'Annuario Statistico Italiano

2002 dell'ISTAT che riporta i dati nella seguente tabella espressi in quozienti per 100.000 abitanti.

#### **Patologia Piemonte Italia**

Malattie infettive e parassitarie 7,0 6,2

Tumori 328,1 275,0

Disturbi psichici e malattie del sistema

nervoso e degli organi dei sensi 50,4 38,8

Malattie del sistema cardiocircolatorio 513,9 426,9

Malattie dell'apparato respiratorio 87,3 67,8

<sup>14</sup> Regione Piemonte, Banca Dati Demografica Evolutiva.

## **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

### **E CINTURA MERCI**

#### **Quadro di riferimento ambientale**

#### **Volume I**

#### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

Malattie dell'apparato digerente 50,2 44,5

Altre malattie 72,2 65,5

Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti 17,2 13,0

Traumatismi ed avvelenamenti 58,5 46,9

### **Tab. 2.1.D Incidenza delle patologie a scala regionale**

Nel grafico seguente si riporta, per fasce di età per la popolazione della Provincia di Torino, l'indice  $ex$

*speranza di vita all'età  $x$* , definito come il numero medio di anni che restano da vivere ai sopravvissuti all'età  $x$ .

0  
10  
20  
30  
40  
50  
60  
70  
80  
90  
0-4  
5-9  
1  
0-  
14  
15-19  
20-24  
2  
5-  
29  
30-  
34  
35-39  
4  
0-44  
4  
5-  
49  
50-

54  
55-59  
6  
0-64  
6  
5-  
69  
70-74  
75-79  
8  
0-  
84  
85-  
89  
90-94  
9  
5-99  
100  
-1  
04  
10  
5-109

Fasce di età  
Maschi Femmine

## **Fig. 2.1.A Speranza di vita per la popolazione maschile e femminile su scala provinciale (2000)**

### **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

**Quadro di riferimento ambientale  
Volume I**

**Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

## **3 GLI ESITI SULLA SALUTE PUBBLICA DERIVANTI DALLE ALTERAZIONI DELLO STATO DELLE COMPONENTI AMBIENTALI**

Le priorità con cui esaminare il rapporto ambiente e salute sono state definite da linee guida nazionali

nel Piano Sanitario Nazionale 1998-2000, ispirato a sua volta dal target 10 della strategia OMS<sup>15</sup>. Il Piano Sanitario Nazionale 1998-2000 all'obiettivo 3 riconosce che:

*"Qualsiasi contaminante presente nell'ecosistema interagisce con gli organismi viventi... In particolare la*

*qualità dell'aria, dell'acqua, degli alimenti e dell'ambiente in toto riveste un ruolo determinante". Inoltre*

*"La qualità dell'ambiente dipende sostanzialmente dai modelli di vita e di produzione dei beni in essere*

*sul territorio; essa quindi è direttamente orientata dalle scelte di governo del sistema.*

**Gli elementi**

**descrittivi del sistema non sono attualmente sufficientemente conosciuti; ancor più, mancano**

**informazioni sulle correlazioni tra tali elementi - allorché rappresentano fattori di rischio - e lo**

**stato di salute della popolazione".**

La conoscenza del rapporto ambiente-salute risulta ancora insufficiente. Alle difficoltà riscontrabili nel

reperimento dei dati di base si uniscono, infatti, quelle legate all'individuazione di relazioni di causa

–  
effetto univoche tra l'esposizione ambientale ad uno specifico fattore di pressione e gli effetti sulla salute umana.

I motivi che rendono non semplice l'identificazione di una relazione esposizione-patologia, soprattutto

quando l'effetto non è di tipo acuto o immediato, sono riconducibili ai due seguenti fattori<sup>16</sup>:

1 il lungo periodo di latenza tra il momento/periodo in cui è avvenuta l'esposizione e le prime modificazioni patologiche, che porta a sottostime se non addirittura all'impossibilità dell'individuazione del nesso causale;

2 la “generalizzazione” (esposizione a più fattori) ed il basso livello di esposizione allo specifico fattore

rendono poco evidenti tra i soggetti esposti (rispetto alla popolazione complessiva) i danni provocati.

In generale, i possibili effetti sulla salute pubblica che possono essere indotti da un’alterazione dello

stato delle componenti ambientali possono essere riassunti dal seguente elenco: irritazioni, malattie

infettive, patologie a danno dell’apparato respiratorio, circolatorio, uditivo, effetti mutageni, teratogeni e

cancerogeni, morte, ecc.

15 Health 21 – The Health for all policy framework for the WHO European Region

16 Sostenibilità ambientale dello sviluppo – Area PPPS, Coordinamento Regionale ARPA VIA – VAS, ARPA Piemonte, 2002.

## **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

#### **E CINTURA MERCI**

##### **Quadro di riferimento ambientale**

###### **Volume I**

###### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

Le informazioni relative alla descrizione dell’ambiente per la determinazione dello stato “ante operam” e

l’analisi delle azioni di progetto effettata hanno portato all’individuazione dei fattori di pressione che, con

riferimento al progetto in esame, rivestono importanza dal punto di vista sanitario. Tali fattori di pressione

sono, in ultima analisi, riconducibili alla potenziale alterazione dello stato delle seguenti componenti

ambientali:

1 rumore;

2 atmosfera;

3 campi elettromagnetici;

4 vibrazioni;

5 suolo e sottosuolo – rischio amianto;

6 ambiente idrico.

Oltre agli effetti che comportano l’insorgere di patologie devono inoltre essere considerati gli effetti sul

benessere della popolazione e le conseguenze sociali e culturali.

Per quanto riguarda la componente ambiente idrico i fattori di pressione sono riconducibili alle due seguenti categorie di impatti:

- alterazione dello stato di qualità della componente (fase realizzativa);
- eventuale depauperamento quantitativo della risorsa.

In relazione a tali impatti le misure gestionali e di controllo previste in fase realizzativa, nonché gli interventi di mitigazione e compensazione previsti, sono tali da non prefigurare ricadute sulla salute

pubblica.

Per tale motivo la componente ambiente idrico è esclusa dalla presente trattazione.

### **3.1 RUMORE**

La percezione dei vari tipi di rumore può variare notevolmente tra gli individui e gli impatti sono funzione

della tipologia (sorgente) di rumore.

Possibili effetti sulla salute pubblica, da rumore sono:

• fastidio (*annoyance*);

• interferenza con la comunicazione vocale (comprensione delle parole e dei segnali acustici in generale);

## **NODO URBANO DI TORINO**

## POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI

### Quadro di riferimento ambientale

#### Volume I

#### Relazione

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

- disturbi del sonno e del riposo (risvegli e incapacità di riaddormentarsi);
- effetti sulla produttività e sulla performance (efficienza, attenzione);
- effetti sul comportamento sociale e residenziale (letture, apertura finestre);
- effetti psicopatologici (complesso da stress, ipertensione, malattie ischemiche cardiache, aggressività);
- effetti sulla salute mentale (ricoveri ospedalieri);
- relazione dose - effetto per effetti combinati (ad es. fastidio + disturbi del sonno + ipertensione);
- effetti su gruppi più vulnerabili (bambini, persone con disturbi uditivi).

In merito agli effetti extrauditivi si evidenziano in particolare, le seguenti problematiche:

#### **Livello Effetti**

Modificazioni dell'elettroencefalogramma

Vasoparesi arteriosa

Aumento della pressione intracranica

Cefalea

*Neurologico*

Riduzione della Cronassia

Aggressività

Depressione

*Psichico*

Sindromi conflittuali

Attivazione del sistema diencefalico ipofisario

Reazioni di allarme

Incremento della secrezione tiroidea

*Endocrino*

Incremento dell'attività surrenale

### **Tab. 3.1.A Gli effetti extrauditivi causati dal rumore (Bastenier H., 1974; Cosa M., 1980)**

Il quadro degli effetti sanitari uditivi ed extrauditivi è tuttavia ampiamente studiato e documentato solo

nell'ambito delle patologie associate al rumore prodotto negli ambienti di lavoro.

Allo stato attuale delle conoscenze, non esiste alcuna evidenza che i danni all'apparato uditivo possano

essere attribuiti al rumore da traffico, se non per categorie molto particolari di soggetti esposti (ad esempio lavoratori aeroportuali).

Nell'ambito del rumore prodotto dal traffico, le normative e le politiche di controllo del rumore ambientale

sono sostanzialmente finalizzate alla prevenzione del disturbo e dell'*annoyance* (effetti sul sonno, interferenza con la comprensione e con il lavoro).

## **NODO URBANO DI TORINO**

## **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

## **E CINTURA MERCI**

### Quadro di riferimento ambientale

#### Volume I

#### Relazione

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

Rispetto al rumore stradale, quello originato dal traffico ferroviario ha un maggiore impatto sulla comprensione del parlato: ciò è dovuto alla più rilevante presenza, nello spettro del rumore di un treno,

di componenti tonali di frequenza medio-alta, da cui soprattutto dipende l'intelligibilità del linguaggio.

In generale tuttavia, il rumore ferroviario viene valutato meno negativamente del rumore stradale.

Ciò è dovuto essenzialmente ai seguenti fattori:

- la composizione spettrale del rumore è dominata dai toni gravi e si caratterizza per un minor contenuto energetico dell'emissione;
- una presenza ridotta di componenti impulsive nel rumore da traffico;

- un minor disturbo del sonno sempre rispetto al rumore da traffico stradale, legato ad un numero di transiti inferiore (minor numero di eventi disturbanti);
- la componente di rumore aerodinamico, caratterizzata da basse frequenze, contribuisce in misura limitata al livello equivalente  $Leq(A)$ , l'indicatore più adatto a descrivere la sensazione di disturbo ed il successivo dimensionamento delle opere di mitigazione (dose del rumore percepito);
- una migliore "percezione" sociale della ferrovia, legata alla costanza e alla "prevedibilità" del segnale acustico.

### **3.2 ATMOSFERA**

Gli effetti sulla salute dell'inquinamento atmosferico sono tradizionalmente distinti in effetti a breve ed a lungo termine<sup>17</sup>.

Nel primo insieme rientrano quelli osservabili a pochi giorni di distanza da picchi di inquinamento, in

particolar modo nelle popolazioni residenti in aree urbane, soprattutto su malattie respiratorie, cardiovascolari e sulla mortalità generale. Nel secondo, quelli riscontrabili dopo esposizioni di lunga

durata e a distanza di anni dall'inizio dell'esposizione. Anche in questo caso sono state studiate malattie

respiratorie, cardiovascolari, e la mortalità generale; l'attenzione dei ricercatori si è però anche estesa ai

tumori del polmone negli adulti, ed alle leucemie infantili.

#### **3.2.1 EFFETTI A BREVE TERMINE**

I composti inquinanti, monitorati da più lungo tempo in Italia comprendono: le polveri totali (PTS), il biossido di zolfo ( $SO_2$ ), il biossido di azoto ( $NO_2$ ), il monossido di carbonio (CO) e l'ozono ( $O_3$ ).

Negli

<sup>17</sup> Dario Mirabelli, Unità di Epidemiologia dei Tumori, Ospedale San Giovanni Battista di Torino e CPO Piemonte. Gli effetti

dell'inquinamento atmosferico. Ottobre 2002

### **NODO URBANO DI TORINO**

#### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

#### **E CINTURA MERCI**

#### **Quadro di riferimento ambientale**

##### **Volume I**

##### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

ultimi anni sono disponibili anche i dati per le frazioni delle polveri totali, inferiori o uguali a 10 micron

( $PM_{10}$ ) e inferiori o uguali a 2.5 micron ( $PM_{2.5}$ ). Utilizzando le concentrazioni di questi inquinanti come

indicatori di esposizione, sono stati condotti, negli ultimi venti anni, negli USA in particolare, numerose

analisi di correlazione tra concentrazioni degli inquinanti ed effetti sulla salute.; In sintesi, è emerso che

ci si trovava di fronte alle evidenze di effetti sulla salute a livelli di inquinamento considerati, in precedenza, privi di rischio e che non era possibile determinare una soglia di inquinamento al di sotto

della quale non fosse misurabile un eccesso di mortalità

Come indicatore di inquinamento fu utilizzato il Particolato Totale Sospeso (PTS) in quanto il particolato

era l'unico agente correlato con la mortalità giornaliera in modo coerente in tutti gli studi e l'esito conduceva ad una relazione tra particolato e mortalità di tipo lineare, senza soglie prive di effetto.

Anche i lavori più recenti indicano che è il particolato ad essere principalmente responsabile degli effetti

a breve termine, quelli cioè sulla mortalità giornaliera, con particolare riferimento alle cause respiratorie e

cardiovascolari.

