



**NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO TRANSALPINO TORINO - LIONE**  
**NOUVELLE LIAISON FERROVIAIRE TRANSALPINE LYON - TURIN**  
**TRATTA CONFINE DI STATO ITALIA/FRANCIA - BRUZOLO**

**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE**  
**DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N°443/2001**



DOCUMENTO DI RISPOSTA ALLA  
RICHIESTA DI INTEGRAZIONI DEL  
MINISTERO DELL'AMBIENTE

ALLEGATI AL DOCUMENTO GENERALE  
ALLEGATO 10 a

## **ALLEGATO 10 a**

### **Le emissioni in fase di cantiere e loro mitigazioni**

1	PREMESSA.....	2
2	SCHEMA METODOLOGICO PREVISTO PER GLI STUDI DI APPROFONDIMENTO DELL’IMPATTO IN FASE DI CANTIERE .....	2
2.1	Premessa .....	2
2.2	Identificazione delle sorgenti inquinanti .....	3
2.3	Impatti determinati dalle emissioni delle macchine operatrici .....	3
2.4	Impatti da traffico indotto.....	4
2.5	Impatti determinati dalle polveri .....	4
3	PRIME CONSIDERAZIONI IN MERITO AL TEMA DELLE POLVERI AERODISPERSE .....	4
4	INTERVENTI DI MITIGAZIONE.....	6
4.1	Lista interventi di mitigazione applicabili .....	7
4.1.1	Indicazioni dedotte da controlli sperimentali di cantiere in ambiti extraurbani.....	7

## **1           PREMESSA**

Le emissioni atmosferiche della fase di costruzione derivano da:

- i cantieri fissi (specie industriali);
- i cantieri mobili (ossia i cantieri localizzati in prossimità dell’opera e che procedono spazialmente e temporalmente all’evolversi della stessa);
- il traffico di cantiere indotto dai lavori.

L’inquinamento atmosferico prodotto dalle attività di cantiere può essere ricondotto essenzialmente a due tipologie emissive:

- Emissioni da lavorazioni (non da motori)
- Emissioni da motori.

Le prime derivano da processi di lavoro meccanici, termici o chimici che comportano la formazione, lo sprigionamento e/o il sollevamento o risollevarimento di polveri PTS, polveri fini PM10, fumi e/o sostanze gassose.

Le seconde, di origine motoristica, sono determinate da processi di combustione nei motori (diesel e benzina) e dai gas di scarico emessi allo scappamento. Le principali sostanze immesse in atmosfera sono:

- polveri fini PM10
- ossidi di azoto NOx
- composti organici volatili COV
- monossido di carbonio CO
- anidride carbonica CO2.

## **2           SCHEMA METODOLOGICO PREVISTO PER GLI STUDI DI APPROFONDIMENTO DELL’IMPATTO IN FASE DI CANTIERE**

### **2.1       Premessa**

Il territorio di studio presenta una sensibilità disomogenea ai fenomeni di inquinamento atmosferico, trattandosi di aree prevalentemente non urbanizzate in cui sono inseriti alcuni nuclei residenziali primari e diversi edifici isolati.

I periodi critici per il risollevarimento ed il trasporto a distanza degli inquinanti e delle polveri da cantiere sono determinati dalle condizioni meteorologiche di massima attività anemologica (massimi valori vettoriali di velocità del vento) e/o dai periodi di siccità (minimi eventi pluviometrici). La stagione estiva, in cui saranno concentrate le attività di costruzione è pertanto generalmente favorevole alla formazione di elevati carichi di polveri aerodisperse.

L’intensa attività anemologica presente in valle è inoltre un indicatore primario di problematicità perché, se da un lato favorisce la dispersione e il trasporto a distanza delle polveri e degli altri inquinanti, dall’altro attua una azione di risollevarimento della frazione depositata.

La distribuzione delle osservazioni sulla direzione di provenienza dei venti è inoltre un secondo indicatore di forte problematicità per l’area di studio, determinando per tutte le principali aree urbanizzate possibili condizioni di esposizione sottovento.

