



ISTANZA DI CONCESSIONE DI STOCCAGGIO GAS NATURALE
“San Benedetto Stoccaggio”


Provvedimento di VIA DM 0000166 del 19/06/2014

Procedimento istanza di proroga

Risposte alle richieste di integrazioni

Allegato 05

Studio di dispersione degli inquinanti in atmosfera

DATA	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
GIUGNO 2024	 The logo for PROGER, consisting of a stylized orange and yellow graphic followed by the word "PROGER" in bold capital letters.	GPS	GPS

INDICE

PREMESSA.....	6
1 NORMATIVA E LIMITI DI RIFERIMENTO.....	7
1.1 Zonizzazione e classificazione del territorio regionale.....	7
1.2 Rete di monitoraggio della qualità dell'aria	9
2 STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	11
3 IL MODELLO AERMOD	12
3.1 Dati meteorologici.....	13
3.2 Dominio e recettori	15
3.3 Sorgenti	17
3.3.1 Fase di cantiere	18
3.3.2 Fase di perforazione	19
3.3.3 Fase di esercizio	21
3.3.4 Fase di esercizio - scarico a torcia	22
4 RISULTATI	23
4.1 Fase di cantiere.....	23
4.1.1 Ossidi di azoto	23
4.1.2 Monossido di carbonio.....	25
4.1.3 Particolato PM ₁₀	26
4.1.4 Confronto con gli SQA	28
4.2 Fase di perforazione	29
4.2.1 Ossidi di azoto	29
4.2.2 Monossido di carbonio.....	31
4.2.3 Particolato PM ₁₀	32
4.2.4 Confronto con gli SQA	34
4.3 Fase di esercizio	35
4.3.1 Ossidi di azoto	35
4.3.2 Monossido di carbonio.....	37
4.3.3 Particolato PM ₁₀	38

4.3.4	Confronto con gli SQA	40
4.4	Fase di esercizio - scarico a torcia.....	41
4.4.1	Ossidi di azoto	41
4.4.2	Monossido di carbonio.....	43
4.4.3	Particolato PM ₁₀	44
4.4.4	Confronto con gli SQA	46
5	CONCLUSIONI.....	48

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1-1 - Carta della Zonizzazione Regione Marche. DACR 116/2014	8
Figura 1-2 - Carta ed elenco delle stazioni. Fonte ARPAM (Aria (arpa.marche.it))	10
Figura 3-1 Localizzazione della centralina meteorologica di San Benedetto (Regione Marche, Servizio Protezione Civile). In viola è rappresentata l'area di progetto.....	14
Figura 3-2 – Rosa dei venti, dati anemometrici della stazione meteorologica San Benedetto per l'anno 2023.	15
Figura 3-3 – Dominio della simulazione in un intorno della centrale (4000 x 4000 m) e rappresentazione dei recettori grigliati	16
Figura 3-4 Recettori discreti nell'intorno dell'impianto.....	17
Figura 3-5 Sorgenti areali (in verde) in fase di cantiere	19
Figura 4-1 NO ₂ - Concentrazioni medie annue	24
Figura 4-2 NO ₂ - 99,8° Percentile della concentrazione media oraria.....	25
Figura 4-3 CO – Massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore.....	26
Figura 4-4 PM10 - Concentrazioni medie annue.....	27
Figura 4-5 PM10 – 90,4° Percentile della concentrazione media giorno	28
Figura 4-6 NO ₂ - Concentrazioni medie annue	30
Figura 4-7 NO ₂ – 99,8° Percentile della concentrazione media oraria.....	31
Figura 4-8 CO – Massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore.....	32
Figura 4-9 PM10 - Concentrazioni medie annue.....	33
Figura 4-10 PM10 – 90,4° Percentile della concentrazione media giornaliera	34
Figura 4-11 NO ₂ - Concentrazioni medie annue	36
Figura 4-12 NO ₂ - 99,8° Percentile della concentrazione media oraria	37
Figura 4-13 CO – Massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore.....	38
Figura 4-14 PM10 - Concentrazioni medie annue.....	39
Figura 4-15 PM10 – 90,4° Percentile della concentrazione media giorno	40
Figura 4-16 NO ₂ - Concentrazioni medie annue	42
Figura 4-17 NO ₂ - 99,8° Percentile della concentrazione media oraria	43
Figura 4-18 CO – Massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore.....	44
Figura 4-19 PM10 - Concentrazioni medie annue.....	45
Figura 4-20 PM10 – 90,4° Percentile della concentrazione media giorno	46