Nel 1992 ebbe inizio il progetto APHEA (*Air Pollution and Health, a European Approach*:

inquinamento

atmosferico e salute, un approccio europeo), teso a fornire stime europee, su un campione iniziale di 15

città esteso successivamente (APHEA II) ad altre città che ha confermato i risultati precedenti.

Devono essere, tuttavia, evidenziati gli aspetti critici dell'interpretazione degli studi di serie temporali

pubblicati che, ad oggi, sono centinaia e vengono condotti sempre più frequentemente; la maggior parte

ha come oggetto la mortalità altri la morbosità per specifiche malattie, respiratorie e/o cardiovascolari.

In particolare, gli inquinanti monitorati sono da concepire come semplici indicatori dei veri fattori nocivi,

che restano per ora indefiniti. Inoltre la loro bontà come indicatori non è necessariamente la stessa in

tutte le aree geografiche studiate: la loro rappresentatività in ogni determinata area verosimilmente dipende dalle fonti prevalenti di inquinamento, dai movimenti delle masse d'aria che possono allontanare

gli inquinanti primari e trasportare a distanza inquinanti secondari, dal tipo e dalla velocità delle reazioni

di generazione di inquinanti secondari.

Il componente più studiato è forse il particolato, che è anche quello più complesso e difficile da definire.

Il particolato può derivare primariamente da cause naturali, come l'erosione crostale o le fonti biologiche,

oppure da fonti antropiche: impianti di riscaldamento, trasporti, emissioni industriali. Particolato può anche essere formato per trasformazione di inquinanti primariamente gassosi, come SO<sub>2</sub> ed ossidi di

azoto; inoltre particelle di dimensioni inferiori tendono ad aggregarsi col tempo in altre di dimensioni

maggiori. Il particolato già sedimentato può essere aerodisperso da fenomeni naturali ed antropici e può

## **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

### **E CINTURA MERCI**

#### **Quadro di riferimento ambientale**

#### **Volume I**

#### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

essere trasportato anche a grandi distanze, sicché quello presente in un'area può essere solo in parte

dovuto a fonti locali. È inverosimile, pertanto, che ogni tipo di particolato abbia la stessa tossicità

L'analisi delle frazioni granulometriche più fini (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>) ha portato in recenti studi a concludere che

la mortalità giornaliera non sia associata al particolato di origine crostale, quanto a quello da emissioni

da impianti di combustione, mentre sia fortemente associata a quella da emissioni autoveicolari.

**Il problema di fondo dell'interpretazione dei dati riportati dagli studi specialistici resta pertanto**

**legato all'attuale mancanza di sufficienti conoscenze degli effettivi meccanismi di azione, aspetto**

**strettamente interconnesso con quello dell'identificazione dei componenti nocivi dell'inquinamento** (D. Mirabelli, 2002).

#### **3.2.2 EFFETTI A MEDIO E LUNGO TERMINE**

In confronto al grande numero di studi condotti attraverso l'analisi delle serie temporali, gli studi di

coorte<sup>18</sup> sugli effetti a lungo termine dell'inquinamento atmosferico sono molto pochi; pongono inoltre

alcune peculiari difficoltà di interpretazione.

Per le considerazioni r invenibili in bibliografia, i risultati degli studi della valutazione del rischio legato agli

effetti a lungo termine (si veda, in particolare, il lavoro presentato dall'Organizzazione Mondiale della

Sanità alla conferenza dei Ministri su Ambiente e Salute organizzata a Londra nel 1999 dall'Organizzazione Mondiale per la Sanità e successivamente pubblicato<sup>19</sup>) devono essere interpretati

con atteggiamento critico: sono gli unici risultati cui si possa pervenire a partire da dati pubblicati, sono

stati validati da uno scrutinio particolarmente severo, ma la loro validità non è, per ora, esente da riserve.

Di seguito sono riportati alcuni r isultati degli studi attualmente pubblicati.

Un importante indicatore dell'impatto di un fattore di rischio sulla salute della popolazione è rappresentato dal suo ruolo nella riduzione dell'attesa di vita. La diminuzione dell'attesa di vita può essere vista come una misura del guadagno che ci si può attendere se l'esposizione a quel fattore di

rischio viene eliminata. In particolare, è stato calcolato un guadagno di circa 1 anno di attesa di vita per

ogni riduzione di 10 µg/m<sup>3</sup> nella concentrazione media su lungo periodo delle polveri fini.

Gli studi di coorte citati non hanno indagato soltanto la mortalità per l'insieme delle cause naturali, ma

hanno cercato di studiare su quali cause di morte specifiche fosse osservabile l'effetto, per quanto la

disaggregazione delle cause di morte nelle analisi finora condotte nel contesto di questi studi è stata

piuttosto grossolana, a causa dei loro limiti di potenza.

<sup>18</sup> Studi su gruppi di individui esposti ad un fattore ritenuto nocivo di cui si segue nel tempo l'evoluzione dello stato sanitario.

<sup>19</sup> Kunzli et al. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. Lancet, 2000.

## **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

#### **E CINTURA MERCI**

##### **Quadro di riferimento ambientale**

###### **Volume I**

###### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

Tutte le coorti, tuttavia, identificano in modo coerente la mortalità per cancro polmonare come significativamente aumentata in relazione all'esposizione ad inquinamento atmosferico.

È da notare che il rischio relativo per la mortalità da cancro al polmone dovuto ad aumenti unitari della

concentrazione di particolato è sistematicamente superiore a quello per la mortalità naturale presa nel

suo insieme. Del resto il particolato, ed in special modo il particolato fine, è generato in buona parte da

processi di combustione; le particelle prodotte da combustione nelle più diverse forme (ad esempio fuliggini, fumi di saldatura, fumi di scarico diesel) sono associate a tumori delle vie respiratorie e veicolano, inoltre, adsorbiti sulla loro superficie, cancerogeni quali gli idrocarburi aromatici

polinucleari

(IPA), i nitroareni, ed altri. Non per niente è stato recentemente incluso tra gli inquinanti da

misurare

attraverso le reti di monitoraggio della qualità dell'aria anche il benzo[a]pirene, ossia il prototipo degli IPA

cancerogeni.

Di un altro noto cancerogeno umano è stato reso obbligatorio il monitoraggio: si tratta del benzene.

Molti ricercatori non ritengono, allo stato attuale delle conoscenze, acquisita la relazione causale tra esposizione a traffico e leucemie infantili. Pur restando oggetto di indagine se un effetto cancerogeno dell'esposizione a benzene, dovuta al traffico, sia stato effettivamente dimostrato, c'è da considerare il fatto che le emissioni prodotte dai motori benzina e diesel ancor oggi comprendono il benzene e che il benzene è un cancerogeno e provoca leucemie.

### 3.2.3 RELAZIONE TRA EFFETTI A BREVE E LUNGO TERMINE

Per quanto attiene allo studio della relazione tra effetti a breve e a lungo termine sembra logico presumere che gli effetti a breve termine siano inclusi in quelli rilevati negli studi a lungo termine, come loro parte integrante. Vi è evidentemente necessità di comprendere quali patologie croniche o quali effetti cumulativi siano responsabili della differenza e come dipendano dall'esposizione. È anche evidente che l'esistenza stessa di questa differenza e la sua entità non sono di sostegno all'ipotesi che gli effetti a breve termine consistano soltanto o prevalentemente nell'anticipazione di pochi giorni del decesso di soggetti già in condizioni critiche. Studi dedicati hanno, infatti, dimostrato che l'associazione tra inquinamento e mortalità è più forte su scale temporali comprese tra 10 e 100 giorni di quanto non sia a breve termine.

Non vi è alcuna prova che gli effetti dell'inquinamento atmosferico siano limitati esclusivamente a fasce di popolazione suscettibili, anzi, per le considerazioni sopra riportate è chiaro che anche la popolazione adulta e non affetta da particolari patologie è esposta alle sue conseguenze. Tuttavia, un vasto corpo di letteratura suggerisce che alcune fasce sono *particolarmente* suscettibili agli effetti a breve termine:

### **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

#### **Quadro di riferimento ambientale**

#### **Volume I**

#### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

- per la mortalità a breve termine ed i ricoveri: anziani, bambini, persone che soffrono di malattie croniche cardiache e respiratorie;
- per l'aumento di frequenza di sintomi respiratori: bambini ed asmatici;
- per la diminuzione della funzionalità polmonare: bambini e, in parte, adulti;
- per le aritmie cardiache e la viscosità del sangue: adulti sia sani che malati (non vi sono studi nei bambini).

Gli effetti a lungo termine non sono né limitati né specialmente accentuati in alcun particolare sottogruppo di popolazione.

### 3.2.4 CONCLUSIONI

Da quanto sopra riportato è possibile trarre le seguenti conclusioni:

**1 l'inquinamento atmosferico è un fenomeno variabile, difficile da caratterizzare.** I dati resi disponibili dalle reti di monitoraggio della qualità dell'aria si riferiscono agli inquinanti tradizionalmente

oggetto di controllo in adempimento alla regolamentazione del settore;

**2** gli inquinanti tradizionalmente oggetto di monitoraggio - anidride solforosa, ossidi di azoto, ossido di

carbonio, ozono e particolato - sono associati ad **effetti a breve e a lungo termine sull'apparato**

**respiratorio e cardiovascolare**, che si riflettono sulla morbosità (ricoveri ospedalieri, giornate di astensione dal lavoro) e sulla mortalità per cause naturali (escluse cioè le cause violente);  
3 i loro effetti sono almeno in parte indipendenti, come si deduce dal fatto che sono stati osservati sia in

popolazioni il cui mix di esposizione li vede fortemente correlati, sia in popolazioni in cui lo sono meno

o in misura variabile da caso a caso;

4 laddove sono tutti presenti e fortemente correlati, **il particolato è l'indicatore che più coerentemente si associa agli effetti dell'inquinamento atmosferico**. Ciò è specialmente vero quando il particolato è misurato in termini di particelle respirabili (PM<sub>10</sub>) o di particelle fini (PM<sub>2.5</sub>). In questi casi non è corretto "sommare" tra loro gli effetti individualmente stimati dei singoli inquinanti; l'effetto misurato in relazione al particolato, infatti, include anche gli eventuali contributi aggiuntivi degli altri co-inquinanti. Sta emergendo con crescente evidenza l'importanza del particolato ultrafine;

5 tra le cause di morte in eccesso rientrano anche i tumori dell'apparato respiratorio. A rafforzare questa osservazione ci sono considerazioni in ordine alla presenza nel particolato in ambiente urbano

di molti cancerogeni che hanno il polmone come organo bersaglio: gli IPA e i nitroareni formati durante i processi di combustione innanzitutto, ma anche i metalli pesanti, quali cromo, arsenico, nichel, e le fibre di amianto;

## **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

#### **E CINTURA MERCI**

##### **Quadro di riferimento ambientale**

##### **Volume I**

##### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

6 non è stata dimostrata in tutti gli studi che l'hanno indagata, e non è accettata da tutti, l'esistenza di

una relazione causa effetto tra emissioni da traffico e leucemie infantili, ma il benzene è presente nell'atmosfera in ambiente urbano ed è un cancerogeno capace di provocare leucemie;

**7 l'inquinamento atmosferico non è un problema semplicemente locale. Fenomeni di trasporto,**

**presenti persino su scala continentale, possono contribuire in modo dominante**

**all'esposizione**. Il controllo dell'inquinamento atmosferico non è soltanto una necessità interna di una

comunità locale, ma un dovere nei confronti delle città vicine e più in generale dell'intera società

8 misure volte alla soppressione di questa o quella fonte di emissione per brevi periodi in corrispondenza di picchi di inquinamento non riducono i suoi livelli medi ed hanno influenza limitata anche su quelli a breve termine: questi ultimi dipendono più fortemente dalle condizioni climatiche locali che dall'attività delle fonti di emissione. Ciò deriva dal fatto che non solo i fenomeni di trasporto

dei inquinanti, ma anche i meccanismi di trasformazione degli inquinanti primari e quelli di deposito ed

eliminazione sono complessi e richiedono tempo;

9 non sarebbe logico attendersi che simili misure siano efficaci per la riduzione degli effetti sulla salute

dell'inquinamento atmosferico. **Gli effetti a lungo termine sono di gran lunga i più importanti e dipendono esclusivamente dai livelli di esposizione medi su lunghi periodi**. Miglioramenti sostanziali della qualità dell'aria, con benefici di lungo periodo sulla salute, possono conseguire in compenso ad interventi strutturali.

