

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-150</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 1 di 18	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Metanodotto:

ALLACCIAMENTO A2A ENERGIEFUTURE DI S. FILIPPO DEL MELA

DN 500 (20") – DP 75 bar

Nei comuni Pace del Mela e San Filippo del Mela

## STUDIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA

### Analisi delle emissioni indotte dalla fase di costruzione dell'opera nell'atmosfera



Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data
0	Emissione	Righi M.	Urbinielli	Luminari	18/10/2019

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-150</b>	
	<b>PROGETTO</b> Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME) DN 500 (20") – DP 75 bar	Pagina 2 di 18	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## INDICE

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>SCOPO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>DATI BASE.....</b>	<b>6</b>
<b>4.1</b>	<b>Caratteristiche climatiche dell'area di studio.....</b>	<b>6</b>
4.1.1	Temperature.....	7
4.1.2	Precipitazioni.....	7
4.1.3	Venti.....	8
<b>4.2</b>	<b>Recettori .....</b>	<b>8</b>
<b>4.3</b>	<b>Sorgenti di emissione.....</b>	<b>8</b>
<b>4.4</b>	<b>Mezzi coinvolti nelle attività di cantiere.....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA E STIMA .....</b>	<b>10</b>
<b>5.1</b>	<b>Metodologia e stima del sollevamento di polveri prodotto durante la fase di scotico .....</b>	<b>10</b>
<b>5.2</b>	<b>Metodologia e stima del sollevamento di polveri prodotto durante la fase di scavo .....</b>	<b>10</b>
<b>5.3</b>	<b>Metodologia e stima del sollevamento di polveri dovuto al transito dei mezzi di trasporto su strade non pavimentate .....</b>	<b>11</b>
<b>5.4</b>	<b>Metodologia e stima degli inquinanti generati dai mezzi di cantiere.....</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>PORTATA DEGLI INQUINANTI EMESSI .....</b>	<b>14</b>
<b>6.1</b>	<b>Metodologia e stima degli inquinanti generati dai mezzi di cantiere.....</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>RISULTATI DELLE SIMULAZIONI .....</b>	<b>15</b>
<b>7.1</b>	<b>Concentrazione delle polveri .....</b>	<b>15</b>
<b>7.2</b>	<b>Concentrazione NO2.....</b>	<b>16</b>
<b>7.3</b>	<b>Concentrazione SO2.....</b>	<b>16</b>
<b>7.4</b>	<b>Concentrazione CO.....</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>18</b>

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-150</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 3 di 18	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 1 GENERALITÀ

Le opere in progetto consistono nella realizzazione di un nuovo metanodotto denominato "Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME), DN 500 (20")- DP 75 bar", il quale si sviluppa per una lunghezza complessiva di 4998 m nei comuni di Pace del Mela e San Filippo del Mela in provincia di Messina.

L'opera ha lo scopo di assicurare la fornitura di considerevoli quantità di gas naturale alla Centrale Termoelettrica A2A Energiefuture di San Filippo del Mela (ME).

Di seguito viene mostrata la localizzazione delle opere su Atlante (fig. 1-A).



Figura 1-A: Inquadramento generale delle opere in progetto (in rosso)

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-150</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 4 di 18	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 2 SCOPO

Lo scopo del presente studio è quello di valutare l'eventuale perturbazione della qualità dell'aria, dovuta alle emissioni in atmosfera generate dagli interventi di realizzazione delle opere. Gli interventi di maggiore impatto ai fini dello studio dei fenomeni di dispersione degli inquinanti consistono nella realizzazione dei due tratti principali e, pertanto, ad essi si farà riferimento per la valutazione delle perturbazioni ambientali dovute a tali attività.

In generale, durante la fase di cantiere, gli impatti sulla qualità dell'aria a livello locale sono legati alle seguenti attività:

- Emissione temporanea di polveri da movimentazione terra, scavi, transito di veicoli di cantiere su superfici non asfaltate;
- Emissione temporanea di gas di scarico in atmosfera da parte dei veicoli coinvolti nella realizzazione dell'opera (escavatori, trattori posa-tubi, ecc).

Gli impatti, derivanti da ognuna di queste attività, sono stati valutati e confrontati con gli standard di qualità dell'aria vigenti attraverso delle metodologie che verranno descritte nei capitoli seguenti.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-150</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 5 di 18	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 3 RIFERIMENTI NORMATIVI

Per quanto concerne le emissioni di sostanze inquinanti in atmosfera, il principale riferimento legislativo, è il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155: "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", riguardante i valori limite per il biossido di zolfo, biossido di azoto, monossido di carbonio, le particelle sospese (PM10 e PM2.5), benzene, piombo e i valori critici per la protezione della vegetazione per gli ossidi di zolfo e gli ossidi di azoto.

I valori limite degli inquinanti per la protezione della salute umana, i margini di tolleranza e le modalità di riduzione di tale margine sono definiti nel decreto nell'Allegato XI.

La maggior parte dei limiti di legge ivi indicati sono entrati in vigore a partire dal 1° gennaio 2005, altri dal 1° gennaio 2010. Nella Tabella 3-A seguente sono indicati, per i vari inquinanti, il periodo di mediazione, il valore limite e la data entro la quale il limite deve essere raggiunto.