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1-1. Valori limite di qualità dell'aria (Decreto Legislativo n. 155/2010 e smi).....	7
Tabella 3-1 Posizione dei recettori sensibili	16
Tabella 3-2 Flussi di massa degli inquinanti analizzati in fase cantiere	18
Tabella 3-3 - Concentrazioni medie giornaliere espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (16-22 Gennaio 2010).....	20
Tabella 3-4 - Flussi di massa degli inquinanti analizzati per motori Scania in fase perforazione	21
Tabella 3-5 - Parametri geometrici ed emissivi della pilota	21
Tabella 3-6 – Emissioni atmosferiche della pilota	21
Tabella 3-7 - Flussi di massa degli inquinanti della pilota in fase di esercizio	21
Tabella 3-8 - Parametri geometrici ed emissivi del pilota e della torcia	22
Tabella 3-9 Flussi di massa degli inquinanti in caso di scarico a torcia	22
Tabella 4-1: CO, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA	24
Tabella 4-2: CO, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA	25
Tabella 4-3: PM10, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA.....	27
Tabella 4-4 Confronto tra le concentrazioni misurate dalle centraline ARPA nel 2023 e il contributo massimo e medio dell'impianto in fase di cantiere.....	29
Tabella 4-5: CO, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA	29
Tabella 4-6: CO, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA.....	31
Tabella 4-7: PM10, PM2.5, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA	32
Tabella 4-8 Confronto tra le concentrazioni misurate dalle centraline ARPA nel 2023 e il contributo massimo e medio dell'impianto in fase di perforazione.	34
Tabella 4-9: CO, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA	35
Tabella 4-10: CO, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA.....	37
Tabella 4-11: PM10, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA... ..	38
Tabella 4-12 Confronto tra le concentrazioni misurate dalle centraline ARPA nel 2023 e il contributo massimo e medio dell'impianto in fase di esercizio.	40
Tabella 4-13: CO, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA	41
Tabella 4-14: CO, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA.....	43
Tabella 4-15: PM10, PM2.5, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA	44
Tabella 4-16 Confronto tra le concentrazioni misurate dalle centraline ARPA nel 2023 e il contributo massimo e medio dell'impianto in fase di manutenzione.....	46

PREMESSA

La simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera grazie all'ausilio di modelli matematici permette di determinare l'impatto ambientale delle emissioni sul territorio. Tramite l'applicazione del modello di dispersione atmosferica è possibile determinare la concentrazione degli inquinanti per ogni ora del periodo temporale considerato e per ogni punto del dominio.

I risultati delle simulazioni come concentrazioni orarie, giornaliere, annuali, permettono di effettuare i dovuti confronti con i limiti di legge imposti dal D. Lgs. 155/2010.

In particolare lo scopo del presente documento è di valutare il potenziale impatto sullo stato di qualità dell'aria, dovuto alle emissioni in atmosfera generate dalla Centrale di Stoccaggio S. Benedetto durante le fasi di cantiere, perforazione dei nuovi pozzi; così come nelle fasi cicliche (iniezione ed estrazione gas) di esercizio della centrale sia in condizioni di normale funzionamento che in stato di blocco-fermata, e di verificare le potenziali ricadute al suolo e le aree di dispersione dei possibili inquinanti.

Per rispondere alle richieste di integrazione, il presente studio di dispersione degli inquinanti è un aggiornamento di quanto riportato nei documenti 101SBT-00-GCO-RE-00004_rev07 e 101SBT-01-GCO-RE-00001_rev00, considerando i dati meteorologici sito-specifici relativi alla stazione meteorologica di San Benedetto (Regione Marche, Servizio Protezione Civile), situata a 2,8 km a Nord dell'area della centrale, per l'anno 2023.

I risultati ottenuti confermano gli esiti delle indagini precedentemente eseguite.

Per la simulazione della dispersione delle emissioni è stato utilizzato il modello AERMOD.

1 NORMATIVA E LIMITI DI RIFERIMENTO

La Direttiva 2008/50/CE, recepita con il D. Lgs.155/2010 e ss.mm.ii., fissa i limiti per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dell'aria volti a evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso (valori limite, soglia di allarme, valore obiettivo per la protezione della salute umana e per la protezione della vegetazione, soglia di informazione, obiettivi a lungo termine).

Nella successiva Tabella 1-1 sono riportati gli inquinanti atmosferici per i quali la Direttiva 2008/50/CE, recepita con il D. Lgs.155/2010 e s.m.i., fissa i limiti.

Tabella 1-1. Valori limite di qualità dell'aria (Decreto Legislativo n. 155/2010 e smi).

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore limite	Note	Riferimento
Biossido di zolfo (SO ₂)	1 ora	350 µg/m ³	da non superare più di 24 volte per anno civile	Allegato XI
	1 giorno	125 µg/m ³	da non superare più di 3 volte per anno civile	Allegato XI
	1 ora (su 3 ore consecutive)	500 µg/m ³	soglia di allarme	Allegato XII
Biossido di azoto (NO ₂)	1 ora	200 µg/m ³	da non superare più di 18 volte per anno civile	Allegato XI
	Anno civile	40 µg/m ³		Allegato XI
	1 ora (su 3 ore consecutive)	400 µg/m ³	soglia di allarme	Allegato XII
Monossido di carbonio (CO)	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m ³		Allegato XI
PM10	1 giorno	50 µg/m ³	da non superare più di 35 volte per anno civile	Allegato XI
	Anno civile	40 µg/m ³		Allegato XI
PM2.5	Anno civile	25 µg/m ³		Allegato XI

1.1 ZONIZZAZIONE E CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO REGIONALE

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" inoltre stabilisce che l'intero territorio nazionale sia suddiviso in zone e agglomerati da classificare ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente.

La zonizzazione viene effettuata essenzialmente ai fini di predisporre una adeguata rete di valutazione della qualità dell'aria ambiente, che deve essere costituita da siti fissi dove viene superata la soglia di valutazione superiore di determinati inquinanti atmosferici e che può essere integrata con tecniche di modellazione o da misurazioni indicative.