Queste conclusioni non possono essere considerate definitive: occorre, infatti, migliorare lo stato attuale

delle conoscenze su alcuni aspetti controversi. I principali spunti di ricerca riguardano la relazione quantitativa dose – risposta per gli effetti a lungo termine, le frazioni di particolato (in termini dimensionali

e di composizione chimica) cui gli effetti sono dovuti, i meccanismi di azione alle basse dosi, l'utilità di indicatori personali di esposizione e di effetto precoce. Sono attualmente in corso importanti studi, volti a chiarire questi ed altri aspetti della relazione tra inquinamento atmosferico e salute. Occorre citare: la seconda edizione degli Studi Italiani sui Disturbi Respiratori nell'Infanzia e l'Ambiente (SIDRIA 2), la seconda edizione dell'indagine sulla salute respiratoria nella Comunità Europea (ECRHS 2), il programma europeo di sorveglianza sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico (APHEIS), lo studio sui tumori delle vie respiratorie all'interno della coorte EPIC (GEN-AIR), lo studio multicentrico sui tumori infantili (SETIL). È necessario essere pronti a riesaminare l'interpretazione delle evidenze epidemiologiche alla luce dei loro risultati.

## **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

**Quadro di riferimento ambientale**

**Volume I**

**Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

### **3.3 CAMPI ELETTROMAGNETICI**

#### **3.3.1 PREMESSA**

L'"interazione" dei campi elettromagnetici con il corpo umano, indica la perturbazione di un equilibrio preesistente. Questo non si traduce automaticamente con un effetto biologico, il quale si manifesta solo a seguito di variazioni morfologiche e funzionali evidenti in un sistema biologico. L'effetto biologico, a sua volta, non comporta necessariamente un effetto sanitario, ossia un danno per la salute, che si verifica quando l'effetto biologico supera la capacità di riparo ed adattamento dell'organismo. Gli effetti biologici sono tanto più cospicui, quanta più energia viene assorbita dai tessuti, per quanto tempo, e con quali modalità. Gli effetti sanitari dipendono anche da fattori soggettivi: sesso, età, condizioni di salute, predisposizione e sensibilità individuale, nonché dalle condizioni ambientali e dalla concomitanza con altri agenti nocivi. La maggior parte dei meccanismi di interazione tra i sistemi biologici ed i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici non sono ancora ben conosciuti. Per questa ragione non si possono ricondurre ad un unico processo elementare, né si può semplificare il discorso considerando solo gli effetti termici o gli effetti a breve termine dovuti alle correnti indotte all'interno degli organismi stessi. Tuttavia, dall'analisi di lavori sperimentali condotti *in vivo* e *in vitro*, sembra possibile ipotizzare la presenza di un meccanismo di attivazione di processi, agenti a livello sia delle cellule che dei tessuti, dovuto proprio all'esposizione ai suddetti campi. Vi sono casi in cui tale esposizione sembra avere addirittura un esito favorevole nella risoluzione di patologie e traumi riguardanti il tessuto osseo, come appare nel caso delle ben documentate applicazioni nel campo dell'ortopedia. Sembra comunque

evidente che un agente capace di incidere in maniera così macroscopica sul tessuto osseo, tanto da accelerare la riduzione delle fratture grazie ad una proliferazione degli osteociti, non può non essere considerato come un farmaco, e quindi come tutti i farmaci dovrebbe essere trattato come tale sia per le applicazioni che per le controindicazioni.

Per quanto riguarda il discorso sanitario, si debbono distinguere tre livelli di interazione.

Il *primo livello* è quello del danno biologico o della riparazione, cioè il livello di interazione a cui il campo

elettrico, magnetico e/o elettromagnetico provoca alterazioni clinicamente rilevanti, persistenti nel tempo,

eventualmente anche successivamente alla cessazione dell'esposizione ai suddetti campi. In questa

categoria rientrano i danni dovuti all'esposizione acuta ai campi, come la sterilità indotta dalle onde radio, l'opacizzazione del cristallino e la comparsa anticipata della cataratta, così come la riparazione,

### **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

**Quadro di riferimento ambientale**

**Volume I**

**Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

come nel caso segnalato nella pratica ortopedica, di cui si è par lato in precedenza. In questa stessa

categoria rientrano anche i danni imputati alle esposizioni croniche, soprattutto al campo magnetico in

bassissima frequenza, nel caso siano confermati gli studi epidemiologici sinora condotti, e cioè tumori

come la leucemia infantile, disturbi a carico del sistema endocrino, accelerazione di malattie degenerative quali il morbo di Parkinson e la malattia di Alzheimer.

Il *secondo livello* riguarda l'effetto biologico, il quale può essere rilevato mediante l'uso di tecniche di

anatomia microscopica, microbiologia e biologia molecolare. L'effetto biologico può non dare un danno

immediato, ma può comunque rappresentare una parte di un processo a lungo termine che potrebbe

anche avere un esito patologico.

Il *terzo livello* è quello dell'interazione semplice, nella quale i campi elettrici, magnetici e/o elettromagnetici causano una perturbazione, cioè un disturbo a livello molecolare delle strutture biologiche elementari.

Un altro fattore da prendere in considerazione è l'assorbimento di energia e lo sviluppo di calore ad

esso associato, che è un fenomeno che si verifica nell'interazione tra i sistemi biologici ed i campi ad

alta frequenza. Il parametro con il quale viene quantificato questo fenomeno è il tasso di assorbimento

specifico o SAR (Specific Absorption Rate), che è l'energia dissipata per unità di massa del sistema

esposto nell'unità di tempo, e che si misura in Watt per chilogrammo (W/kg).

In generale, però, se l'esposizione non supera determinati livelli, l'organismo riesce a mantenere l'omeostasi termica attraverso i sistemi di redistribuzione e dispersione del calore (irraggiamento, conduzione attraverso la cute, sudorazione, perfrigerazione ematica).

I campi elettrici, magnetici ed i campi elettromagnetici *esterni*, cioè quelli presenti nell'ambiente, hanno la

proprietà di penetrare all'interno dei materiali biologici. Lo *spessore di penetrazione* decresce con la frequenza del campo: è dell'ordine dei metri a bassa frequenza e dei centimetri-millimetri nella regione delle microonde. Essi esercitano sulle particelle cariche, presenti nel sistema esposto, delle forze che possono alterare l'originale distribuzione di carica. A sua volta tale effetto produce campi elettrici e magnetici locali che si sommano ai campi di origine esterna. La maggior parte dei tessuti biologici presenta le caratteristiche tipiche dei materiali dielettrici e dei conduttori. I meccanismi principali attraverso cui il campo elettrico esercita un effetto sulle cariche presenti all'interno delle strutture biologiche sono:

- la polarizzazione, ossia l'induzione di momenti di dipolo;
- l'orientamento di dipoli permanenti;
- l'oscillazione e la diffusione di cariche libere (fenomeni conduttivi).

### **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

#### **Quadro di riferimento ambientale**

##### **Volume I**

##### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

Proprio a causa di queste proprietà i campi elettrici interni sono di gran lunga meno intensi dei campi

esterni che li inducono. Per esempio, nell'esposizione a 50 Hz il campo elettrico indotto all'interno del

sistema biologico esposto è ridotto di un fattore 10<sup>6</sup>-10<sup>7</sup> rispetto al valore del campo elettrico esterno.

Perciò, pur essendo scientificamente provato che le forze esercitate dai campi elettrici possono produrre

sui sistemi cellulari trattati *in vitro* effetti quali l'allineamento di cellule a forma di catenella, l'elettroporazione e la fusione cellulare, bisogna sottolineare che per osservare tali fenomeni l'intensità

dei campi applicati deve essere necessariamente di ordini di grandezza superiore ai valori massimi consentiti per l'esposizione dell'uomo.

Nel corso degli ultimi venti anni, sulla base di alcuni dati scientifici contraddittori, è stata avanzata l'ipotesi, non ancora verificata, che possa esistere una relazione causale fra esposizione cronica a deboli

campi elettrici e magnetici generati dalle reti di distribuzione dell'energia elettrica a 50 Hz ed il rischio

cancerogeno. Mentre i grandi mezzi di comunicazione hanno ampiamente trattato l'argomento in termini

emotivi e privi di contenuto scientifico, la comunità scientifica ha risposto e sta cercando di rispondere al

legittimo desiderio di chiarezza e verità proveniente dalla società aumentando il numero e la potenza

delle indagini epidemiologiche nonché la ricerca teorica e sperimentale, quest'ultima volta soprattutto ad

individuare eventuali meccanismi biofisici e biologici ricollegabili al presunto effetto cancerogeno dei

c.e.m.

**Allo stato attuale esistono perciò sostanziali elementi di incertezza riguardo l'esistenza di detto**

**effetto, oltre alla mancanza di conoscenza dei meccanismi che eventualmente potrebbero essere**

**responsabili degli stessi.**

3.3.2 GLI ELEMENTI SCIENTIFICI 20

### **Effetti sanitari dei campi elettromagnetici a bassa frequenza**

I campi elettrici e magnetici a 50 Hz hanno una lunghezza d'onda nei tessuti biologici di circa 1.200 m (in aria è  $6 \times 10^3$  km) ed uno spessore di penetrazione medio pari a circa 180 m. A detto valore di frequenza è del tutto improprio parlare di campi elettromagnetici perché il carattere radiativo dei campi è irrilevante e l'esposizione deve essere riferita a due entità indipendenti quasi statiche, cioè il campo elettrico ed il campo magnetico. Un'altra importante caratteristica dei campi a 50 Hz è il valore estremamente piccolo dell'energia quantica associata che risulta essere  $2.1 \times 10^{-13}$  eV, cioè 11 ordini di grandezza inferiore

### **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

### **E CINTURA MERCI**

#### **Quadro di riferimento ambientale**

#### **Volume I**

#### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

all'energia termica a 37 °C ( $kT = 2.7 \times 10^{-2}$  eV a 310 °K). Detto valore è inoltre circa 12 ordini di grandezza inferiore al valore richiesto per rompere un legame chimico debole quale il legame idrogeno. Le considerazioni fisiche ora espresse portano perciò ad escludere che l'interazione dei campi elettrico e magnetico a 50 Hz con molecole quali DNA, RNA, proteine etc. possa tradursi nella rottura diretta dei legami chimici. Come appare logico attendersi dalle suddette premesse, effetti diretti dei campi elettrici e magnetici a 50 Hz sul DNA e la cromatina (da cui possono derivare mutazioni geniche, trasformazione neoplastica o morte cellulare) non sono state osservate. Nei normali ambienti di vita l'intensità delle componenti elettrica e magnetica a 50 Hz sono generalmente comprese fra 10-50 V/m e 0,1-0,3 microT rispettivamente. Detti valori di campo possono indurre all'interno del corpo del soggetto esposto dei campi elettrici inferiori a circa 5 microV/m, un'intensità paragonabile ed anche inferiore ai valori di campo elettrico generato nella materia biologica da varie attività bioelettriche e biochimiche endogene (rumore endogeno). Nell'esposizione ai campi a 50 Hz non è neppure ipotizzabile alcun effetto mediato dallo sviluppo di calore (effetto termogenico indotto dai campi elettrico e magnetico) come invece può succedere nell'esposizione a radiofrequenze e microonde. Infatti il massimo valore di campo elettrico teoricamente realizzabile all'interno del sistema biologico, quando l'esposizione avviene attraverso l'aria, è circa 1 V/m. Anche in tali condizioni, che corrispondono a valori di campo esterno dell'ordine di  $10^6$  V/m, è stato calcolato che l'energia assorbita dal sistema esposto corrisponde ad un tasso di assorbimento specifico medio di circa  $10^{-4}$  Watt/kg. Detto valore è circa un decimillesimo del calore metabolico basale standard nell'uomo.

Le conclusioni che si possono trarre sono le seguenti:

- a) i campi elettrici e magnetici a 50 Hz non sono in grado di provocare alterazioni o rotture dei legami delle biomolecole;
- b) nell'esposizione attraverso l'aria gli eventuali effetti biologici osservati non sono correlabili con lo sviluppo di calore e l'innalzamento della temperatura perché tali effetti, anche in presenza di campi

di intensità elevata, sono assolutamente insignificanti.

Anche se i livelli di campo a 50 Hz presenti nell'ambiente non sono in grado di perturbare la struttura

molecolare della materia biologica, i vari lavori sperimentali riportano risposte positive di cellule e tessuti

a gradienti di campo interni di valore compreso fra 0,1-10 mV. Le alterazioni funzionali osservate e che

20 M. Castriotta et al. Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro - Dipartimento Documentazione Informazione e Formazione; A. Lisi et al. CNR Istituto di Medicina Sperimentale.

## **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

#### **E CINTURA MERCI**

##### **Quadro di riferimento ambientale**

##### **Volume I**

##### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

sono state indotte dai campi la cui intensità è tale da produrre i predetti gradienti di campi interni, comprendono modificazioni di: potenziali evocati, ritmo cardiaco, sintesi notturna di melatonina, crescita

cellulare, espressione genica, biosintesi di macromolecole, legame e trasporto di ioni  $Ca^{++}$  da parte

della membrana cellulare, ecc.