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
SO <sub>2</sub>	1 ora	350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte per l'anno civile (corrisponde al 99.726 perc.)	1° gennaio 2005
	24 ore	125 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte per l'anno civile (corrisponde al 99.178 perc.)	1° gennaio 2005
NO <sub>2</sub>	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> da non superare più di 18 volte per l'anno civile (corrisponde al 99.794 perc.)	1° gennaio 2010
	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>	1° gennaio 2010
NO <sub>x</sub>	Anno civile	30 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>x</sub>	-
PM <sub>10</sub>	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per l'anno civile (corrisponde al 90.410 perc.)	1° gennaio 2005
	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	1° gennaio 2005
PM <sub>2.5</sub>	Anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>	1° gennaio 2015
Pb	Anno civile	0.5 µg/m <sup>3</sup>	1° gennaio 2005
Benzene	Anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>	1° gennaio 2010
CO	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	1° gennaio 2005

**Tabella 3-A: Valori limite per la protezione della salute umana (D.Lgs n. 155/2010).**

Le lavorazioni inerenti il metanodotto oggetto di studio, comportano essenzialmente l'emissione in atmosfera di polveri e dei seguenti inquinanti gassosi: NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e CO.

I valori limite che fanno riferimento a medie sull'anno civile sono di scarsa rilevanza per la presente analisi, in cui si considerano emissioni da sorgenti che si spostano con il cantiere (di durata pari a una giornata lavorativa) e ricadute che si esauriscono nell'ambito di alcune centinaia di metri dal cantiere stesso, quindi con sovrapposizioni praticamente nulle tra giorni successivi.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-150</b>	
	<b>PROGETTO</b> Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME) DN 500 (20") – DP 75 bar	Pagina 6 di 18	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 4 DATI BASE

### 4.1 Caratteristiche climatiche dell'area di studio

In relazione alle caratteristiche geografiche del territorio ed in accordo con la carta climatica d'Italia redatta sulla base della classificazione di Köppen-Geiger (Fig. 4-A), la Sicilia, secondo la classificazione macroclimatica di Köppen, può essere definita una regione a clima temperato-umido (di tipo C) (media del mese più freddo inferiore a 18°C ma superiore a -3°C) o, meglio, mesotermico umido sub-tropicale, con estate asciutta (tipo Csa), cioè il tipico clima mediterraneo, caratterizzato da una temperatura media del mese più caldo superiore ai 22°C e da un regime delle precipitazioni contraddistinto da una concentrazione delle precipitazioni nel periodo freddo (autunno-invernale).

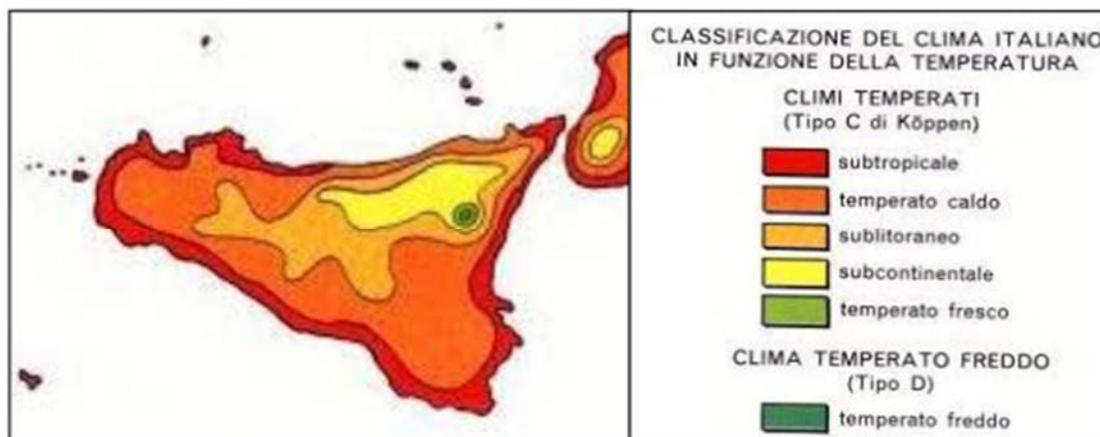


Figura 4-A: Tipi di climi che caratterizzano la zona di studio in accordo con classificazione di Köppen-Geiger (post Kottke et al. 2006)

Per quanto riguarda i dati climatici, la stazione meteorologica di riferimento per il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare e per l'Organizzazione Mondiale della Meteorologia è quella di Messina, che si trova a 51 metri s.l.m. e alle coordinate geografiche 38°12'00.43"N 15°32'58.75"E, a circa 23km verso Est. La stazione rileva i dati relativi allo stato del cielo (nuvolosità in chiaro) e a temperatura, precipitazioni, pressione atmosferica con valore normalizzato al livello del mare, umidità relativa, eliofania, direzione e velocità del vento.