Alla zonizzazione provvedono le Regioni e le Province autonome sulla base dei criteri indicati nello stesso decreto. La Regione Marche ha approvato il progetto di zonizzazione e classificazione del territorio regionale ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente ai sensi del D. Lgs. 155/2010, artt. 3 e 4, con Delibera consiliare n. 116 del 9 dicembre 2014, pubblicata sul Bollettino Ufficiale n. 118 del 24/12/2014.

Studio di dispersione degli inquinanti in atmosfera

A seguito dell'analisi delle caratteristiche orografiche, meteo-climatiche, del carico emissivo e del grado di urbanizzazione dei comuni del territorio marchigiano, sono state individuate le aree in cui una o più di tali caratteristiche sono predominanti nel determinare i livelli di inquinanti, al fine di procedere ad individuare le zone in cui suddividere il territorio.

Le zone sono state individuate in riferimento agli inquinanti polveri sottili (PM10, PM2,5), ossidi di azoto, monossido di carbonio, ossidi di zolfo, benzene, benzo(a)pirene, metalli (Pb, As, Cd, Ni).

Dall'esame è stato possibile aggregare in un'unica zonizzazione tutti gli inquinanti sopra citati, ad eccezione dell'ozono, in quanto l'ozono, per la sua natura esclusivamente secondaria, è di fatto completamente indipendente dal criterio relativo alle fonti emissive locali.

I Comuni sono stati divisi in:

- Comuni zona costiera e valliva
- Comuni zona collinare e montana

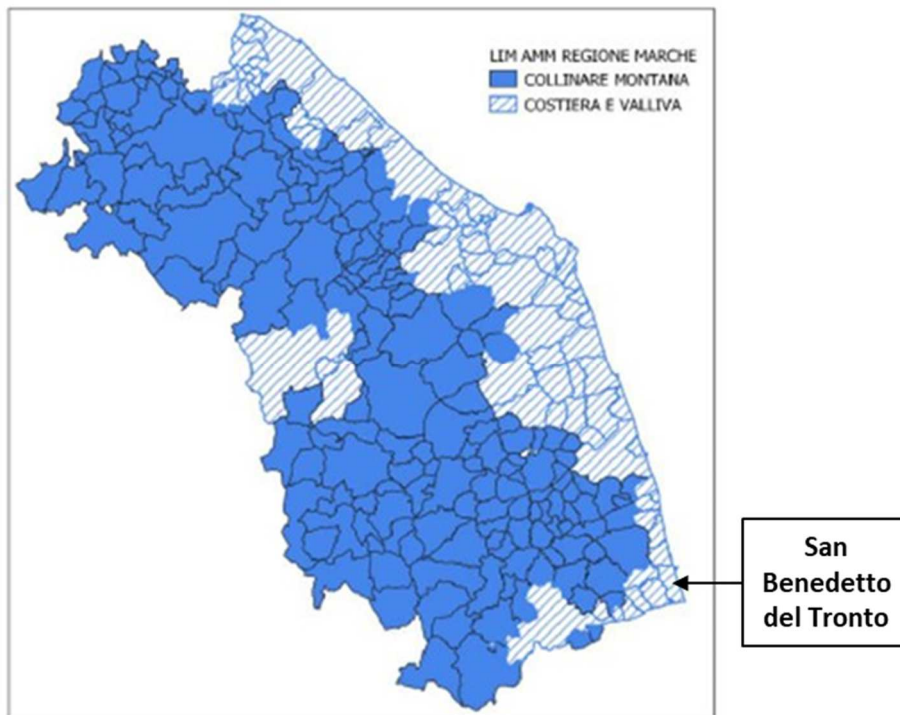


Figura 1-1 - Carta della Zonizzazione Regione Marche. DACR 116/2014

Il comune di San Benedetto del Tronto appartiene alla zona costiera e valliva, che comprende appunto tutti i comuni costieri, poiché caratterizzati da analoghe condizioni meteorologiche e orografiche, in cui sono presenti molti dei maggiori centri urbani, le principali vie di comunicazione, quali l'autostrada A14 e la Strada Statale Adriatica (SS16) (che è strada ad alto volume di traffico), numerosi poli industriali e produttivi, e che sono soggetti a notevoli incrementi della popolazione durante la stagione estiva.

Sono accomunati ai precedenti i maggiori comuni presenti lungo le principali vallate fluviali, i quali, pur non confinando con il mare, sono caratterizzati da condizioni meteorologiche che risentono direttamente