Per dare una spiegazione ai fenomeni osservati sono stati proposti ed ipotizzati vari modelli e meccanismi di interazione. In generale la ricerca teorica e sperimentale volta a chiarire la natura dei

fenomeni descritti, concorda nel ritenere la membrana cellulare il sito critico dell'interazione, anche per la

sua proprietà di tradurre, amplificandoli, i deboli gradienti di campo extracellulare indotti dai campi esterni.

Molte ricerche sono attualmente in corso e comunque molto resta ancora da fare. Fino ad ora però non

sono stati individuati substrati e meccanismi di interazione dei campi a 50 Hz che possano avere un

ruolo significativo nel presunto effetto oncogeno dei campi elettrici e magnetici. Anche l'energia quantica

associata ai campi elettromagnetici ad alta frequenza (radiofrequenze e microonde) è troppo piccola per

poter influire direttamente sui legami chimici forti e deboli delle molecole biologiche. Si consideri che

anche i campi elettromagnetici a 300 GHz, che rappresentano la frequenza superiore della banda delle

microonde oltre la quale si estende la regione spettrale della radiazione infrarossa, hanno un'energia

quantica di  $10^{-3}$  eV, valore decisamente inferiore all'energia di attivazione del legame ionico e del legame covalente (che è di 3-5 eV) e del legame idrogeno (che è di  $10^{-1}$  eV).

I campi elettrici indotti nelle strutture biologiche dai campi elettrici e magnetici (bassa frequenza) esterni

o dalle componenti elettrica e magnetica del campo elettromagnetico (alta frequenza), provocano un

assorbimento di energia dovuto a fenomeni di polarizzazione e movimento di cariche. La conoscenza

delle caratteristiche dielettriche nel dominio della frequenza dei materiali esposti permette di descrivere,

dal punto di vista macroscopico, l'accoppiamento fra i campi esterni ed il corpo umano.

Si è detto precedentemente che il campo elettrico interno esercita delle forze sulle cariche presenti all'interno delle strutture biologiche esposte e che il movimento di dette cariche dal punto di vista macroscopico consiste in una corrente elettrica che circola all'interno del corpo e la cui intensità è

determinata localmente da vari parametri.

Nell'esposizione a campi elettrici di frequenza inferiore a 10 MHz l'intensità della corrente che fluisce per

l'unità di area posta perpendicolarmente alla direzione del campo applicato, denominata perciò densità

di corrente, a parità di tutti gli altri fattori coinvolti è proporzionale alla frequenza del campo. Anche l'accoppiamento con i campi magnetici esterni induce all'interno delle strutture biologiche esposte dei

campi elettrici spazialmente non uniformi che determinano il fluire di correnti.

## **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

#### **E CINTURA MERCI**

##### **Quadro di riferimento ambientale**

###### **Volume I**

###### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

La densità di corrente indotta dai campi magnetici aumenta linearmente con la frequenza del campo

oltre che con la conducibilità dei tessuti ed il valore dell'induzione magnetica. Nell'esposizione a frequenza inferiore a qualche MHz, la densità di corrente nei tessuti esposti è prodotta dall'azione combinata delle componenti elettrica e magnetica del campo esterno. Le correnti indotte provocano

sviluppo di calore e contemporaneamente possono innescare effetti di stimolazione su tessuti e strutture

eletttricamente eccitabili se vengono superati i relativi valori di soglia. A frequenza inferiore a qualche

MHz predomina l'effetto di stimolazione, mentre a frequenza superiore predominano i fenomeni di riscaldamento. In particolare nell'esposizione a microonde, cioè a campi elettromagnetici di frequenza

superiore a 300 MHz, l'unico effetto macroscopico rilevante ai fini della protezione è l'effetto termico

indotto dal campo elettromagnetico esterno.

##### ***Effetti sanitari dei campi elettromagnetici ad alta frequenza***

L'assorbimento di energia elettromagnetica ad alta frequenza, ( $f > 10$  MHz) dà luogo allo sviluppo di

calore, un fenomeno ben noto e quantificabile con strumenti teorici e sperimentali. La deposizione di

energia all'interno del soggetto esposto non è mai uniforme, a causa delle differenti proprietà dielettriche

dei tessuti esposti, e delle diverse proprietà riflettive e rifrattive delle varie interfacce. Inoltre l'assorbimento di energia elettromagnetica ad alta frequenza è fortemente dipendente dalle dimensioni

fisiche e dall'orientamento del corpo del soggetto esposto in rapporto alla frequenza e polarizzazione del

campo elettromagnetico.

I risultati degli studi teorici, avvalorati da verifiche sperimentali, mostrano che in un individuo esposto in

altezza parallelamente alla direzione del campo elettrico si osserva un massimo di assorbimento (*risonanza*) allorché la frequenza è tale che il rapporto fra l'altezza dell'individuo e la lunghezza d'onda

del campo incidente sia pari a 0,4. Alla distribuzione spaziale dell'energia assorbita non corrisponde

un'analogia distribuzione dell'incremento di temperatura, perché la perfusione sanguigna è elevata in

alcuni tessuti e organi e scarsa in altri, e ciò determina una diversa capacità di scambio di calore.

All'aumentare della frequenza diminuisce progressivamente la capacità dei campi elettromagnetici di penetrare all'interno dei sistemi biologici, e di conseguenza l'assorbimento si concentra progressivamente sulle strutture più esterne. Nell'intervallo di frequenza 400-2000 MHz si possono verificare significativi assorbimenti localizzati. Quando la frequenza supera i 104 MHz l'assorbimento è sostanzialmente di tipo superficiale e pone problemi analoghi a quelli che si verificano nell'esposizione alla radiazione infrarossa.

## **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

**Quadro di riferimento ambientale**

**Volume I**

**Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

La regione di spazio prossima ad un'antenna che irradia campi elettromagnetici è denominata *regione di*

*campo vicino*. Nell'esposizione in campo vicino, l'assorbimento di energia può risultare ancora più

disomogeneo di quanto precedentemente illustrato in rapporto alla potenza irradiata, alla frequenza dei

campi, alla struttura spaziale dei campi irradiati ed alla configurazione antenna radiante assorbente.

Detta situazione si verifica rispetto all'utilizzatore del telefono cellulare ed ai lavoratori che operano presso i riscaldatori a induzione ed a radiofrequenza utilizzati in numerose applicazioni industriali ed artigiane.

Il campo elettrico presente nell'ambiente induce delle cariche in persone o oggetti metallici non posti a

terra. In tali circostanze se una persona in contatto con la terra tocca un oggetto metallico carico ed

isolato da terra o viceversa, si ha un passaggio di corrente da contatto che può tradursi in una stimolazione di muscoli e nervi periferici anche di tipo acuto. Le soglie di percezione, fastidio, dolore e

incapacità di staccarsi dal contatto dipendono dalla frequenza del campo e dalla superficie di contatto.

Effetti da elettrizzazione su peli e sullo strato corneo della pelle sono prodotti da campi a bassa frequenza di notevole intensità. Infine l'esposizione a impulsi di durata inferiore a 30 microsecondi di

microonde aventi frequenza superiore a 300 Mhz possono provocare un effetto acustico che si manifesta con un ronzio alla frequenza di ripetizione degli impulsi. Tale effetto viene attribuito ad una

espansione termomeccanica prodotta dai campi elettromagnetici sulle strutture cromatiche e dell'orecchio

interno.

**3.3.3 POSIZIONI DEGLI ORGANISMI SCIENTIFICI SU "CAMPI ELETTROMAGNETICI E SALUTE"**

### ***Basse frequenze (ELF) - Elettrodotti***

Istituto Superiore di Sanità " *Gli studi epidemiologici suggeriscono un'associazione tra l'esposizione*

*residenziale a campi magnetici a 50 Hz e la leucemia infantile. Il nesso di causalità non è tuttavia*

*dimostrato, sia a causa di limitazioni nel disegno degli studi e nel controllo di potenziali fattori di*

*confondimento, sia per il carattere contrastante dei dati ottenuti mediante differenti procedure di*

*valutazione dell'esposizione (...), sia infine a causa della mancanza di un chiaro meccanismo d'azione*

*per l'eventuale cancerogenicità dei campi magnetici di frequenza industriale" (Rapporto ISTISAN 98/31*

*Tumori e malattie neurodegenerative in relazione all'esposizione a campi elettrici e magnetici a 50/60*

*Hz: rassegna degli studi epidemiologici).*

*OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità): "Non vi è finora alcuna prova convincente che l'esposizione a campi ELF provochi danni diretti alle molecole biologiche, compreso il DNA. Risulta*

**NODO URBANO DI TORINO**

**POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

**E CINTURA MERCI**

**Quadro di riferimento ambientale**

**Volume I**

**Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

*quindi improbabile che essi possano iniziare il processo di cancerogenesi. Tuttavia, sono ancora in*

*corso studi per stabilire se l'esposizione a campi ELF possa influenzare la promozione o la copromozione*

*del cancro. Recenti studi su animali non hanno trovato evidenze che l'esposizione a campi*

*ELF abbia effetto sull'incidenza di tumori" (OMS - Progetto internazionale campi elettromagnetici -*

*Promemoria n. 205, novembre 1998, Campi a frequenza estremamente bassa (ELF).*

*E ancora: "La valutazione dei potenziali rischi per la salute dei campi elettromagnetici è affetta da*

*numerose incertezze. In particolare, un certo numero di studi epidemiologici suggerisce l'esistenza di*

*una debole correlazione tra esposizione ai campi elettromagnetici le malattie. Gli studi comprendono una*

*varietà di malattie e condizioni di esposizione. Tuttavia, le maggiori evidenze sono relative ad un*

*possibile aumento del rischio di leucemia infantile associato all'esposizione a campi elettromagnetici di*

*bassa frequenza (50/60 Hz). Altre evidenze scientifiche, compresi molti studi su animali, non supportano*

*questa conclusione, e molti degli stessi studi epidemiologici sono affetti da problemi quali l'inadeguata*

*valutazione dell'esposizione. Commissioni di esperti che hanno riesaminato questa evidenza hanno*

*concordemente ritenuto che essa sia troppo debole per essere convincente".*

*(Electromagnetic fields and public health. Cautionary policies, marzo 2000)*

*ICNIRP (International Commission on Non- Ionizing Radiation Protection): "I risultati della ricerca*

*epidemiologica sull'esposizione ai campi elettromagnetici e il cancro, inclusa la leucemia infantile, non*

*sono abbastanza forti, in assenza di supporto da parte della ricerca sperimentale, da stabilire una base*

*scientifica per emanare linee guida per l'esposizione" (Guidelines for limiting exposure to time-varying*

*electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz), 1998).*

NIEHS (National Institute of Environmental Health Sciences, USA): *"Il NIEHS ritiene che la probabilità che l'esposizione a campi elettromagnetici sia realmente pericolosa per la salute è, allo stato attuale, piccola. Le deboli associazioni epidemiologiche e la mancanza di ogni supporto di laboratorio per confermarle forniscono solo un debole sostegno all'ipotesi che l'esposizione ai campi elettromagnetici ELF possa provocare danni di qualsiasi grado"*. L'Istituto ha concluso che i campi ELF debbano essere considerati come un "possibile cancerogeno per l'uomo", vale a dire la più bassa delle tre categorie usate dalla IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) per classificare l'evidenza scientifica relativa ad agenti potenzialmente cancerogeni: "possibile cancerogeno", "probabile cancerogeno" e "cancerogeno". La IARC ha due ulteriori voci: "non classificabile" e "probabilmente non cancerogeno", ma il NIEHS ha ritenuto che vi fossero prove a sufficienza per eliminare queste

## **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

**Quadro di riferimento ambientale**

**Volume I**

**Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

categorie". (Health effects from exposure to power-line frequency electric and magnetic fields", rapporto al Congresso degli USA del maggio 1999).

**Radiofrequenze (RF) - Stazioni radiobase, impianti radiotelevisivi, telefoni cellulari**

ICNIRP (International Commission on Non- Ionizing Radiation Protection): *"L'evidenza scientifica indica*

*che l'esposizione a campi a radiofrequenza non è mutagena e non è quindi verosimile che essa agisca*

*come iniziatore nella cancerogenesi..."* (Health issues related to the use of hand-held radiotelephones

and base transmitters, 1996).

OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità): *"L'evidenza scientifica attuale indica che l'esposizione a*

*bassi livelli di campi RF, compresi quelli emessi dai telefoni mobili e dalle stazioni radio base, non*

*inducono né favoriscono, verosimilmente, il cancro. Gli studi di cancerogenesi animale non hanno fornito*

*evidenze convincenti di un effetto sull'incidenza di tumori. Tuttavia un recente studio ha trovato che*

*campi RF simili a quelli usati nelle telecomunicazioni mobili aumentava l'incidenza di cancro in topi*

*modificati geneticamente, esposti in vicinanza (0.65 m) di un'antenna trasmittente RF.*

*Ulteriori studi*

*verranno svolti per accertare la rilevanza di questi risultati per il cancro nell'uomo. Al momento attuale,*

*gli studi epidemiologici (sulla salute della popolazione) non forniscono informazioni adeguate per*

*un'appropriata valutazione del rischio di cancro nell'uomo da esposizioni a campi RF, perché i risultati di*

*questi studi sono incoerenti"* (OMS - Progetto internazionale campi elettromagnetici (campi

elettromagnetici) - Promemoria n. 193 "Campi elettromagnetici e salute pubblica - I telefoni mobili e le loro stazioni radio base", Ginevra maggio 1998).

In linea con le risultanze scientifiche dei più autorevoli Istituti internazionali l'Italia è stata la prima nazione europea a emanare una disciplina in materia di campi elettromagnetici. Ciò anche in base all'art.

4 della legge n. 833/1978 (legge recante l'istituzione del SSN) che ha previsto che sia un apposito decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri a fissare una normativa tecnica, periodicamente sottoposta a revisione, sui limiti massimi di esposizione ad inquinanti di natura fisica.

La normativa nazionale e regionale per la tutela della popolazione dagli effetti dei campi elettromagnetici

disciplina separatamente le basse frequenze (elettrodotti) e le alte frequenze (impianti radiotelevisi, stazioni radiobase, ponti radio).

Di seguito si riporta, riprendendolo dallo specifico capitolo del SIA, un quadro della normativa di riferimento e di quella vigente.

### **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

### **E CINTURA MERCI**

#### **Quadro di riferimento ambientale**

#### **Volume I**

#### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

#### **3.3.4 RIFERIMENTI NORMATIVI**

Normativa Nazionale ed Internazionale

I campi ELF hanno ricevuto particolare attenzione con riferimento ai sistemi di trasporto e distribuzione

dell'energia elettrica e sin dal 1980 il documento CIGRE Conference International de Grand Resau Electric in [1] ha definito le grandezze fondamentali, segnalato gli effetti più significativi dei campi e suggerito i metodi di misura del campo elettrico e magnetico.

L'organizzazione IRPA/INIRC definì in [2] i livelli di esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza industriale di 50/60 Hz dopo una complessa operazione di coordinamento della letteratura e

della normativa a livello mondiale. Per quanto riguarda i campi statici, un documento dell'ICNIRP (organizzazione nata dall'unione dell'IRPA/INIRC), suggerisce i limiti in un documento del 1994 [3].

Successivamente nel 1995 il CENELEC [4] e subito dopo il CEI in [5] hanno definito limiti di esposizione

ai campi, metodi di misura e caratteristiche della strumentazione. Queste ultime norme definite "prenorme" o "norme sperimentali" sono però decadute nel dicembre 1999.

Quindi, l'ICNIRP pubblica nel 1998 le linee guida per i limiti di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico nel range di frequenze fino a 300 kHz [7] e tali valori vengono adottati successivamente

nella Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 1999 [9].

I limiti di esposizione riportati dalle linee guida dell'ICNIRP, relativi alla frequenza di 50 Hz, sono i seguenti:

#### **Tipo di esposizione Campo elettrico, kV/m Campo magnetico, $\mu$ T**

Esposizione per popolazione 5 100

Esposizione per lavoratori 10 500

#### **Legge Nazionale**

La legge più recente per la tutela della popolazione dai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici è la:

- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (G.U., parte I, n. 55 del 7 marzo 2001).

Relativamente a tale legge occorre fare riferimento ai limiti di esposizione riportati nel decreto attuativo:

### **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

### **E CINTURA MERCI**

## Quadro di riferimento ambientale

### Volume I

#### Relazione

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

• DPCM 23 Febbraio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", G.U. n.200 del 29 Agosto 2003. In particolare si riportano gli articoli 3 e 4 che fissano tali limiti:

#### Articolo 3

1. Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di **100  $\mu$ T** per l'introduzione magnetica e **5 kV/m** per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

2. A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di **10  $\mu$ T**, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

#### Articolo 4

1. Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove arre di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di **3  $\mu$ T** per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Inoltre il DPCM 23/02/03, afferma all'articolo 8 comma 1:

#### Articolo 8

1. Dalla data di entrata in vigore del presente decreto non si applicano, in quanto incompatibili, le disposizioni dei decreti del Presidente del Consiglio dei Ministri 23 aprile 1992 e 28 settembre 1995.

Nel quadro dello studio di impatto si adotteranno come valori limite:

### **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

### **E CINTURA MERCI**

## Quadro di riferimento ambientale

### Volume I

#### Relazione

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

**Campo elettrico, kV/m Campo magnetico,  $\mu$  T**

5 3

## **3.4 VIBRAZIONI**

Quanto all'impatto ambientale, in senso lato, delle vibrazioni diversi studi mettono in evidenza che le vibrazioni, imputabili soprattutto al passaggio di veicoli pesanti su strade non concepite per questo scopo, hanno effetti negativi sugli edifici, che possono andare da semplici fessurazioni a veri e propri guasti strutturali. Gli effetti sulla salute umana sono stati oggetto di poche indagini sistematiche.

#### 3.4.1 ASPETTI NORMATIVI

I livelli massimi di vibrazione imposti per la limitazione del disturbo sulla persona (ISO 2631 e UNI 9614)

sono generalmente più restrittivi di quelli relativi al danneggiamento degli edifici (normativa ISO 4866 e

UNI 9916), pertanto, se si può ragionevolmente assumere che la vibrazione non superi i limiti fissati per

il disturbo sugli individui, non si possono rilevare effetti seppur minimi di danneggiamento sugli edifici.

Il veicolo ferroviario può essere definito come sorgente di vibrazione intermittente.

Infatti, un ricettore adiacente ad una linea ferroviaria è soggetto ad una serie di eventi di breve durata,

separati da intervalli in cui la vibrazione ambientale presenta un'ampiezza molto più bassa.

Per valutare l'effetto della vibrazione sul comfort, le componenti di moto lungo le tre direzioni sono "sommate" (composte) in corrispondenza del ricettore, in accordo con la normativa, la quale richiede la

somma delle componenti quando nessuna di queste è predominante sulle altre.

La ISO2631, infatti, indicando come quantità primaria per la misura dell'ampiezza di vibrazione il valore

r.m.s. (root-mean-square) dell'accelerazione pesata in frequenza, fissa i limiti di emissione di vibrazioni

sull'individuo tramite curve base, definite nell'intervallo di frequenza da 1 a 80 Hz.

Tali curve di ampiezza di vibrazione in funzione della frequenza rappresentano i limiti di non disturbo; il

loro superamento implica la possibile interferenza delle vibrazioni indotte con le attività umane. Al variare

del luogo in cui si trova l'individuo, o il tipo di edificio, la normativa assegna opportuni moltiplicatori delle

curve base.

In presenza di destinazione d'uso variabile degli edifici soggetti alla valutazione del livello vibratorio, è

opportuno considerare la posizione dell'individuo come non nota o variabile.

### **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

### **E CINTURA MERCI**

#### **Quadro di riferimento ambientale**

#### **Volume I**

#### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

Una distinzione ulteriore viene fatta rispetto a vibrazioni in periodo notturno (dalle 22 alle 7) o diurno

(dalle 7 alle 22). A partire dalle curve base si ottiene una serie di curve funzioni della frequenza, che

rappresentano il limite di comfort riferito al livello di vibrazione in termini di accelerazione (valore r.m.s.),

per diverse condizioni di luogo e ora.

Al fine di valutare il livello di disturbo, la Normativa UNI 9614, in recepimento della ISO 2631, riporta i

valori limite di normativa riferiti a sorgenti di tipo continuo e, pertanto, il loro impiego risulta conservativo

nell'analisi del disturbo arrecato da sorgenti intermittenti quali i treni.

**Luogo**

**A**

**[m/s<sup>2</sup>]**

**L**

**[dB]**

**Aree critiche (camere operatorie ospedaliere, laboratori di precisione)**

**3.3 \* 10<sup>-3</sup>71**

**Abitazioni (notte) 5.0\*10<sup>-3</sup>74**

**Abitazioni (giorno) 7.2\*10<sup>-3</sup>77**

**Uffici 14.4\*10<sup>-3</sup>83**

**Fabbriche 28.8\*10<sup>-3</sup>89**

### **Tab.3.4.A Valori limite di vibrazione (UNI 9614)**

#### **3.4.2 GLI EFFETTI SULLA SALUTE**

L'analisi degli effetti delle vibrazioni sulla salute in letteratura è rivolta fundamentalmente alle patologie

da ambiente di lavoro.

Le patologie associate all'esposizione professionale sono studiate, in letteratura, distinguendo tra le

vibrazioni meccaniche trasmesse al sistema mano-braccio e al corpo intero (Whole Body Vibration).

Nel primo gruppo rientrano gli effetti generati da utensili portatili e/o da manufatti impugnati e lavorati su

macchinario fisso (maggiore rischio di insorgenza di lesioni vascolari, neurologiche e muscoloscheletriche

a carico del sistema mano-braccio).

Meno evidenti sono le correlazioni relativamente agli effetti delle vibrazioni meccaniche trasmesse al

corpo intero.

Nonostante numerosi studi epidemiologici pubblicati in letteratura sugli effetti dell'esposizione del corpo

intero a vibrazioni, appare che non è al momento possibile individuare patologie o danni univocamente

associabili all'esposizione del corpo a vibrazioni.

### **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

### **E CINTURA MERCI**

#### **Quadro di riferimento ambientale**

#### **Volume I**

#### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

In generale lo stato attuale delle conoscenze sulla risposta del corpo umano all'esposizione a vibrazioni

è ancora alquanto incompleto e lacunoso per poter consentire la formulazione di modelli biomeccanici

utili a definire i criteri di valutazione dell'impatto sulla salute dall'esposizione a tale agente fisico.

Il corpo umano è, dal punto di vista meccanico, un sistema di particolare complessità perché composto

da una serie di sottoinsiemi con proprietà differenti e costantemente interagenti. Ciascun organo o apparato ha massa, caratteristiche elastiche e smorzanti differenti. In un sistema con simili caratteristiche, sottoposto ad una sollecitazione caratterizzata da uno spettro distribuito nell'intervallo tra

2 e 80 Hz, i diversi organi possono essere sottoposti a sollecitazioni differenziate e compiere spostamenti relativi l'uno rispetto all'altro.

La risposta dipende anche dalla direzione d'azione della vibrazione. La sollecitazione verticale che si

trasmette dalla zona d'appoggio verso il capo per i soggetti in posizione eretta o seduta, provoca risposte differenti rispetto a quelle generate da una sollecitazione che agisce sul piano orizzontale.

#### **3.4.3 CONCLUSIONI**

Una valutazione organica ed esaustiva degli effetti delle vibrazioni sulla salute è legata a molteplici fattori

di natura fisica, fisiologica e psicofisica, quali ad esempio:

- intensità
- frequenza;
- direzione delle vibrazioni incidenti;
- costituzione corporea;
- postura;
- suscettibilità individuale.

Tali fattori risultano rilevanti in relazione alla salute ed al benessere dei soggetti esposti.

**Per quanto sia stato documentato che alcuni disturbi si riscontrino con maggior frequenza tra**

**soggetti esposti a vibrazioni, piuttosto che tra soggetti non esposti, non è al momento possibile**

**individuare patologie o danni direttamente associabili all'esposizione a vibrazioni.**

### **3.5 RISCHIO AMIANTO**

La respirazione di fibre di asbesto (ed anche l'ingestione, anche se la questione è ancora controversa),

può determinare malattie diverse, tutte comunque caratterizzate da un lungo intervallo di tempo fra l'inizio dell'esposizione e la comparsa della malattia. Questo intervallo, chiamato "tempo di latenza", è in

#### **NODO URBANO DI TORINO**

#### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

#### **E CINTURA MERCI**

#### **Quadro di riferimento ambientale**

#### **Volume I**

#### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

genere di decenni. Il rischio per la salute è direttamente legato alla quantità ed al tipo di fibre inalate, alla

loro stabilità chimica, ed ad una predisposizione personale a sviluppare la malattia.

Le malattie principali che possono essere provocate dall'asbesto sono:

- asbestosi;
- mesotelioma;
- carcinomi polmonari;
- tumori del tratto gastro-intestinale, della laringe e di altre sedi.