Di seguito sono riportate le tabelle con le medie climatiche e i valori massimi e minimi assoluti registrati nel trentennio 1971-2000 e pubblicati nell'Atlante Climatico d'Italia del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare relativo al medesimo trentennio.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-150</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 7 di 18	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### 4.1.1 Temperature

In base alle medie climatiche del periodo 1971-2000, la temperatura media dei mesi più freddi, gennaio e febbraio, è di +12,3 °C, mentre quella del mese più caldo, agosto, è di +27,4 °C; mediamente si contano zero giorni di gelo all'anno e 42 giorni con temperatura massima uguale o superiore ai +30 °C.

I valori estremi di temperatura registrati nel medesimo trentennio sono i +0,7 °C del marzo 1987 e i +43,6 °C del luglio 1998.

(1971-2000)	Mesi												Anno
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	
T. max. media (°C)	14,4	14,7	16,1	18,3	22,5	26,8	30	30,5	27,5	23,2	18,8	15,8	21,6
T. min. media (°C)	10,1	9,8	10,9	12,5	16,4	20,4	23,4	24,2	21,5	17,8	14,1	11,6	16,1
T. max. assoluta (°C)	24,6	25,8	23,2	29	32,4	40,1	43,6	40,2	38,2	36,4	26,8	24,4	43,6
T. min. assoluta (°C)	2	3	0,7	6	10	13,4	16	16,8	12,8	8,8	5,2	4	0,7
Giorni di calura (T <sub>max</sub> ≥ 30 °C)	0	0	0	0	0	3	16	20	3	0	0	0	42
Giorni di gelo (T <sub>min</sub> ≤ 0 °C)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabella 4-A: Temperature (Medie annue e assolute) 1971-2000, Messina. Dati AM**

#### 4.1.2 Precipitazioni

Le precipitazioni medie annue si attestano a 847 mm, mediamente distribuite in 87 giorni di pioggia, con minimo in estate, picco massimo in inverno e massimo secondario in autunno.

L'umidità relativa media annua fa registrare il valore di 69,1 % con minimi di 64 % a giugno e a luglio e massimo di 74 % a novembre; mediamente si contano zero giorni di nebbia all'anno.

(1971-2000)	Mesi												Anno
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	
Precipitazioni (mm)	102,9	100,2	83,4	68,3	33,8	12,7	20	25,6	63,9	113,7	119,5	102,9	846,9
Giorni di pioggia	11	10	9	9	4	2	2	3	6	9	11	11	87
Giorni di nebbia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Umidità relativa media (%)	73	71	69	68	67	64	64	66	69	71	74	73	69,1

**Tabella 4-B: Precipitazioni (Medie annue) 1971-2000, Messina. Dati AM.**

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-150</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 8 di 18	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### 4.1.3 Venti

Il vento presenta una velocità media annua di 3,8 m/s, con minimi di 3,4 m/s a luglio e ad agosto e massimi di 4,2 m/s a marzo e ad aprile; le direzioni prevalenti sono di maestrale tra dicembre ed aprile, di grecale tra maggio e settembre, di libeccio ad ottobre e a novembre.

(1961-1990)	<u>Mesi</u>												<u>Anno</u>
	<u>Gen</u>	<u>Feb</u>	<u>Mar</u>	<u>Apr</u>	<u>Mag</u>	<u>Giu</u>	<u>Lug</u>	<u>Ago</u>	<u>Set</u>	<u>Ott</u>	<u>Nov</u>	<u>Dic</u>	
Vento (direzione-m/s)	NW	NW	NW	NW	NE	NE	NE	NE	NE	SW	SW	NW	<b>3,8</b>
	3,9	4,1	4,2	4,2	3,9	3,6	3,4	3,4	3,5	3,7	3,7	3,9	

Tabella 4-C: Venti (Medie annue. Settori) 1961-1990, Messina. Dati AM.

## 4.2 Recettori

Ai fini delle simulazioni modellistiche di dispersione degli inquinanti in atmosfera, sono considerati come ricettori sensibili gli "elementi" antropici e naturali collocati in punti che si trovano nelle immediate vicinanze dell'area di cantiere, ad una distanza non superiore a 300 m, con lo scopo di verificare se, e a quale distanza dall'area di lavoro, si verificano eventuali superamenti della soglia di concentrazione dei vari inquinanti.

## 4.3 Sorgenti di emissione

L'attività lavorativa oggetto del presente studio è quella che riguarda la realizzazione del metanodotto DN 500 (20"), essendo quella più impattante dal punto di vista delle emissioni. Sulla base di tale osservazione, ciascuna sorgente emissiva viene simulata come sorgente areale. Essa è rappresentativa di un tratto di cantiere che si trova nelle vicinanze del metanodotto.

Ai fini della simulazione verranno considerate le seguenti dimensioni:

- lunghezza pari a 150 m corrispondente all'avanzamento giornaliero della pista di cantiere interessata dalle operazioni di scavo;
- larghezza pari a 21 m corrispondente alla porzione dell'area di cantiere effettivamente interessata dagli scavi e dal passaggio di mezzi pesanti;

Pertanto, ciascuna sorgente emissiva areale risulta pari a 3150 m<sup>2</sup>.