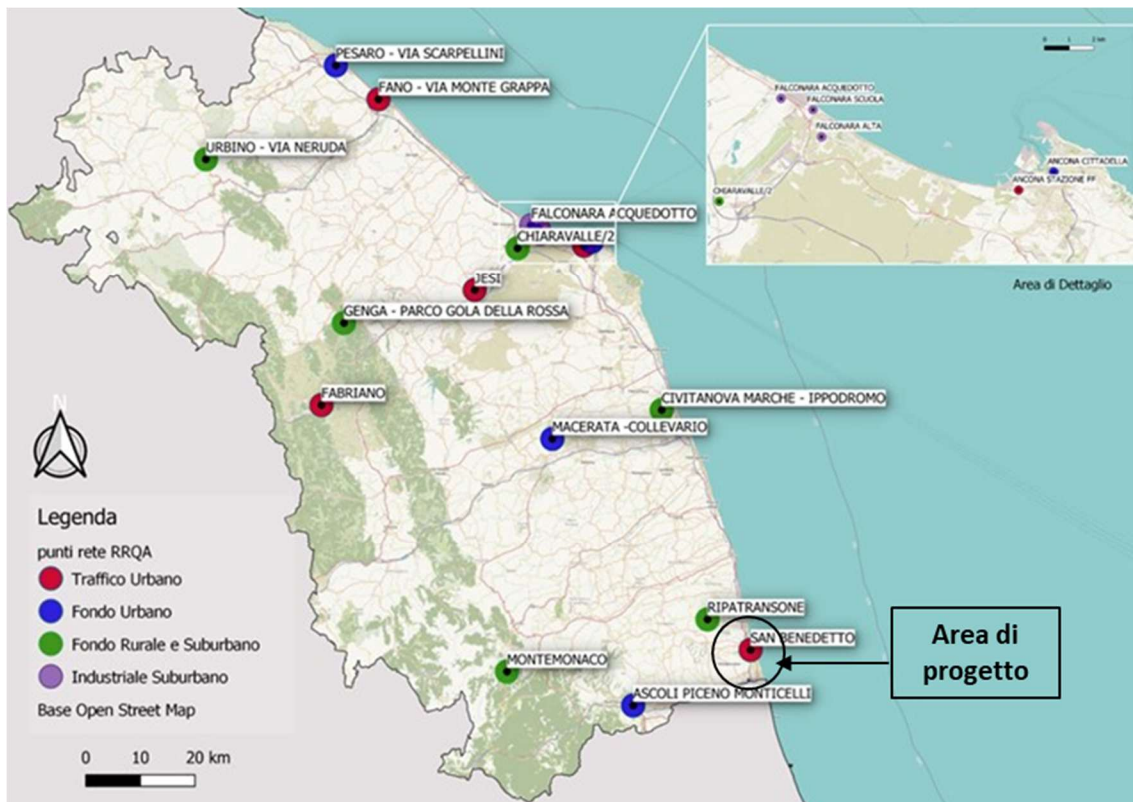
dell'influenza della costa ovvero che, per presenza di importanti assi stradali, grossi centri urbani e industriali, hanno un elevato carico emissivo e un elevato grado di urbanizzazione.

Per quanto riguarda l'ozono, per le caratteristiche tipiche di questo inquinante, in relazione alle peculiarità territoriali e antropiche della Regione Marche, si ritiene opportuno utilizzare la zonizzazione sopra indicata per le polveri sottili e gli altri inquinanti atmosferici, anche per l'ozono.

1.2 RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

La Regione Marche ha individuato una rete di stazioni di monitoraggio in siti fissi dei principali atmosferici individuati dal D. Lgs. 155/2010 (PM10, PM2,5, NO2, SO2, CO, Pb, Benzene, B(a)p, As, Ni, Cd, Ozono troposferico). Le stazioni di monitoraggio sono state acquisite in comodato d'uso dalla Regione e sono gestite dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Marche (ARPAM) e sono rappresentative dell'esposizione media della popolazione conformemente a quanto stabilito dalla normativa vigente.

Con DGR 1129/2006 è stata individuata la rete di monitoraggio atmosferico regionale; con DGR 238/2007 sono stati individuati i punti di campionamento per la misurazione continua in siti fissi dell'ozono.



Zona	Provincia	Comune	Stazione	Tipo Stazione
Costiero-valliva	PU	Pesaro	Pesaro - Via Scarpellini	Fondo Urbano
Costiero-valliva	PU	Fano	Fano - Via Monte Grappa	Traffico Urbano
Collinare-montana	PU	Urbino	Urbino - Via Neruda	Fondo rurale e suburbano
Costiero-valliva	AN	Falconara M.ma	Falconara Scuola	Industriale Suburbano
Costiero-valliva	AN	Falconara M.ma	Falconara Alta	Industriale Suburbano
Costiero-valliva	AN	Falconara M.ma	Falconara Acquedotto	Industriale Suburbano
Costiero-valliva	AN	Chiaravalle	Chiaravalle	Fondo rurale e suburbano
Costiero-valliva	AN	Ancona	Ancona Cittadella	Fondo Urbano
Costiero-valliva	AN	Ancona	Ancona Stazione	Traffico Urbano
Costiero-valliva	AN	Jesi	Jesi	Traffico Urbano
Collinare-montana	AN	Genga	Genga - Parco Gola della Rossa	Fondo rurale e suburbano
Costiero-valliva	AN	Fabriano	Fabriano	Traffico Urbano
Costiero-valliva	MC	Civitanova Marche	Civitanova Marche - Ippodromo	Fondo rurale e suburbano
Costiero-valliva	MC	Macerata	Macerata - Collevario	Fondo Urbano
Collinare-montana	AP	Ripatransone	Ripatransone	Fondo rurale e suburbano
Costiero-valliva	AP	San Benedetto del Tronto	San Benedetto	Traffico Urbano
Collinare-montana	AP	Montemonaco	Montemonaco	Fondo rurale e suburbano
Costiero-valliva	AP	Ascoli Piceno	Ascoli Piceno Monticelli	Fondo Urbano

Figura 1-2 - Carta ed elenco delle stazioni. Fonte ARPAM ([Aria \(arpa.marche.it\)](http://aria.arpa.marche.it))

2 STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Il Report Regionale della Qualità dell'Aria (ARPAM, 2022) costituisce il documento di valutazione della qualità dell'aria nella Regione Marche per l'anno 2022 e contiene la valutazione del trend storico per gli anni 2015-2022. Questo report fornisce il quadro più aggiornato sulla qualità dell'aria attualmente disponibile.