Ciononostante si propone, per punti salienti il programma degli studi che verranno effettuati per i singoli cantieri al fine di stimare prima e di intervenire in modo specifico con le mitigazioni poi, gli impatti sulla componente. Come si vedrà dalla descritta impostazione, i dati di input per la stima degli impatti fanno riferimento alle caratteristiche operative dei cantieri (dei mezzi, delle lavorazioni, delle tempistiche, ecc.) che solo un cronoprogramma dettagliato di cantiere consentirà di effettuare con buona rispondenza alla realtà delle situazioni.

## **2.2 Identificazione delle sorgenti inquinanti**

Verranno individuate le entità e le caratteristiche dei mezzi impiegati in ogni area e l’entità di inquinamento da essi prodotto attraverso l’impiego del codice di calcolo Caline 4. Tale modello è stato studiato e verificato in campo dal CALTRANS (California Department of Transportation) perfezionando il modello CALINE-3 inserito dall’EPA (Environmental Protection Agency) nella "Guideline on air quality models".

I mezzi in transito saranno presumibilmente costituiti essenzialmente da mezzi pesanti alimentati da motori diesel.

I dati di emissione verranno desunti dall’"Emission Inventory Guidebook" realizzato all’interno del progetto Corinair. Questo studio fornisce i fattori di emissione, espressi in g/Km dei principali inquinanti atmosferici in funzione della velocità di transito dei veicoli e della conformità dei motori alle direttive comunitarie in materia di emissioni.

Verranno considerati i coefficienti di emissione relativi ai mezzi pesanti dotati di motore diesel con peso compreso tra le 7.5 e le 16 tonnellate e quelli riferibili alle altre macchine operatrici (dozer, pale meccaniche, rulli, ecc.). Per quanto riguarda la tipologia di motori si dovrà ritenere che verranno impiegati motori conformi alla direttiva 91/542 stage II, entrata in vigore nel 1997.

## **2.3 Impatti determinati dalle emissioni delle macchine operatrici**

Oltre alle emissioni prodotte dai motori sarà fondamentale analizzare anche l’inquinamento prodotto dalle particelle di terreno movimentate durante le lavorazioni.

Verranno simulati cantieri con un transito continuo di mezzi, a bassa velocità, sommando le percentuali di utilizzo delle macchine operatrici che si riterrà lavorino in ogni tratto di avanzamento del cantieri (sulla base del cronoprogramma).

Le simulazioni verranno effettuate nelle condizioni atmosferiche prevalenti e peggiori, ossia meno favorevoli alla dispersione degli inquinanti, utilizzando valori congruenti con i parametri meteo-climatici tipici del sito.

Si otterranno le concentrazioni relative agli inquinanti tipici ossia CO, CO<sub>2</sub>x, VOC, NO<sub>x</sub>, PTS, PM<sub>10</sub> in presenza di condizioni meteorologiche prevalenti, ad una distanza compresa tra i 10 e i 200 m da tali zone di lavoro.

Per gli stessi inquinanti e alle medesime distanze, si ricercheranno tramite simulazioni, le emissioni in presenza di condizioni meteorologiche sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti.

## **2.4 Impatti da traffico indotto**

Per valutare l’entità di inquinanti prodotta dal traffico indotto si dovranno considerare diversi scenari che tengono conto della tipologia di strada interessata dal traffico indotto a cui attribuire i valori ottenuti, dell’entità del traffico espressa in veicoli/h e della velocità di transito dei veicoli.

Il calcolo dell’entità del traffico indotto si potrà svolgere valutando l’entità di materiale movimentato a seguito dello scavo delle gallerie e della realizzazione di tratti in rilevato.

Anche in questo caso i vari scenari verranno analizzati in condizioni meteo-climatiche prevalenti e peggiori.

## **2.5 Impatti determinati dalle polveri**

La presenza di condizioni ambientali complesse (morfologia, regime termico dei bassi strati dell’atmosfera, regime dei venti) e la difficilissima stima dei fattori di emissione delle polveri al variare delle lavorazioni e delle condizioni climatiche, sconsiglia di fatto, ad oggi, l’applicazione delle formulazioni teoriche presentate e rende possibile solo ex post all’intervento documentare con indicatori quantitativi l’impatto sulla qualità dell’aria.

Le concentrazioni di PM10 rilevabili in casi simili hanno un campo di esistenza compreso tra 50-100 ug/m<sup>3</sup>, con punte nei periodi sfavorevoli che possono anche essere superiori. Le concentrazioni di PTS sono maggiori di quelle indicate per il PM10, con coefficienti moltiplicativi delle concentrazioni estremamente variabili e che mediamente valgono 1.5.