La quantificazione delle emissioni in atmosfera, caratteristiche di ciascuna fase operativa (scotico superficiale, scavo e posa delle condotte), consente di individuare i vari scenari emissivi e quindi di valutarne la dispersione al suolo e il rispetto dei limiti normativi vigenti.

La stima delle emissioni di polveri associate alla fase di scavo e movimentazione di terre è stata effettuata in base al volume di scavo, calcolato in funzione della sezione di scavo prevista (Figura 4-B).

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-150</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 9 di 18	<b>Rev.</b> <b>0</b>

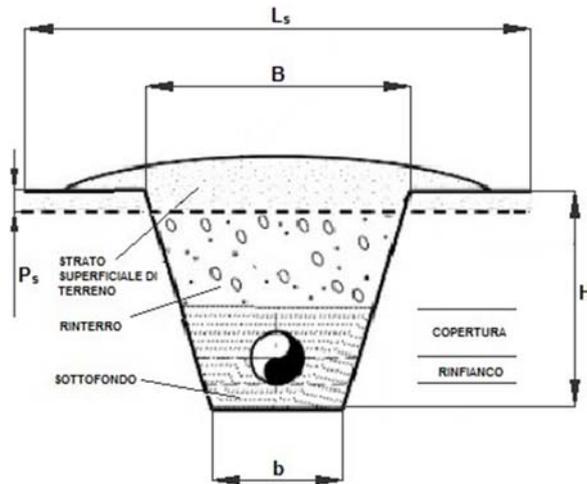


Figura 4-B: Sezione tipo dello scavo per l'alloggiamento delle condotte

#### 4.4 Mezzi coinvolti nelle attività di cantiere

La valutazione delle emissioni rappresenta una fase cruciale dello studio e tutt'altro che immediata, in quanto si tratta di un cantiere mobile in cui i mezzi operativi lavorano in sequenza, con apertura pista, posa delle tubazioni, rinterro dello scavo e ripristino dei luoghi, in fasi successive lungo il tracciato.

L'entità degli impatti varia, pertanto, con la fase del progetto, alla quale è legata una composizione dei mezzi di cantiere che sono contemporaneamente in movimento, ed all'orografia del territorio in cui si opera, che determina una diversa diffusione delle emissioni in atmosfera.

Per tale motivo, la caratterizzazione delle emissioni è stata impostata prendendo come riferimento una composizione di mezzi ritenuta conservativa e considerando che questi siano in movimento contemporaneamente e nello stesso punto.

Per detta caratterizzazione si è, quindi, ipotizzato che un cantiere giornalmente completi l'attività di scavo della trincea e posa della condotta per un tratto di 150 m di linea, con l'impiego dei seguenti mezzi:

- n. 2 trattori posatubi (side-boom);
- n. 2 escavatore;
- n. 2 pala meccanica;
- n. 1 autocarro
- n. 1 pulmino
- n. 1 fuoristrada
- n. 1 Pay-Welder

La quantificazione delle emissioni in atmosfera è anche influenzata dalla durata delle attività di cantiere. Nel caso in esame si ipotizza che la giornata lavorativa sia pari a 10 ore, durante le quali si succedono le principali fasi di realizzazione dell'opera: scotico, scavo e posa.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-150</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 10 di 18	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 5 METODOLOGIA E STIMA

Il rifacimento del metanodotto oggetto del presente studio è responsabile di emissioni di inquinanti in atmosfera unicamente durante la fase di realizzazione dell'opera.

Le emissioni di inquinanti atmosferici sono determinate dalle seguenti operazioni di cantiere:

- Sollevamento di polveri per scotico e sbancamento del materiale superficiale;
- Sollevamento di polveri per scavo e movimentazione di terra;
- Emissione di polveri e gas esausti dai motori a combustione dei mezzi pesanti;
- Sollevamento di polveri per transito mezzi su strada non asfaltata.

### 5.1 Metodologia e stima del sollevamento di polveri prodotto durante la fase di scotico

L'attività di scotico (rimozione degli strati superficiali del terreno) e sbancamento del materiale superficiale viene generalmente effettuata con ruspa o escavatore lungo tutta la pista di cantiere. Secondo quanto indicato al paragrafo 13.2.3 "Heavy construction operations" dell'AP-42, tale fase produce delle emissioni di PTS con un rateo di 5.7 kg/km (tale fattore è assegnato per le polveri totali, per riferirsi al PM10 si considera cautelativamente l'emissione costituita circa il 40% PM10). Nel caso in esame, considerando la lunghezza della pista di lavoro interessata giornalmente pari a 150 m; si ha un'emissione di 0,342 kg/giorno PM10.