In sintesi, viene riportato quanto segue:

- **PM10:** il limite massimo pari a 35 superamenti annui del valore medio giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.Lsg.155/2010) è stato rispettato da tutte le stazioni di monitoraggio come è stato sempre rispettato anche il limite del valore medio annuo di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.Lsg.155/2010);
- **PM2.5:** il limite normativo di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.Lsg.155/2010) come media annuale è stato rispettato in tutte le stazioni;
- **NO₂:** i valori limite previsti dalla norma, limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.Lsg.155/2010) come media annuale e il limite massimo di 18 superamenti della media oraria di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.Lsg.155/2010), sono stati rispettati;
- **NO_x:** Il livello critico per la protezione della vegetazione di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.Lsg.155/2010) è sempre rispettato in tutte le stazioni di fondo rurale;
- **Ozono:** è confermata la criticità di questo parametro nei mesi estivi. Il valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, pari a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.Lsg.155/2010) da non superare per più di 25 giorni all'anno, non è stato rispettato in 3 stazioni Macerata, Montemonaco ed Ascoli, mentre il valore obiettivo per la protezione della salute umana calcolato come media dei 3 anni (2020-2022) è stato superato presso le stazioni di Montemonaco ed Ascoli. La soglia di informazione, pari a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e la soglia di allarme, pari a $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.Lsg.155/2010), sono state rispettate in tutte le stazioni della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria (RRQA) così come il valore obiettivo per la protezione della vegetazione (AOT40, media su 5 anni 2018-2022) monitorato nelle stazioni di Civitanova Marche-Ippodromo, Genga e Montemonaco;
- **SO₂:** i valori limite previsti dalla norma, limite di $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.Lsg.155/2010) come media giornaliera da non superare più di 3 volte per anno civile e il limite massimo di 24 superamenti della media oraria di $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.Lsg.155/2010), sono stati rispettati. I livelli critici per la protezione della vegetazione annuale e invernale sono sempre ampiamente rispettati;
- **CO, Benzene:** i dati registrati nel corso del 2022 confermano l'assenza di criticità e il rispetto dei limiti imposti da normativa;
- **Benzo(a)pirene e Metalli:** i valori obiettivi per BaP, Nichel, Arsenico e Cadmio sono stati rispettati, come anche il valore limite per il Piombo.

3 IL MODELLO AERMOD

Il codice AERMOD è stato sviluppato in ambito EPA dall'American Meteorological Society (AMS)/Environmental Protection Agency (EPA) Regulatory Model Improvement Committee (AERMIC) come evoluzione del modello gaussiano ISC3 ed attualmente figura tra i codici più noti ed utilizzati a livello nazionale e internazionale. Tale modello è stato recentemente riconosciuto come modello di riferimento nei protocolli EPA per la modellazione della dispersione atmosferica, in sostituzione di ISC3.

AERMOD è un modello di calcolo stazionario (steady-state) in cui la dispersione in atmosfera dell'inquinante emesso da una sorgente viene simulata adottando una distribuzione gaussiana della concentrazione, sia nella direzione orizzontale che in quella verticale, se lo strato limite atmosferico è stabile. Se invece lo strato limite atmosferico è instabile, si è in presenza di meccanismi convettivi e il codice descrive la concentrazione in aria adottando una distribuzione gaussiana nella direzione orizzontale e una funzione densità di probabilità bigaussiana per la direzione verticale. Per tale motivo AERMOD è ritenuto un modello ibrido di nuova generazione, dal momento che è in grado di descrivere in modo molto più rappresentativo gli effetti della turbolenza dello strato limite atmosferico che risultava invece una limitazione per i modelli gaussiani tradizionali.

Il codice prevede la possibilità di considerare diverse tipologie di fonti emissive (puntuali, areali, volumiche) ed a ciascun tipo di sorgente fa corrispondere un diverso algoritmo per il calcolo della concentrazione. Il modello calcola il contributo di ciascuna sorgente nel dominio d'indagine, in corrispondenza di recettori distribuiti su una griglia (definita dall'utente) o discreti e ne somma gli effetti. Poiché il modello è stazionario, le emissioni sono assunte costanti nell'intervallo temporale di simulazione (generalmente un'ora).

Il codice consente di effettuare due tipi di simulazioni:

- "short term": fornisce concentrazioni medie orarie o giornaliere e quindi a breve termine, consentendo di individuare la peggior condizione possibile;
- "long-term": tratta gli effetti dei rilasci prolungati nel tempo, al variare delle caratteristiche atmosferiche e meteorologiche, e fornisce le condizioni medie nell'intervallo di tempo considerato, generalmente un anno e quindi a lungo termine.

Il modello si avvale dell'utilizzo di due altri codici per elaborare i dati di input:

- il preprocessore meteorologico AERMET, che consente di raccogliere ed elaborare i dati meteorologici rappresentativi della zona studiata, per calcolare i parametri dispersivi dello strato limite atmosferico; esso permette pertanto ad AERMOD di ricavare i profili verticali delle variabili meteorologiche più influenti sul trasporto e dispersione degli inquinanti;
- il preprocessore orografico AERMAP, che permette di raccogliere ed elaborare le caratteristiche e l'altimetria del territorio, consentendo l'applicazione di AERMOD a zone sia pianeggianti che a morfologia complessa.