E’ in ogni caso certo, considerando l’esperienza maturata nel monitoraggio di grandi cantieri, che l’unica possibilità per rendere meno critico il problema delle polveri a valle dell’emissione consiste in un controllo sistematico delle lavorazioni responsabili della loro produzione. E’ importante programmare la realizzazione di cantieri “puliti” e verificare la sistematica applicazione delle prescrizioni.

## **3 PRIME CONSIDERAZIONI IN MERITO AL TEMA DELLE POLVERI AERODISPERSE**

Nell’analisi dei possibili impatti sulla componente atmosfera, oltre all’inquinamento prodotto dalle emissioni dei motori delle macchine operatrici, sarà fondamentale considerare gli impatti determinati dal sollevamento di polveri a seguito delle attività di cantiere, di scavo, della movimentazioni di materiali da costruzione e di risulta lungo la viabilità di cantiere e sulle sedi stradali ordinarie.

Le azioni di progetto maggiormente responsabili delle emissioni sono:

- operazioni di scotico delle aree di cantiere;
- formazione dei piazzali e della viabilità di servizio ai cantiere;

- scavo delle gallerie (emissioni di polveri dagli imbocchi e dalle aree di piazzale antistanti le finestre);
- esercizio degli impianti di betonaggio;
- movimentazione dei materiali da costruzione (non del marino) sulla viabilità ordinaria e di cantiere, con particolare riferimento ai mezzi pesanti;
- attività dei mezzi d’opera nelle aree di scarica;

Dalla realizzazione e esercizio delle piste e della viabilità di cantiere derivano altre tipologie di interazione opera-ambiente:

- dispersione e deposizione al suolo di polveri in fase di costruzione;
- dispersione e deposizione al suolo di frazioni del carico di materiali incoerenti trasportati dai mezzi pesanti;
- risollevarimento delle polveri depositate sulle sedi stradali o ai margini delle medesime.

La prevalenza di fenomeni di deposizione superficiale rispetto a quelli di trasporto a distanza ha ripercussioni sulla qualità delle acque (intorbidimento delle acque superficiali) e sui possibili danni alla vegetazione.

Potranno inoltre verificarsi disturbi per la popolazione prossima al tracciato, particolarmente accentuati nei casi in cui l’area di sedimentazione interagisce con aree abitate o nei periodi contraddistinti da prolungata assenza di precipitazioni.

Le maggiori problematiche sono generalmente determinate dal risollevarimento di polveri dalle pavimentazioni stradali al transito dei mezzi pesanti, dal risollevarimento di polveri dalle superfici sterrate dei piazzali ad opera del vento, da importanti emissioni localizzate nelle aree di deposito degli inerti, dello smarino e degli impianti di betonaggio.

#### Piste di cantiere

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

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

Negli impianti destinati alla produzione di sabbia e ghiaia tale percentuale è generalmente compresa tra il 4.1-6.0 %, con valore medio del 4.8%.

#### Aree di deposito e movimentazione del materiale

I depositi di materiali sciolti vengono generalmente mantenuti scoperti in conseguenza delle necessità di frequenti movimentazioni in entrata e in uscita dall’area di stoccaggio. Le emissioni di polveri intervengono in varie fasi del ciclo di stoccaggio, quali ad esempio la formazione dei cumuli con macchine operatrici o con l’impiego di nastro caricatore, l’impatto di forti correnti di vento, il carico dei camion per il trasporto da e per il cantiere.

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

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

#### Risollevamento ad opera del vento

Nelle attività di cantiere una parte significativa di polveri è generata a causa del risollevamento ad opera del vento dalle piste, dalle aree di deposito, dalle aree di scavo, ecc.

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

Queste problematiche potranno essere efficacemente controllate in fase di programmazione delle attività di cantiere.

Le indicazioni che verranno fornite riguarderanno attenzioni o opportunità la cui applicabilità ed efficacia dovrà essere verificata nel proseguo dei lavori rispettivamente dai tecnici incaricati della progettazione del cantiere e dagli organismi preposti al controllo dell'inquinamento dell'aria.