### 5.2 Metodologia e stima del sollevamento di polveri prodotto durante la fase di scavo

Per la stima della quantità di particolato fine (PM10) sollevato in atmosfera durante le attività di scavo e movimentazione terra si fa riferimento alla metodologia "AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13.2.2: Miscellaneous Sources – Aggregate Handling And Storage Piles" (USEPA 2006), che permette di definire i fattori di emissione, durante l'operazione di formazione e stoccaggio del materiale in cumuli, mediante l'utilizzo della seguente equazione empirica:

$$E = k \cdot (0,0016) \cdot \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

Dove:

- E = fattore di emissione PM10 (kg/ton materiale rimosso);
- U = velocità media del vento ( $\approx 3,8$  m/s – Medie annue. Settori 1961-1990, Messina. Dati AM);
- M = contenuto in percentuale di umidità del suolo (assunto pari a 10%, valore tipico dei suoli sabbio-limosi);
- K = fattore moltiplicativo che dipende dalle dimensioni del particolato (per il PM10, K=0.35)

Il calcolo delle tonnellate di terra movimentate è stato effettuato considerando una densità media del terreno pari a  $1800 \text{ kg/m}^3$  e un avanzamento giornaliero di 150 m di linea.

Nella tabella seguente (Tabella 5-A), considerando la sezione dello scavo in Figura 4-B si riporta il calcolo del volume di materiale movimentato relativo ai tratti di cantiere giornaliero.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-150</b>	
	<b>PROGETTO</b> Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME) DN 500 (20") – DP 75 bar	Pagina 11 di 18	<b>Rev.</b> <b>0</b>

<b>Base Maggiore scavo (B)</b>	4,50	m
<b>Base minore scavo (b)</b>	1,70	m
<b>Altezza scavo (H)</b>	2,10	m
<b>Larghezza scotico (L<sub>s</sub>)</b>	21,0	m
<b>Profondità scotico (P<sub>s</sub>)</b>	0,40	m
<b>Avanzamento giornaliero (L)</b>	150	m
<b>Densità terreno (ρ)</b>	1800	kg/m <sup>3</sup>
<b>Volume terreno movimentato (V<sub>t</sub>)</b>	2236,5	m <sup>3</sup>
<b>Massa terreno movimentato (m<sub>t</sub>)</b>	4025,7	ton

Tabella 5-A: Calcolo del volume e della massa di terreno movimentato.

Pertanto, moltiplicando il fattore di emissione che si ottiene applicando l'equazione empirica sopra esposta per le tonnellate/giorno di materiale movimentato si ottiene che giornalmente dalle attività di scavo viene sollevata una quantità PM10 0,482 kg/giorno.

### 5.3 Metodologia e stima del sollevamento di polveri dovuto al transito dei mezzi di trasporto su strade non pavimentate

Per quanto riguarda l'emissione di polvere in atmosfera, dovuta alla circolazione degli automezzi su strade non pavimentate, si fa riferimento al documento "AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13.2.2: Miscellaneous Sources – Unpaved Roads" (USEPA 2006).

La quantità di particolato emesso in seguito al transito di un veicolo pesante su un tratto di strada non asfaltata (e asciutta) dipende dalle caratteristiche della strada (tipo di terreno), dalla tipologia dei veicoli e dal flusso di traffico.

La metodologia AP-42 propone la seguente equazione di stima della massa di particolato rilasciati dal transito dei mezzi pesanti all'interno del cantiere:

$$E = k \cdot \left(\frac{s}{12}\right)^a \cdot \left(\frac{W}{3}\right)^b$$

Dove:

- E = kg PM10 sollevato/ km percorso da ogni mezzo (si assume che tutti i mezzi impiegati percorrano 500 m in media all'interno dell'area di interesse della sorgente);
- K = costante pari a 0,423;
- s = contenuto di silt (%), si è ipotizzato 15% (valore tipico per un terreno agricolo);
- W = peso medio del veicolo, assunto pari a 30 tonn per trattori, autocarri, pala meccanica ed escavatori e pari a 2 tonn per i mezzi di trasporto;
- a = costante pari a 0,9;
- b = costante pari a 0,45.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITA</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-150</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 12 di 18	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Si precisa che l'emissione di polveri determinate dal transito dei mezzi sulle piste di cantiere può essere notevolmente ridotto adottando come misura di mitigazione la bagnatura delle piste durante le ore di attività e facendo viaggiare i mezzi a bassa velocità. Tali mitigazioni hanno una efficienza stimabile dell'80%. Nel presente studio questa misura di mitigazione viene conservativamente considerata con un'efficienza del 50%.

Il fattore di emissione che si ottiene applicando l'equazione empirica sopra esposta è pari a: 2,873 kg/ giorno PM10.

#### 5.4 Metodologia e stima degli inquinanti generati dai mezzi di cantiere

Il traffico e l'attività dei veicoli pesanti e delle macchine operatrici durante la fase di cantiere determina il rilascio in atmosfera di gas e polveri, che si disperdono nell'area di interesse.

La stima quantitativa delle emissioni di gas e particolato esausti dai tubi di scarico dei mezzi pesanti viene di seguito condotta utilizzando i fattori di emissione contenuti nell'Inventario Nazionale delle Emissioni- dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). I dati sul trasporto stradale fanno riferimento all'anno 2012.

Nel caso dell'autocarro si stimano le emissioni giornaliere utilizzando i fattori di emissione per i veicoli pesanti diesel, mentre per il pulmino e i fuoristrada si fa riferimento ai veicoli commerciali leggeri diesel (Tabella 5-B). I dati riportati si riferiscono al caso di circolazione urbana, che rappresenta il caso più conservativo in termini di emissioni di inquinanti.