L'attuale versione di AERMOD (11.0) contiene particolari algoritmi in grado di tenere conto di determinate caratteristiche dello strato limite atmosferico (PBL –planetary boundary layer) ed è in grado di simulare il comportamento del pennacchio in diverse situazioni:

- calcola il “plume rise”, ossia il sovrainnalzamento del pennacchio legato agli effetti di intrappolamento del pennacchio nei flussi turbolenti, sia di natura meccanica che convettiva, che tendono a manifestare una spinta discendente sottovento agli edifici eventualmente presenti vicino al camino e una spinta ascendente collegata ai flussi turbolenti diretti verso l’alto;
- simula la “buoyancy”, ossia la spinta di galleggiamento del pennacchio legato alle differenze di densità e di temperatura del pennacchio rispetto all’aria esterna;
- è in grado di simulare i “plume lofting”, cioè le porzioni di massa degli inquinanti che in situazioni convettive prima di diffondersi nello strato limite, tendono ad innalzarsi e a rimanere in prossimità del top dello strato limite;
- considera la penetrazione del plume in presenza di inversioni termiche in quota;
- considerai “building downwash”, ossia l’effetto di distorsione del flusso del pennacchio, causato dalla presenza di edifici di notevoli dimensioni, e la possibilità che tale distorsione trascini il pennacchio al suolo.

3.1 DATI METEOROLOGICI

I dati meteorologici in formato AERMOD sono stati ottenuti attraverso il processore AERMET utilizzando i dati grezzi della stazione meteorologica di San Benedetto (Regione Marche, Servizio Protezione Civile), le cui coordinate sono: 42.92° N 13.89° E. L’anemometro è posizionato a 10 m di altezza. La centralina meteo dista circa 2.8 km dalla centrale in direzione Nord, come si evince dalla seguente figura.



Figura 3-1 Localizzazione della centralina meteorologica di San Benedetto (Regione Marche, Servizio Protezione Civile). In viola è rappresentata l'area di progetto

La figura seguente mostra la rosa dei venti implementata in AERMOD, che il preprocessore AERMET ha elaborato i dati della dalla stazione meteorologica San Benedetto (Regione Marche, Servizio Protezione Civile) per l'anno 2023.

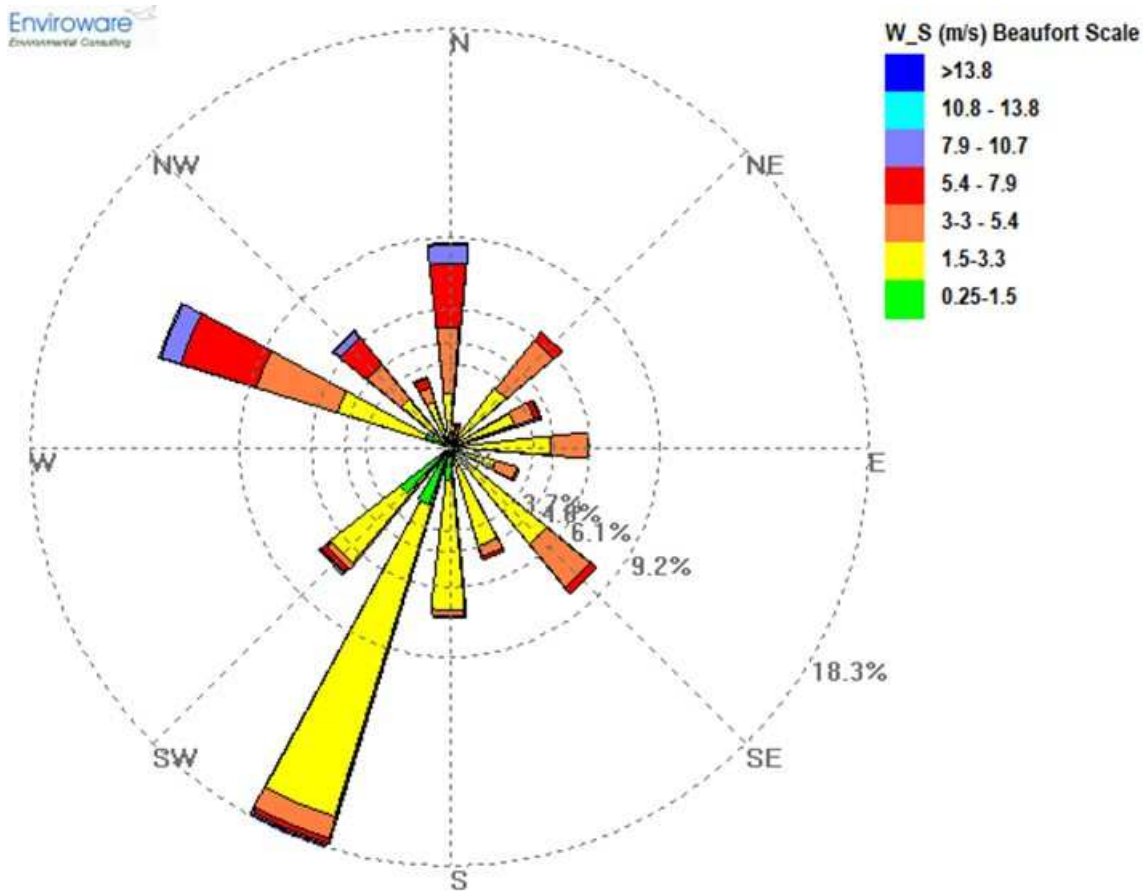


Figura 3-2 – Rosa dei venti, dati anemometrici della stazione meteorologica San Benedetto per l'anno 2023.