#### **Asbestosi**

È una malattia respiratoria cronica legata alle proprietà delle fibre di asbesto di provocare una cicatrizzazione (fibrosi) del tessuto polmonare; ne conseguono irrigidimento e perdita della capacità

funzionale. Le fibre di asbesto penetrano con l'aria attraverso la bocca ed il naso, procedendo poi lungo

la faringe, la laringe, la trachea e i bronchi fino ad arrivare agli alveoli polmonari. Qui l'aria giunge a stretto contatto con il sangue e, attraverso una sottilissima membrana, cede ossigeno e assorbe anidride

carbonica. La superficie totale di scambio è molto estesa e può essere alterata dall'inalazione di polveri

non inerti, fra cui la silice e l'asbesto.

Le vie respiratorie possono ostacolare la penetrazione di particelle che abbiano un diametro maggiore di

cinque millesimi di millimetro, in quanto sono dotate di ciglia sottilissime e capaci di una continua produzione di muco: le particelle vengono così bloccate e poi, con movimenti regolari o con colpi di tosse, espulse.

Molti studi hanno dimostrato che la pericolosità delle fibre di asbesto è legata al diametro molto piccolo e

a una lunghezza superiore a cinque millesimi di millimetro. È stato dimostrato che una parte dell'asbesto

che viene respirato non riesce ad essere espulsa e resta negli alveoli dove provoca un'irritazione (alveolite): sembra che questo sia il primo passo per l'instaurarsi di lesioni cicatriziali e quindi di una vera e propria asbestosi. La quantità di asbesto che resta intrappolata nei polmoni è legata alla quantità totale

di asbesto inalato, e dunque all'intensità e alla durata dell'esposizione: l'asbestosi è pertanto una malattia in cui esiste una stretta relazione fra "dose" di asbesto inalata e "risposta" dell'organismo, quindi tipica di una esposizione professionale.

La crocidolite ha una pericolosità maggiore degli altri tipi di asbesto, forse per la maggiore rigidità delle

sue fibre e dunque per motivi aerodinamici, o forse per le sue caratteristiche ultramicroscopiche, essendo ogni fibra costituita da un elevatissimo numero di microfibrille. I sintomi dell'asbestosi sono

simili a quelli delle altre malattie respiratorie croniche: l'affanno, prima da sforzo e poi anche a riposo, la

### **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

#### **Quadro di riferimento ambientale**

##### **Volume I**

##### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

tosse, che spesso è di tipo secco, la debolezza dovuta alla riduzione della quantità di ossigeno che dagli alveoli passa al sangue.

La diagnosi si basa innanzitutto sui sintomi riferiti dal lavoratore, sull'auscultazione del torace, che può

mettere in evidenza rumori patologici alle basi polmonari, sugli accertamenti radiografici, che possono

mostrare la presenza di opacità irregolari, e sulle prove di funzionalità respiratoria, con cui si rileva un

deficit di tipo restrittivo.

La malattia insorge dopo un periodo di latenza di molti anni e inizia in modo graduale (10–15 anni a

partire dall'esposizione). Si manifesta per esposizioni medio–alte ed è, quindi, tipicamente una malattia

professionale, attualmente sempre più rara. Il decorso della malattia è molto variabile e, in tempi più o

meno lunghi, porta ad un aggravamento dei disturbi respiratori, accompagnato da un ingrandimento e da

una maggiore diffusione delle opacità radiologiche, e da un progressivo aumento del deficit funzionale.

Nel corso degli anni si può giungere a quadri di insufficienza respiratoria gravissimi e infine mortali.

La

malattia può inoltre essere complicata da infezioni, da germi comuni o tubercolari; inoltre in polmoni

asbestotici, è più facile l'insorgenza anche di tumori polmonari e mesoteliomi pleurici.

Non esiste una terapia specifica per l'asbestosi e non è possibile pertanto una guarigione delle lesioni

polmonari: la terapia è essenzialmente mirata a ostacolare le complicanze infettive e a migliorare, nei

limiti del possibile, le capacità respiratorie.

##### **Mesotelioma**

È un tumore maligno che può colpire le membrane sierose di rivestimento dei polmoni (pleura) e degli

organi addominali (peritoneo).

I mesoteliomi sono quasi inesistenti nella popolazione non esposta ad asbesto, ma rappresentano il 15%

dei tumori che colpiscono persone affette da asbestosi: l'individuazione di mesoteliomi deve pertanto

sempre far sospettare un'esposizione ad asbesto.

Sono stati descritti casi di mesotelioma in persone residenti intorno a miniere di asbesto o nelle città

sede di insediamenti industriali con lavorazioni dell'amianto, in familiari venuti in contatto con le polveri

accumulatesi sulle tute di lavoratori direttamente esposti.

L'esistenza di mesoteliomi nei residenti e nei familiari mostra che possono essere pericolose anche

esposizioni a basse concentrazioni di asbesto. In genere il tempo di latenza (ovvero il tempo che intercorre tra l'esposizione ad amianto e la comparsa della malattia) è dell'ordine di decenni e può anche

superare i 40 anni dall'inizio dell'esposizione.

### **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

### **E CINTURA MERCI**

#### **Quadro di riferimento ambientale**

#### **Volume I**

#### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

I sintomi del mesotelioma sono legati ad una compressione dei visceri che sono a contatto con la massa

tumorale; per lo più il primo segno nelle forme toraciche è costituito da un versamento pleurico, spesso

emorragico, con rapide recidive, con affanno, tosse stizzosa e comparsa insistente di alcune linee di

febbre.

La diagnosi si basa essenzialmente sulla presenza dei sintomi e esami radiografici. In tutti i casi sospetti

l'indagine viene approfondita con altri esami strumentali, fra cui la T.A.C. e con esami istologici al microscopio di prelievi biotici (pleuroscopia). In ogni caso la diagnosi differenziale fra tumore

polmonare

diffuso alla pleura e mesotelioma è spesso difficoltosa.

Il decorso dei mesoteliomi è quasi sempre molto rapido, accompagnato da un progressivo deterioramento delle condizioni generali. Sono possibili diffusioni del tumore ad altre sedi

(metastasi) per

il passaggio delle cellule tumorali nel circolo ematico o linfatico.

La sopravvivenza è in genere inferiore ad un anno dalla scoperta del tumore, e specialmente in soggetti

giovani può limitarsi a soli sei mesi. Ad oggi non sono state individuate terapie efficaci.

#### ***Carcinoma polmonare***

Il carcinoma polmonare è in generale il tumore maligno più frequente. Come per l'asbestosi anche per i

carcinomi polmonari è stata riscontrata una stretta relazione con la quantità totale di asbesto inalata e

con l'abitudine al fumo di tabacco. Il rischio di contrarre questo tumore nei non fumatori non esposti ad

asbesto è risultato di 11 su 100.000 persone l'anno; nei non fumatori esposti ad asbesto è risultato circa

5 volte superiore; nei fumatori che non sono esposti ad asbesto è circa 10 volte superiore, ed è

addirittura oltre 50 volte superiore nei fumatori che sono anche esposti ad asbesto. L'eliminazione, almeno del fumo, è quindi in grado di contribuire a ridurre la probabilità di contrarre tumori

polmonari

anche in lavoratori che sono stati esposti ad asbesto.

I sintomi possono essere molto diversi e per lo più, tosse con catarro, affanno, dimagrimento, compromissione grave delle condizioni generali.

La diagnosi è principalmente radiografica e può essere completata dall'esame microscopico dell'epettorato e da altri accertamenti strumentali.

Il decorso è caratterizzato da un progressivo deterioramento delle condizioni di salute e della possibilità

di ulteriori disturbi legati a localizzazioni metastatiche in altri organi. Per alcuni tumori più piccoli e in fase

iniziale si può tentare un'asportazione chirurgica radicale, ma i risultati sono spesso insoddisfacenti.

Anche l'efficacia di trattamenti farmacologici e radianti è purtroppo, a tutt'oggi, molto relativa.

## **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

#### **E CINTURA MERCI**

**Quadro di riferimento ambientale**

**Volume I**

**Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

#### ***Tumori del tratto gastro-intestinale, della laringe e di altre sedi***

Numerosi studi hanno mostrato che la mortalità per tumori in genere è più alta nei lavoratori esposti a

polveri libere di asbesto che nella popolazione generale, e in particolare sembrano più frequenti i tumori

del tratto gastro-intestinale e della laringe. L'aumento della frequenza per queste malattie è comunque

molto inferiore rispetto a quello descritto per i tumori polmonari ed è a tutt'oggi oggetto di studi per una

migliore comprensione dei meccanismi che lo determinano.

Anche per questi tumori i disturbi sono rappresentati da compromissione dello stato generale di salute,

da disturbi della funzione stessa degli organi colpiti e da segni di compressione degli organi adiacenti.

Altri disturbi possono dipendere da localizzazioni metastatiche.

Il decorso è progressivo: molte forme iniziali possono essere aggredite chirurgicamente ed eventualmente si possono praticare terapie radianti o farmacologiche.

## **4 I FATTORI DI PRESSIONE DERIVANTI DALLA REALIZZAZIONE DEL PROGETTO**

Nel contesto dei potenziali effetti sulla salute pubblica determinati dai fattori di pressione precedentemente descritti il presente capitolo intende illustrare l'effettivo impatto indotto sulla salute

pubblica dalle azioni di progetto, tanto in termini di entità e livello dei fattori di pressione che di stima

della popolazione esposta. Dal momento, infatti, che non esiste alcun impatto in assenza di un presumibile bersaglio, occorre associare alla valutazione del potenziale danno biologico la probabilità di

esposizione al fattore di pressione specifico. In particolare, verrà fatto esplicito riferimento a quanto affermato a conclusione degli impatti sulle singole componenti analizzate (vd. SIA).

### **4.1 RUMORE**

#### **Premessa**

Scopo dello studio relativo alle problematiche acustiche è stata la valutazione dei livelli acustici day e

night, rispettivamente sui tempi di riferimento 6-22 e 22-6 (così come definiti dalla L. 447/95), indotti

dall'inserimento dell'infrastruttura nel territorio sui ricettori individuati. Inoltre lo studio ha valutato il potenziale impatto acustico derivante dalle attività di cantiere, sia per quelli fissi sia per quelli distribuiti

lungo il tracciato e fornisce un elenco di possibili interventi per limitare gli effetti nelle aree limitrofe. Per entrambe le fasi, di cantiere ed esercizio, sono proposti interventi tali da ridurre al minimo l'impatto (fase di cantiere) e di garantire un livello di 65 dBA diurni e 55 dBA notturni per tutti i ricettori e 50 dBA diurni e 40 dBA notturni per quelli particolarmente sensibili (fase di esercizio).

## **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

### **Quadro di riferimento ambientale**

#### **Volume I**

#### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

Lo studio ha considerato come unica sorgente l'infrastruttura ferroviaria, pertanto altre sorgenti presenti

nell'area (quali infrastrutture stradali od industrie) sono state inserite solo come entità geometriche. Tuttavia il progetto si inserisce in un contesto urbanizzato e nella parte iniziale (Settimo

Torinese) in evoluzione; pertanto per una corretta progettazione di opere di bonifica (ubicazione e dimensionamento) è auspicabile una integrazione progettuale fra le varie infrastrutture che insisteranno

e che insistono sull'area al fine di definire la soluzione tecnico-economica più efficiente.

Lo studio si è strutturato nelle seguenti fasi:

- analisi dei riferimenti normativi e definizione dei limiti acustici da applicare;
- definizione e caratterizzazione dei ricettori con particolare attenzione ai ricettori sensibili quali scuole, case di cura e di riposo;
- caratterizzazione dello stato di fatto attraverso rilievi in campo;
- valutazione dei livelli acustici previsti attraverso l'analisi dei risultati delle simulazioni condotte tramite modello matematico ed in relazione alle sorgenti di rumore associate all'opera in progetto;
- progettazione degli interventi di bonifica.

#### **Valutazioni**

Le valutazioni sono state condotte per la fase di costruzione, sia in relazione alla presenza di cantieri

fissi sia di cantieri lungo il tracciato, e di esercizio.

Per quanto concerne la fase di cantiere si è proceduto alla caratterizzazione dei cantieri operativi ed alla

definizione delle sorgenti che li caratterizzano; note tali sorgenti, ad ognuna di esse è stato attribuito una

certo coefficiente di utilizzo, che permettesse di caratterizzare realisticamente il tempo di operatività

della macchina anche in funzione delle ore di funzionamento dei cantieri (lavorazioni diurne e notturne).

Per ogni cantiere è stato quindi possibile definire una distanza di influenza delle attività al di fuori del

limite del cantiere stesso; tale distanza, variabile in funzione delle sorgenti computate a ciascun cantiere,

costituisce la distanza critica e definisce un'area in cui si ha un potenziale impatto.