Tipologia Veicolo	Emissione PM10 [g/km]	Emissione NOx [g/km]	Emissione SO2 [g/km]	Emissione CO [g/km]
<b>Autocarri</b>	0,294	8,443	0,00415	2,393
<b>Pulmino</b>	0,132	1,293	0,00152	0,667
<b>Fuoristrada</b>	0,132	1,293	0,00152	0,667

**Tabella 5-B: Fattori di emissione mezzi di cantiere**

Per la stima quantitativa delle emissioni (Tabella 5-C) si ipotizza che in una normale giornata di cantiere i mezzi di trasporto percorrano un tragitto medio pari a 0,5 km all'interno dell'area di interesse della sorgente.

	Emissione PM10 [kg/giorno]	Emissione NOx [kg/giorno]	Emissione SO2 [kg/giorno]	Emissione CO [kg/giorno]
<b>TOTALE</b>	0,0003	0,0055	0,000004	0,0019

**Tabella 5-C: Emissione degli inquinanti in atmosfera da traffico veicolare**

Per quanto riguarda la stima delle emissioni di inquinanti, rilasciate dagli escavatori e dalle altre macchine operatrici durante le attività lavorative, si fa riferimento alla metodologia americana definita AQMD "Air Quality Analysis Guidance Handbook" (Handbook) Off-Roads Mobile Source Emission Factors, che utilizza i fattori di emissione SCAQMD/CARB (Tabella 5-D).

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-150</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 13 di 18	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Tipologia Veicolo	Emissione PM10 [kg/h]	Emissione NOx [kg/h]	Emissione SO2 [kg/h]	Emissione CO [kg/h]
<b>Pala Meccanica</b>	0,02363	0,30617	0,00036	0,17826
<b>Escavatore</b>	0,02894	0,52163	0,00059	0,25310
<b>Pay-Welder</b>	0,03874	0,62822	0,00059	0,29075
<b>Posatubi</b>	0,02363	0,30617	0,00036	0,17826

**Tabella 5-D Fattori di emissione Macchine Operatrici**

Ipotizzando che tutte le macchine operatrici presenti siano contemporaneamente in funzione per 10 ore, si stimano fattori di emissione in kg/h per ciascuna macchina (Tabella 5-E).

	Emissione PM10 [kg/giorno]	Emissione NOx [kg/giorno]	Emissione SO2 [kg/giorno]	Emissione CO [kg/giorno]
<b>TOTALE</b>	1,91	28,96	0,032	15,10

**Tabella 5-E Emissione degli inquinanti causate dalle Macchine Operatrici**

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-150</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 14 di 18	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 6 PORTATA DEGLI INQUINANTI EMESSI

La tabella seguente (Tabella 6-A) riepiloga i valori delle emissioni, calcolati considerando i dati e le ipotesi descritte precedentemente, utilizzati ai fini della modellazione della dispersione. Per quanto riguarda gli ossidi di azoto, i riferimenti normativi per la tutela della salute umana sono fissati solo per il biossido di azoto. Il rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> non è stabile, ma varia nel tempo e quindi con la distanza dell'inquinante dalla sorgente e in particolare tende a 1 (a una distanza pari a diverse decine di km), in quanto l'NO si ossida per la quasi totalità in NO<sub>2</sub>. Pertanto, considerando l'entità delle portate di emissione e l'orografia del territorio, si può assumere conservativamente che la frazione di NO<sub>2</sub> è mediamente il 20% (dato ricorrente nella letteratura tecnica) della emissione totale degli NO<sub>x</sub> e che quindi il valore di portata emessa di NO<sub>2</sub> è pari a 5.79 kg/giorno.

Emissione PM10 [kg/giorno]	Emissione NO <sub>2</sub> [kg/giorno]	Emissione SO <sub>2</sub> [kg/giorno]	Emissione CO [kg/giorno]
<b>5,61</b>	<b>5,79</b>	<b>0,032</b>	<b>15,10</b>

Tabella 6-A: Totale Emissione Macchine

### 6.1 Metodologia e stima degli inquinanti generati dai mezzi di cantiere

La simulazione numerica della dispersione degli inquinanti è stata condotta con il software SCREENView. Tale software è stato sviluppato dalla Lakes Environmental con l'obiettivo di fornire una interfaccia grafica che potesse permettere di ottenere in maniera agevole stime di concentrazione di un inquinante. La modellazione viene dettagliata nel documento "Screening Procedures for Estimating the Air Quality Impact of Stationary Sources" (EPA 1995d).

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-150</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 15 di 18	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 7 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

Le simulazioni riguardanti la concentrazione delle PM10 e degli inquinanti gassosi nell'area circostante il cantiere sono state effettuate sulla base dei dati di emissione indicati nel cap. 6.

### 7.1 Concentrazione delle polveri

La normativa vigente fissa valori limite di concentrazione per le polveri sottili con diametro inferiore ai 10 µm (PM10), in:

- ❖ PM10 - 50 µg/m<sup>3</sup> - media giornaliera – 90,4 percentile – Tutela della salute umana; ammettendo non più di 18 superamenti per anno civile.