3.2 DOMINIO E RECETTORI

Il modello AERMOD ha modellato le concentrazioni degli inquinanti atmosferici e le ricadute al suolo nella "sampling grid" di seguito definita:

- sistema di riferimento: datum WGS84, proiezione UTM, 32N
- coordinate geografiche del punto centrale: Latitudine 42.90° S, Longitudine 13.87° E;
- estensione: 4 x 4 km;
- risoluzione spaziale: 100 m.

Il modello utilizzato, mediante l'ausilio del preprocessore AERMAP, permette l'inserimento di dati orografici della porzione di territorio interessata dalla dispersione di inquinanti; ciò avviene importando un file DEM (Digital Terrain Elevation) delle dimensioni di 4.000 x 4.000 m.

I recettori sono punti del dominio di calcolo in cui vengono determinati i risultati di concentrazione al suolo.

Per il caso in esame è stata costruita una rete cartesiana di recettori, in cui al centro ricade la centrale di stoccaggio, avente forma quadrata di 4000 m di lato, costituita da 41x41 recettori (totale 1.681).

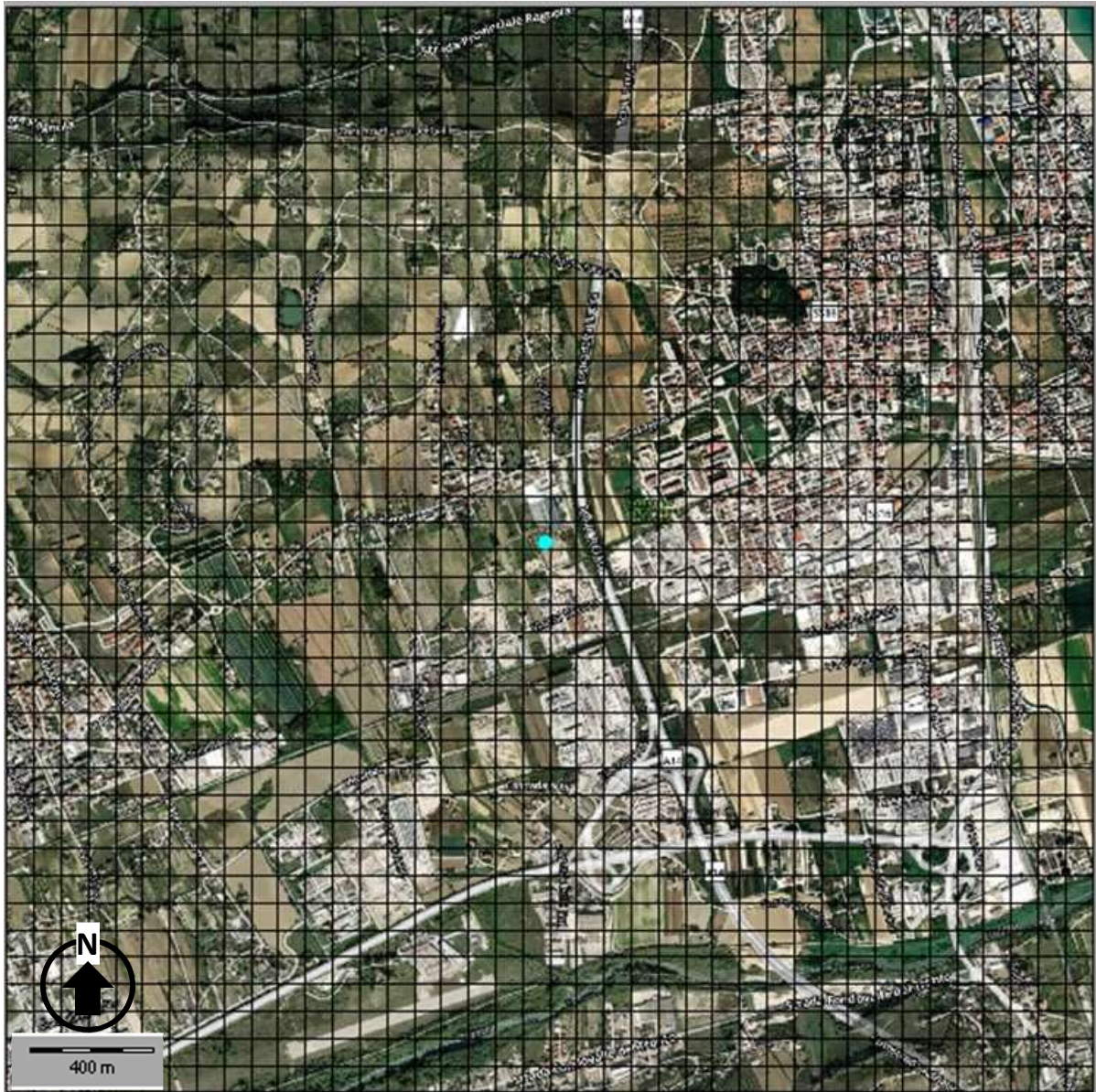


Figura 3-3 – Dominio della simulazione in un intorno della centrale (4000 x 4000 m) e rappresentazione dei recettori grigliati

Inoltre, nell'intorno dell'impianto sono stati individuati i seguenti recettori sensibili per la protezione della popolazione.