I cinque cantieri per i quali è previsto come solo periodo di attività quello diurno limitano in tale periodo le

potenziali interferenze; particolare attenzione sarà posta a quei cantieri nei quali sono previsti impianti di

betonaggio e di trattamento inerti che adotteranno sistemi di mitigazione mobili. Si osserva inoltre che tra

i ricettori ed il cantiere è posta talvolta la sede autostradale.

Più significativi, perché caratterizzati da un raggio di influenza maggiore, sono i cantieri il cui periodo di

attività si estende anche oltre le 22. Tali cantieri sono quelli più prossimi alla galleria naturale posta nella

parte finale del tracciato; in questo caso i cantieri non sono prossimi ad altre infrastrutture e si

## **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

**Quadro di riferimento ambientale**

**Volume I**

**Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

inserirlo in contesto naturale, anche urbanizzato molto differente dal tratto di pianura. In questo caso

particolare attenzione dovrà essere posta alla scelta dei macchinari e delle modalità di lavorazione in

modo tale da ridurre al minimo l'interferenza indotta. In particolare, per quanto riguarda i cantieri delle

gallerie, i rumori principali si possono identificare nelle apparecchiature collocate nelle immediate vicinanze dell'imbocco (compressori, impianto ventilazione aria, depuratore, ecc.) e nelle macchine operatrici operanti nelle vicinanze. Molte di queste sorgenti possono essere dotate di silenziatori e comunque parte delle aree del cantiere possono essere delimitate da barriere mobili fonoiimpedenti.

La trattazione delle attività di costruzione lungo il tracciato ha seguito lo stesso criterio dei cantieri fissi,

pertanto, una volta definite le fasi di lavoro ed i livelli acustici che ad esse competono, sono state calcolate le fasce di potenziale interferenza. In particolare, per tipologia di opere d'arte, sono state definite le fasce che inducono livelli costantemente superiori a 55 dBA e le fasce per le quali talvolta tale

livello è superato. Alla luce delle analisi eseguite, sui cantieri fissi e mobili, risulta che per il tratto in pianura alcuni edifici residenziali ricadono nelle fasce di interferenza dei cantieri fissi; tali aree, in ogni

caso, come specificato in premessa, sono attualmente interessate dalla presenza di altre infrastrutture

pertanto buoni accorgimenti progettuali del cantiere permetteranno di limitare l'impatto.

Analogamente

per quanto concerne i cantieri mobili nel tratto di pianura. Più significativo è l'inserimento delle attività di

costruzione nel tratto di monte; in questo caso l'organizzazione temporale delle attività la scelta dei

macchinari, l'adozione di tecniche di costruzione a minor impatto e l'adozione di sistemi di mitigazione

mobili sono fondamentali per garantire un impatto ridotto nei centri abitati di piccole dimensioni che sono

prossimi ai cantieri.

Per quanto concerne la fase di esercizio la valutazione degli impatti è stata effettuata individuando i

ricettori potenzialmente esposti e stimando l'entità dei livelli sonori a cui verrebbero sottoposti in condizioni di esercizio della nuova infrastruttura. La valutazione è stata svolta sugli edifici individuati con

il censimento dei ricettori, ponendo particolare attenzione ai ricettori sensibili (scuole, case di cura ed

ospedali) posti fino a 500 dall'asse del tracciato per i quali sono previsti livelli acustici più ridotti.

L'andamento del livello sonoro in funzione della distanza è stato determinato facendo uso di un modello

di simulazione capace di modellare il terreno e di caratterizzare sorgenti e ricettori; per ciascuno di questi è stato individuato il livello massimo di ogni facciata dell'edificio al fine di garantire il rispetto del

limite di competenza ad ogni piano della struttura. Sulla base dei livelli così stimati si è proceduto al

dimensionamento di massima e all'ubicazione delle opere di bonifica. I livelli ottenuti a seguito dell'inserimento delle opere di bonifica sono tali da garantire il rispetto dei limiti relativamente al periodo

## **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

**Quadro di riferimento ambientale**

**Volume I**

**Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

diurno, per quanto concerne gli edifici sedi di attività produttive, ed al periodo diurno e notturno per tutti

gli altri tipi di edifici. Per le aree interessate dalla presenza di scuole il dimensionamento degli interventi

di mitigazione, ovviamente, è stato condotto in modo tale da garantire il livello diurno più basso di pertinenza dell'area, ovvero 50 dBA diurni. Per quanto concerne i ricettori censiti interessati dal sedime

ferroviario, pur essendo stata condotta la valutazione acustica, questa deve essere considerata solo

indicativa in quanto tali edifici, proprio per la loro ubicazione, non permettono tecnicamente di realizzare

opere di mitigazione. Per tale categoria di edifici, fortemente interferiti dal progetto, dovrà essere definita

in una seconda fase quali interventi effettuare.

In relazione ai livelli acustici ottenuti ed alle indicazioni derivanti dalla normativa, si è proceduto ad un

predimensionamento degli interventi di mitigazione. L'estensione complessiva degli interventi di mitigazione sull'intera tratta è pari a 13.753 m con un'altezza media di 4.7 m. Tali interventi di bonifica

sono di vario tipo: barriere in alluminio, barriere in PMMA, barriere in legno e dune in terra; queste ultime

per offrire anche un migliore inserimento paesaggistico degli stessi interventi di mitigazione.

La tabella di seguito riportata elenca gli interventi di prevista realizzazione. Detti interventi corrispondono

alle situazioni in cui le caratteristiche della linea da un lato, e la presenza e localizzazione dei ricettori

dall'altro, configuravano situazioni di criticità che occorre sanare in via preventiva.

## **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

**Quadro di riferimento ambientale**

**Volume I**

**Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

**Barriera**

**numero Tipologia**

**Altezza**

**(metri)**

**Lunghezza**

**(metri) Note pk iniziale pk finale Lato**

1 alluminio+PMMA 6.00 828 0+000 0+828 P

2 alluminio+PMMA 5.00 228 0+828 1+057 P

3 alluminio+PMMA 6.00 150 0+643 0+973 D

4 alluminio+PMMA 6.00 249 0+943 IC 0+698 IC D

5 alluminio+PMMA 4.00 198 0+140 IC 0+944 IC D

6 alluminio+PMMA 4.00 252 5+656 5+908 D

7 duna 5.00 651 5+907 6+558 D

8

alluminio+PMMA e

duna 4.50 462

335 m alluminio+PMMA e

127 m duna lato est 7+734 8+196 P

9

alluminio+PMMA e

duna 5.00 789

374 m alluminio+PMMA e

415 m duna lato ovest 8+552 9+341 P

10 alluminio+PMMA 4.50 201 8+668 8+869 D

11 alluminio+PMMA 3.50 426 8+869 9+295 D

12 duna 3.50 231 13+128 13+359 D

13 legno+PMMA 6.00 693 16+000 16+693 P

14 legno+PMMA 6.00 537 16+475 17+012 D

15 legno+PMMA 4.50 579 17+012 17+591 D

16

legno+PMMA e

duna 3.50 1975

895 m legno+PMMA e

1080 m duna lato ovest 17+052 19+027 P

17

legno+PMMA e

duna 5.00 1164 17+590 18+754 D

18 legno+PMMA 3.50 366 19+477 19+843 D

19 legno+PMMA 3.50 471 19+850 20+141 P

20 legno+PMMA 5.00 450 19+959 20+409 D

21\* duna 5.00 432 20+445 20+877 P

22\* duna 5.00 432 20+445 20+877 D

23 alluminio+PMMA 3.50 651 Fase 1 IC Bruzolo 43+259 43+910 P

24 alluminio+PMMA 6 1338 Fase 1 IC Bruzolo 44+125 45+463 P

### **Linea AC Torino-Bussoleno**

(\*) – Mitigazione per motivi naturalistici e non dimensionata attraverso valutazioni acustiche

## **4.2 ATMOSFERA**

### **4.2.1 ANALISI DEI RICETTORI**

Per quanto riguarda l'individuazione dei bersagli alla scala dell'area di studio della componente è possibile rifarsi al censimento dei ricettori condotto per la componente Rumore.

### **4.2.2 VALUTAZIONE DELL'IMPATTO**

La tipologia dell'opera non dà luogo a perturbazioni di rilievo sulla componente atmosferica, in quanto la

trazione elettrica non produce emissioni di inquinanti in atmosfera. Le emissioni derivanti dalle centrali di

produzione di energia rappresentano fattori di pressione sull'ambiente e di alterazione di qualità dell'aria

che non riguardano l'area oggetto dello studio.

## **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

#### **E CINTURA MERCI**

#### **Quadro di riferimento ambientale**

##### **Volume I**

##### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

L'impatto sull'atmosfera provocato dalla linea ferroviaria è limitato alla sola fase di realizzazione dell'opera.

In particolare, l'interferenza dell'opera sulla componente Atmosfera risulta circoscritta ad ambienti ristretti

nell'intorno delle aree di lavoro e lungo la viabilità interessata dal transito dei mezzi di cantiere.

In relazione ai criteri ed alle valutazioni effettuate nel SIA (Relazione Quadro Ambientale Vol. I), è stato

possibile individuare, quali ambiti di maggiore criticità le aree collocate a ridosso dei seguenti cantieri

industriali:

2. Cagianca;
6. Brione;
7. Rivera;
8. Rocca Bianca;
11. Chiampano.

Per tali cantieri è stato stimato un livello di impatto potenziale alto in corrispondenza di un ambito territoriale ad elevata sensibilità. Ad eccezione, tuttavia, del cantiere Rocca Bianca, indubbiamente la situazione di maggior attenzione, la dimensione degli ambiti interferiti risulta essere relativamente contenuta.

La presenza degli impianti di produzione del calcestruzzo e degli impianti di trattamento degli inerti (separazione, frantumazione e vagliatura) e delle operazioni di scavo e movimentazione dello smarino

possono comportare localmente elevati valori di concentrazione delle polveri. In relazione ai contesti nei

quali si collocano i cantieri in oggetto, risulta essere, pertanto, di fondamentale importanza l'efficacia

degli interventi di controllo preventivo della dispersione delle polveri.

L'efficacia degli interventi di controllo dovrà essere, in ogni caso, verificata tramite opportune campagne di monitoraggio.

## **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

**Quadro di riferimento ambientale**

**Volume I**

**Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

### **4.3 CAMPI ELETTROMAGNETICI**

#### **Quadro delle valutazioni**

Per l'identificazione delle situazioni potenzialmente critiche e la definizione di distanze limite si è tenuto

conto dei riferimenti normativi in tema di esposizione al campo elettrico e magnetico, attualmente rappresentati a livello nazionale dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 23/02/03. In particolare si è adottato come limite di riferimento per il campo magnetico il cosiddetto "obiettivo di

qualità" di 3  $\mu\text{T}$  che rappresenta il valore da non superare nel caso di nuovi elettrodotti. Per quanto riguarda il campo elettrico il limite di esposizione è di 5 kV/m. Sulla base di tali limiti vengono individuate

le distanze di rispetto.

Due diverse procedure sono state utilizzate per la valutazione della componente Elettrica e Magnetica,

rispettivamente: un modello numerico basato sulla legge di Biot-Savart per il campo magnetico ed un

modello basato sul Metodo delle Cariche Immagine e sul Metodo dei Momenti per il campo elettrico.

Sono state analizzate differenti configurazioni di tipo topologico e di intensità delle sorgenti, ritenute

interessanti e rappresentative del tracciato e dell'esercizio delle linee. Riassumendo le configurazioni

analizzate sono:

- linea AT 132 kV doppia terna doppia palificata con diametro 31.5 mm (corrente 310);
- linea di contatto a 25 kV c.a. monofase;
- affiancamento con elettrodotto a 220 kV (a 45 m) ad elettrodotto a 132 kV (a 75 m);
- passaggio su linea ferroviaria a 25 kV ed affiancamento con elettrodotto a 220 kV (a 45m) e con elettrodotto a 132 kV (a 75m);

- affiancamento con elettrodotto a 132 kV.

La valutazione del campo richiede la conoscenza delle sorgenti, rispettivamente: cariche per il campo elettrico e correnti per il campo magnetico. Nel primo caso, si parte dal valore del potenziale di ogni singolo conduttore mentre nel secondo caso occorre conoscere le condizioni di carico della linea. Occorre sottolineare che mentre i potenziali sono praticamente costanti, le condizioni di carico dipendono dal traffico ferroviario e possono essere anche fortemente variabili. Nello studio condotto si sono assunte condizioni di carico convenzionali, basate sulla tipologia di traffico ferroviario della linea ad alta velocità

## **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

**Quadro di riferimento ambientale**

**Volume I**

**Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

La sintesi dei risultati è riportata nelle tabelle sottostanti. In essa vengono messe in evidenza le distanze di rispetto dall'asse della/delle linee per avere una induzione magnetica inferiore a  $3 \mu\text{T}$  ed un campo elettrico inferiore a  $5 \text{ kV/m}$ .