## **4 INTERVENTI DI MITIGAZIONE**

Gli interventi di mitigazione devono essere prioritariamente finalizzati a ridurre il carico emissivo imposto all'area in cui verrà installato il cantiere, intervenendo con sistemi di controllo "attivi" e preventivi sulle sorgenti di emissione non eliminabili. La gestione di cantiere e la programmazione dei lavori deve inoltre essere finalizzata a contenere la durata delle fasi di attività caratterizzate dal massimo impatto.

La lista allegata riporta i principali interventi attuabili per ridurre le emissioni di polveri nelle aree di cantiere e lungo la viabilità.

A titolo esemplificativo, pensando ad esempio alle polveri disperse lungo la viabilità pubblica utilizzata dai mezzi pesanti, l'intervento di mitigazione non deve consistere nella bagnatura della pavimentazione con getti d'acqua ad opera di autobotti ma devono essere utilizzate delle spazzatrici ad umido dotate di sistemi aspiranti. Nel primo caso, quando la pavimentazione si asciuga, il problema si ripropone, nel secondo le polveri vengono in larga parte eliminate.

## **4.1 Lista interventi di mitigazione applicabili**

### **4.1.1 Indicazioni dedotte da controlli sperimentali di cantiere in ambiti extraurbani**

- 1m) Adozione di nastri trasportatori e teleferiche per il trasporto del marino dai cantieri al sito di stoccaggio (già prevista nel progetto).
- 2m) Accertare che sia previsto l’impiego di macchine e apparecchi adeguati in relazione alla necessità di contenere le emissioni
- 3m) Accertare che siano previsti metodi e tecniche di costruzione di minimo impatto sulla qualità dell’aria (ad esempio lavorazioni a umido anziché a secco).
- 4m) Adottare filtri antipolvere sulle apparecchiature utilizzate (compresi gli impianti di ventilazione nello scavo gallerie).
- 5m) In generale, ridurre al minimo indispensabile la durata dei cantieri e, in particolare, ridurre i tempi di esecuzione delle lavorazioni produttrici di polveri.
- 6m) Utilizzare esplosivi a basse emissioni come esplosivi a emulsione, slurry o gel idrico.
- 7m) Pavimentare tutte le aree di transito dei mezzi di cantiere, i piazzali, le aree di deposito.
- 8m) Nel caso in cui alcune aree non possano essere pavimentate, controllare l’umidità della pavimentazione stradale prevedendo regolari innaffiature, in particolare nei periodi di massimo vento e di minime precipitazioni.
- 9m) Localizzare le aree di deposito temporaneo di materiali sciolti lontano da fonti di turbolenza dell’aria (impianti di ventilazione, piste di transito veicoli o viabilità pubblica, ecc.).
- 10m) Coprire i nastri trasportatori all’aperto e incapsulare tutti i punti di trasferimento.
- 11m) Limitare la velocità massima di transito dei mezzi sulle piste di cantiere non pavimentate per contenere l’emissione e il risollevarimento delle polveri depositate ai margini della carreggiata (velocità consigliata 30 km/h).
- 12m) Pulire regolarmente a fine giornata le aree di cantiere con macchine a spazzole aspiranti.
- 13m) Recintare le aree di cantiere con reti antipolvere, in particolare in prossimità di aree di deposito e dal lato dei ricettori sensibili.
- 14m) Evitare depositi di materiali sciolti di lungo periodo e, se non altrimenti ovviabili, adottare nei periodi di massima attività anemologica o di siccità sistemi automatici di innaffiatura, eventualmente utilizzando appositi additivi o seminando le superfici in caso di materiale di scotico.
- 15m) Programmare periodiche manutenzioni e verifiche dei gas di combustione delle macchine, attrezzature e apparecchi con motore a combustione secondo indicazioni del fabbricante.
- 16m) Utilizzare preferibilmente carburanti ecologici (tipo GECAM, “gasolio bianco” emulsionato a basso tenore di zolfo) per macchine e apparecchi equipaggiati con motore diesel.
- 17m) Adottare impianti di abbattimento polveri nei silos.



- 18m) Controllare il livello dei silos preventivamente alle operazioni di carico onde evitare fuoriuscite.
- 19m) Pulizia e spazzolatura dei pneumatici dei mezzi in uscita dai cantieri in vasche o tunnel di lavaggio
- 20m) Copertura con teloni dei carichi polverulenti.
- 21m) Inumidire i carichi in uscita dei materiali polverulenti o con basso contenuto di umidità.