Come è ragionevole aspettarsi, la concentrazione dell'inquinante diminuisce all'allontanarsi dalla sorgente. Il grafico seguente (Figura 7-A) evidenzia un lieve superamento del limite di legge solamente entro 120 m circa dall'area di cantiere<sup>1</sup>.

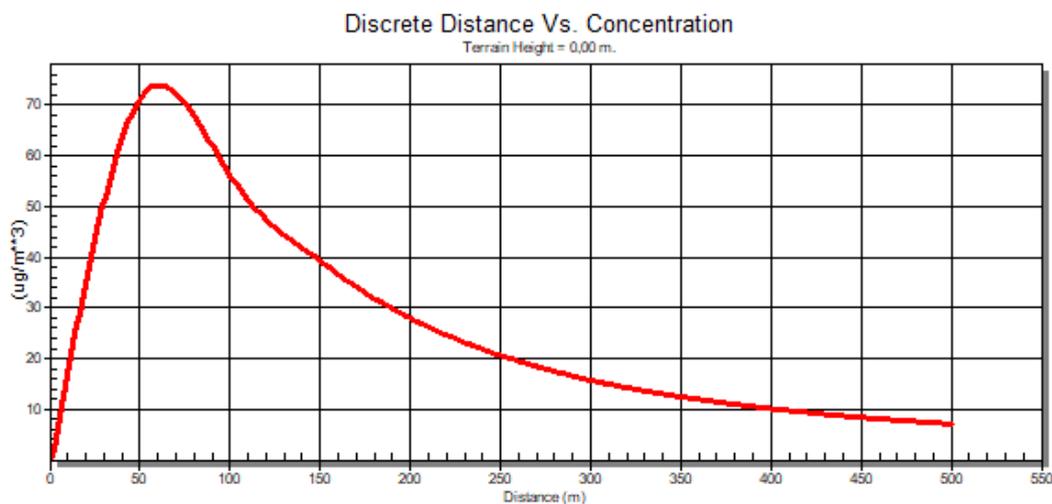


Figura 7-A: Concentrazione PM10 vs Distanza Sorgente

<sup>1</sup> I grafici iniziano dal valore 0 in quanto la sorgente è posta al suolo ed il ricettore ad altezza uomo

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-150</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 16 di 18	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 7.2 Concentrazione NO2

La normativa vigente fissa valori limite di concentrazione per il biossido di azoto in:

- ❖ 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  - 99,8 percentile della media oraria di NO2 – Tutela della salute umana;

Come è ragionevole aspettarsi, la concentrazione dell'inquinante diminuisce all'allontanarsi dalla sorgente. Il grafico seguente (Figura 7-B) evidenzia il pieno rispetto della normativa vigente in termini di concentrazione emessa.