Lo studio del campo elettrico prodotto dalle infrastrutture elettriche (linea ferroviaria a 25 kV ed elettrodotto a 132 kV), alla luce del limite di  $5 \text{ kV/m}$ , ha posto in evidenza come tale livello di campo non

venga mai raggiunto in corrispondenza del livello del terreno. Per tale motivo, la presenza di tali infrastrutture in affiancamento o sovrapposizione con altre linee non comportano ulteriori condizioni di superamento dei limiti di campo elettrico.

Tali considerazioni portano ad assumere come distanze di rispetto quelle fissate dall'induzione magnetica.

Per quanto riguarda le sottostazioni per la trasformazione della tensione da 132 kV a 25 kV, queste sono caratterizzate da complessi fenomeni di reciproca influenza e sovrapposizione degli effetti, determinato

dall'insieme di conduttori ed impianti in tensione presenti. Ne conseguono, all'esterno della sottostazione elettrica, situazioni di difficile modellizzazione, ma che in generale possono essere assimilate, come

valori di campo, a quelle registrate per le singole linee. Con riferimento ai campi elettrici la prevista presenza di recinzioni metalliche opportunamente collegate a terra, contribuisce alla significativa riduzione dell'intensità. Pertanto tenendo conto della struttura tipica delle sottostazioni e delle elaborazioni effettuate, al di là delle reti di recinzione è possibile ipotizzare campi elettrici e di induzione magnetica di valore inferiore ai limiti fissati dalla vigente normativa.

### ***Induzione Magnetica - Distanze di rispetto***

La tabella riporta una sintesi dei risultati ottenuti dalle analisi precedenti ed in particolare una indicazione

delle distanze di rispetto corrispondenti ai livelli di campo di  $3 \mu\text{T}$ . Le distanze si riferiscono al valore del

campo su di una retta trasversale alla linea, posta ad una altezza di 1.5 m dal terreno.

### ***Valutazioni in ordine alle situazioni di potenziale criticità***

Sulla base delle valutazioni esposte si è individuata la distanza di circa 14 m dall'asse della linea elettrica a 132 kV a doppia terna su doppia palificata, come il limite oltre il quale è garantito il rispetto dei

livelli di campo ammissibili dalle legge nazionale in materia.

Per quanto attiene i valori di campo generati dalla linea di contatto a 25 kV, questi risultano inferiori ai

limiti già in prossimità della recinzione ferroviaria.

## **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

#### **E CINTURA MERCI**

##### **Quadro di riferimento ambientale**

###### **Volume I**

###### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

Nel quadro dello studio sono stati identificati i ricettori compresi nella fascia sopra indicata per lato dall'asse dell'elettrodotto a 132 kV. Tutte queste situazioni vengono individuate come tratti di approfondimento per i quali si provvederà alla definizione di locali varianti di tracciato per la mitigazione

delle condizioni di esposizione ai campi elettromagnetici. Alcune di queste situazioni si riferiscono a

nuclei insediativi per i quali la distanza (misurata in pianta) è cautelativamente riferita al ricettore più

prossimo.

## **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

#### **E CINTURA MERCI**

##### **Quadro di riferimento ambientale**

###### **Volume I**

###### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO Progr. REV. Pag.

##### **Configurazione Distanza di rispetto [m]**

###### **(Induzione magnetica)**

###### **Note**

**1**

$D_1=14$  m

Doppia terna. Doppia palificata. Distanza linee:  $D_T=20$  m. Corrente 310 A. Correnti in fase.

**2**

$D_1=7$  m

Linea ferroviaria 25 kV. Corrente: 250 A

**3**

$D_1=14$  m

Affiancamento con elettrodotto a 220 kV ( $D_{T1}=45$ m) e con elettrodotto a 132 kV ( $D_{T2}=75$ m)

**4**

$D_1=14$  m

Passaggio su linea ferroviaria a 25 kV ed affiancamento con elettrodotto a 220 kV ( $D_{T1}=45$ m) e con elettrodotto a 132 kV ( $D_{T2}=75$ m)

**5**

$D_1=14$  m

$D_2=23$  m

Affiancamento con elettrodotto a 132 kV ( $D_{T1}=35$ m).

**$D_1$**

**$D_T - D_1 D_1$**

**$D_{T2}$**

-D<sub>1</sub>

-D<sub>1</sub>

D<sub>T1</sub>

D<sub>T</sub>

-D<sub>1</sub>

D<sub>T1</sub>

D<sub>T2</sub>

D<sub>T</sub>-D<sub>1</sub>

D<sub>T1</sub>

D<sub>2</sub>

## **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO**

#### **E CINTURA MERCI**

**Quadro di riferimento ambientale**

**Volume I**

**Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

#### **4.4 VIBRAZIONI**

La scelta dei livelli di accettabilità delle vibrazioni riguardo al potenziale disturbo è di importanza fondamentale e condiziona le valutazioni sull'impatto dell'opera. La presenza di ricettori a distanze corrispondenti a livelli di vibrazione superiori alle soglie, infatti, richiede la valutazione di eventuali provvedimenti di mitigazione.

In particolare la normativa tecnica indica quali soglie di riferimento i valori di 71dB (per le aree critiche),

di 74 dB (per abitazioni in periodo notturno), di 77 dB (per le abitazioni in periodo diurno) e di 83 dB (per

le aree produttive). Il livello di soglia di percezione indicato dalla normativa per le zone a sensibilità più

alta (71 dB) è stato assunto come valore di riferimento a titolo cautelativo.

In conclusione con riferimento alla fase di costruzione, la distanza alla quale risultano percepibili le vibrazioni è fortemente variabile in relazione alle caratteristiche del terreno, ma anche delle lavorazioni in

atto. In ogni caso considerando la soglia più restrittiva indicata dalla normativa tecnica per i ricettori di

particolare sensibilità la distanza alla quale possono essere percepite le vibrazioni risultano dell'ordine

del centinaio di metri dall'area di lavorazione. Per una valutazione del potenziale disturbo occorre tuttavia considerare:

- che sono previste attività costruttive in periodo notturno solo in zone a ridotta densità insediativa;
- che le lavorazioni hanno carattere temporaneo,
- che sono state considerate le condizioni più gravose in termini di emissione.

Sulla base delle considerazioni esposte ne consegue che non sono attese situazioni potenzialmente

critiche relativamente alla fase di costruzione.

Per quanto riguarda la fase di esercizio, secondo le indicazioni della normativa tecnica UNI 9614, ai

livelli di vibrazioni in occasione del transito dei convogli ferroviari è stato applicato un coefficiente correttivo in relazione alla natura intermittente delle vibrazioni.

A questo fine è stato quindi considerato il modello di esercizio e, in base ai dati sul numero di convogli,

la loro lunghezza e la loro velocità è stato valutato il tempo durante il quale le sorgenti sono attive nell'arco delle 24 ore.

La distanza dalla linea alla quale risultano percepibili le vibrazioni con riferimento al limite più cautelativo

fissato dalla normativa tecnica, risultano variabili in relazione alle caratteristiche del terreno, ma comunque sempre inferiori a 50 m per i tratti di linea in superficie. Per le parti di tracciato in galleria

la

## **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

**Quadro di riferimento ambientale**

**Volume I**

**Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

distanza risulta variabile anche in relazione alla profondità della galleria stessa: conseguentemente la

distanza di percezione delle vibrazioni risulta variabile tra 0 e 70 m dall'asse della linea.

Nell'ambito della cartografia associata allo studio di settore si è proceduto, infine, all'individuazione dei

ricettori, all'interno delle fasce sopra richiamate, potenzialmente interessati da livelli vibrazionali superiori

alle soglie assunte. Tali situazioni saranno oggetto di studio di dettaglio in sede di progettazione definitiva, ove saranno dimensionati le eventuali opere di mitigazione, quali l'adozione di subballast bituminoso o di tappetini antivibranti.

### **4.5 RISCHIO AMIANTO**

#### **4.5.1 VALUTAZIONE DELL'IMPATTO**

Fra le rocce metamorfiche incontrate nell'attraversamento in galleria da parte del tracciato ferroviario,

una parte prevalente appartiene ai seguenti litotipi: peridotiti, prasiniti, metagabbri, serpentiniti e cloritoscisti.

La campagna di indagini effettuata, suffragata dalle analisi di laboratorio, non ha riconosciuto mineralizzazioni ad amianto né nelle prasiniti, né nei metagabbri.

In particolare, l'indagine eseguita porta alle seguenti conclusioni rilevanti per le progettate gallerie ferroviarie del tratto di tracciato in oggetto:

- la presenza di tremolite varietà fibrosa (amianto) è stata confermata con analisi a RX e SEM;
- vene a fibra di amianto sono state riconosciute in campagna e confermate con analisi unicamente

nella formazione delle Peridotiti serpentinite, ulteriori indagini si ritiene che dovrebbero essere eseguite sul carapace serpentinitizzato del massiccio lherzolite di Lanzo, che comunque non rappresenta un volume rilevante;

- nelle serpentiniti l'amianto non è distribuito in modo ubiquitario: ove presente, esso è quasi esclusivamente presente come vene con spessori millimetrici e centimetri, la spaziatura dei sistemi di vene è molto variabile e perciò non è possibile con i dati attualmente disponibili valutare le quantità di fibra di amianto contenute nell'ammasso roccioso.

Alla luce della quantità di serpentiniti stimata che sarà interessata dagli scavi delle opere in oggetto, si

ritiene siano necessarie ulteriori indagini, sia al fine fornire una stima attendibile dei volumi di materiali,

sia per stabilire con maggiore precisione in che percentuale tali rocce possono essere interessate dalla

presenza di amianto nelle varietà fibrose.

## **NODO URBANO DI TORINO POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

**Quadro di riferimento ambientale**

**Volume I**

**Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

A prescindere dalla quantità di materiale stimato, in fase di costruzione le attività da coordinare dovranno

inoltre prevedere, in primo luogo, un monitoraggio dell'ambiente di lavoro per garantire la sicurezza degli

operatori, in secondo luogo, si dovranno prevedere delle caratterizzazioni sul materiale di smarino, per

stabilire la destinazione del materiale stesso, in base alla normativa vigente.  
Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione del Quadro Ambientale (Vol. I) del SIA ed in particolare all'elaborato "Analisi delle problematiche di scavo in galleria in presenza di fibre di amianto" del progetto preliminare.

## **5 MITIGAZIONI**

Gli interventi di mitigazione previsti sulla componente salute pubblica comportano l'intervento diretto sul contenimento dell'alterazione dello stato di qualità delle componenti ambientali, misure atte a limitare l'entità dei fattori di pressione e, scelte progettuali a monte che consentano la minimizzazione complessiva degli impatti.  
In generale, infatti, l'analisi dell'impatto sulla componente in oggetto può essere schematizzato nel seguente modo:  
L'intervento diretto sul contenimento dell'effettiva alterazione della componente indotta dalle azioni di progetto determina, pertanto, automaticamente un significativo e, soprattutto, monitorabile controllo degli impatti indotti sulla salute pubblica.  
Pertanto le mitigazioni per la salvaguardia della salute pubblica si esplicano attraverso l'adozione delle mitigazioni sulle singole componenti indicate dal SIA.

1. Azione di progetto
2. Fattore di pressione
3. Alterazione stato della componente
4. Impatto potenziale sulla Salute Pubblica

## **NODO URBANO DI TORINO**

### **POTENZIAMENTO LINEA BUSSOLENO-TORINO E CINTURA MERCI**

#### **Quadro di riferimento ambientale**

##### **Volume I**

##### **Relazione**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. CODIFICA DOCUMENTO PROGR. REV. Pag.

In particolare la definizione delle opere di mitigazione è stata effettuata con riferimento, ove presente,

alla normativa vigente e, in mancanza di riferimenti normativi specifici, si è comunque perseguito l'obiettivo di eliminare o minimizzare i fattori di pressione indotti dalla realizzazione del progetto.

## **6 MONITORAGGIO AMBIENTALE**

Il monitoraggio diretto dello stato sanitario della popolazione, che si suppone possa essere esposta, presenta il grosso limite della non specificità degli effetti osservati, dell'esposizione multipla a più agenti e alla diversa sensibilità degli individui nei confronti di uno stesso fattore di pressione.  
Pertanto, si rimanda ai sistemi di monitoraggio delle componenti ambientali previsti dal SIA in relazione agli ambiti di maggiore criticità i quali determinano la valutazione dello stato nel tempo dei fattori di pressione specifici e, quindi, il livello di esposizione della popolazione.

## **APPENDICE 1**

### **CENSIMENTO DEI SITI INQUINATI**

## **APPENDICE 2**

### **SCHEDE IFF**