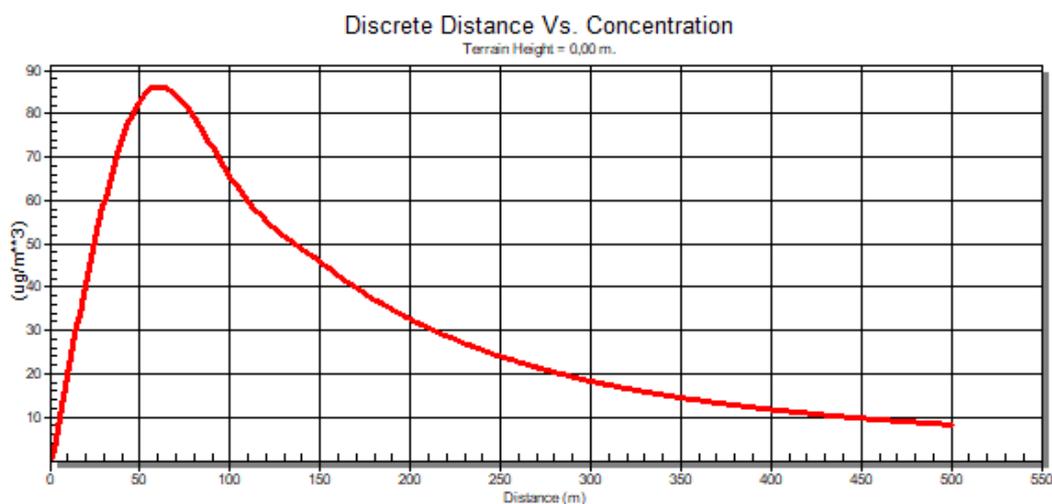


Figura 7-B: Concentrazione NO2 vs Distanza Sorgente

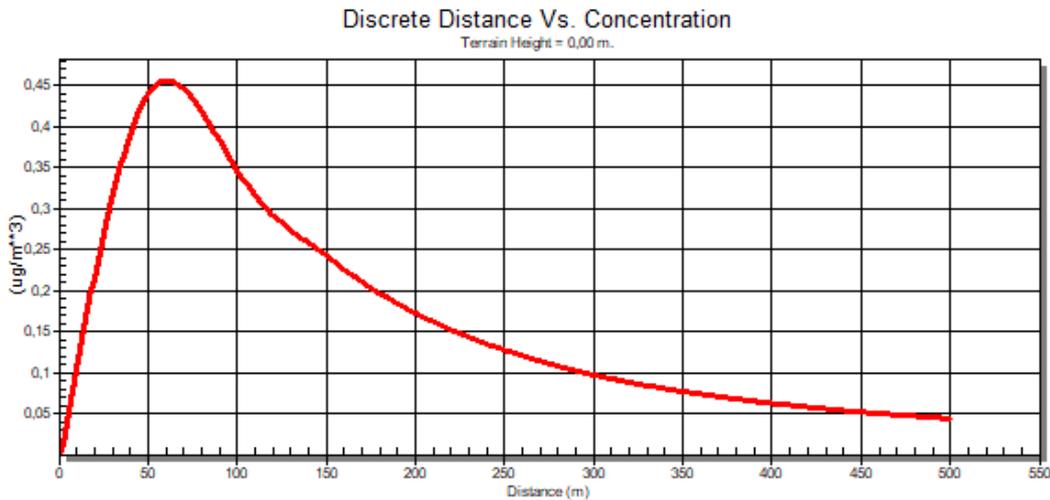
## 7.3 Concentrazione SO2

La normativa vigente fissa valori limite di concentrazione di biossido di zolfo in:

- ❖ 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  - 99,7 percentile della media oraria– Tutela della salute umana;
- ❖ 125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  - 99,2 percentile della media giornaliera– Tutela della salute umana.

Come è ragionevole aspettarsi, la concentrazione dell'inquinante diminuisce all'allontanarsi dalla sorgente. Il grafico seguente (Figura 7-C) evidenzia il pieno rispetto della normativa vigente in termini di concentrazione emessa.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-150</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 17 di 18	<b>Rev.</b> <b>0</b>



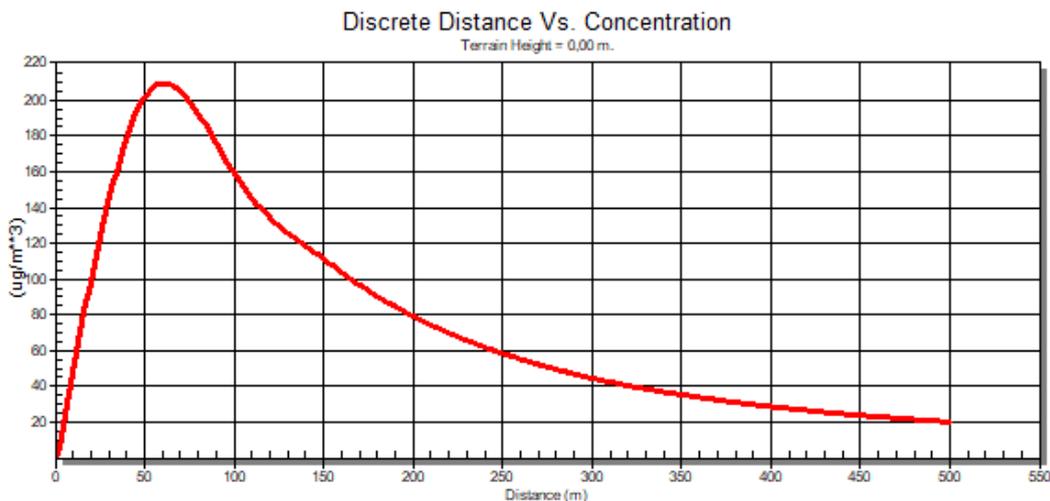
**Figura 7-C: Concentrazione SO2 vs Distanza Sorgente**

#### 7.4 Concentrazione CO

La normativa vigente fissa valori limite di concentrazione di monossido di carbonio in:

- ❖ 10 mg/m<sup>3</sup> -media giornaliera max su 8 ore- Tutela della salute umana.

Come è ragionevole aspettarsi, la concentrazione dell'inquinante diminuisce all'allontanarsi dalla sorgente. Il grafico seguente (Figura 7-D) evidenzia il pieno rispetto della normativa vigente in termini di concentrazione emessa.



**Figura 7-D: Concentrazione CO vs Distanza Sorgente**

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-150</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 18 di 18	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 8 CONCLUSIONI

Lo studio relativo alla valutazione degli impatti sulla qualità dell'aria, indotti dalle attività di cantiere per la realizzazione delle opere, non ha evidenziato rischi di superamento dei limiti normativi vigenti circa la concentrazione di NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO. Per quanto riguarda invece il PM10 si registra un lieve superamento del limite di legge solamente in prossimità del luogo di emissione. A riguardo si può comunque affermare che la realizzazione di un gasdotto, per sua natura, si completa tramite cantieri mobili, anche non consecutivi e comunque di breve durata (massimo qualche giorno), che consentono in breve tempo il completo recupero dei terreni interessati, e un limitato disturbo all'ambiente circostante. Pertanto, data l'estrema temporaneità dei tratti di cantiere simulati, rappresentativi dell'avanzamento giornaliero della linea e le condizioni conservative utilizzate per le simulazioni, si può affermare che gli impatti sulla qualità dell'aria saranno del tutto temporanei, trascurabili e reversibili.