Tabella 3-1 Posizione dei recettori sensibili

ID	Longitudine (m E) – WGS84 UTM 33N	Longitudine (m N) – WGS84 UTM 33N
R1	408318.00	4750679.00

R2	408208.00	4750868.00
R3	408087.00	4751145.00
R4	408369.00	4751212.00
R5	408630.00	4751302.00



Figura 3-4 Recettori discreti nell'intorno dell'impianto

3.3 SORGENTI

Per le fasi di cantiere, perforazione ed esercizio, in base ai dati di emissione a disposizione, è stata eseguita la simulazione della diffusione di:

- biossido di azoto (NO₂);
- monossido di carbonio (CO);
- particolato (PM₁₀).

Il biossido di zolfo normalmente prodotto dai processi di combustione è escluso dalla trattazione poiché il gas utilizzato è esente da zolfo.

Le simulazioni sono state eseguite su termini temporali analoghi ai periodi di mediazioni indicate dal decreto, che per i diversi inquinanti sono:

- NO₂: 1 ora ed 1 anno;
- CO: 8 ore;
- PM₁₀: 1 giorno ed 1 anno.

3.3.1 Fase di cantiere

Le aree di cantiere vengono assunte come n. 3 sorgenti areali che emettono flussi di massa di inquinanti per unità di superficie ricavati dai dati emissivi, calcolati a partire dai fattori di emissione proposti dall' "Emission Inventory Guidebook 2007".

Per ottenere l'emissione di NO₂, a partire dai dati del NO_x, sono stati seguiti i seguenti criteri (vedasi paragrafo 3.3.2):

- per la modellizzazione a breve termine: biossido di azoto pari al 10% degli ossidi di azoto;
- per la modellizzazione a lungo termine: che il biossido di azoto pari al 71% degli ossidi di azoto.

Tabella 3-2 Flussi di massa degli inquinanti analizzati in fase cantiere

CANTIERE			
sorgente	NOx	CO	PM10
	g/s	g/s	g/s
CLUSTER	3.52E-04	8.80E-02	3.52E-02
CENTRALE	1.71E-04	4.28E-02	1.50E-02
CONDOTTA	5.22E-02	1.74E-02	5.22E-03

La figura seguente mostra la rappresentazione delle sorgenti areali della simulazione con il software AERMOD.



Figura 3-5 Sorgenti areali (in verde) in fase di cantiere

3.3.2 Fase di perforazione

La durata della perforazione di un numero massimo di n. 6 pozzi è stimata pari a 355 giorni, per semplicità, ai fini della simulazione, è stata assunta conservativamente pari ad un anno.

Durante la perforazione, in condizioni normali, le sorgenti di inquinanti atmosferici sono i n. 5 gruppi elettrogeni a gasolio Scania DC9 65A, di cui i principali parametri geometrici ed emissivi sono:

- altezza camino: 3 m;
- diametro camino 150 mm;
- velocità efflusso fumi: 29 m/s;
- temperatura fumi: 750 K.

Durante la perforazione dei pozzi l'energia necessaria all'impianto per vincere la resistenza del terreno varia in funzione della profondità. Per il caso in esame si può assumere che per i primi 700 m siano in funzione solo n. 3 motori, mentre per profondità maggiori fino al massimo di circa 2.500 m siano in funzione tutti e n. 5 i gruppi. Essendo la durata di perforazione di un singolo pozzo pari a circa 60 giorni, per i primi 17 sono in marcia solo n. 3 motori e per i restanti 43 tutti. Questa variabilità del numero di macchine in funzione viene

inserita in input nel software grazie alla possibilità di specificare il tasso di emissione per le singole sorgenti. I tassi possono variare su diverse scale temporali, nella fattispecie la variazione è imposta per giorni dell'anno. I flussi di massa di inquinanti richiesti da AERMOD si ricavano dai dati emissivi forniti dal certificato di omologazione dei motori che, in luogo del biossido di azoto (di cui la normativa impone i limiti), fornisce l'emissione di ossidi di azoto.

Gli ossidi di azoto presenti in aria sono costituiti principalmente da NO e NO₂.

Per ricavare l'emissività del NO₂ a partire da quella degli NO_x bisogna distinguere le due situazioni contemplate dalla normativa: arco temporale di 1 ora (breve termine) e di 1 anno (lungo termine).

Gli NO_x ai camini delle apparecchiature di combustione sono composti da circa il 90% da monossido di azoto (NO) e per il 10% da biossido di azoto (NO₂).

Per la simulazione a breve termine è possibile assumere che il NO fuoriuscito dal camino non abbia il tempo di reagire con l'ozono presente nell'aria per ossidarsi a NO₂, pertanto, in termini pratici, si assumono i flussi di massa del NO₂ al camino pari a 0,0493 g/s, equivalenti al 10% del flusso di NO_x [1].

A lungo termine si può ipotizzare che la percentuale di NO₂ sugli NO_x presente nell'aria ambiente assuma gli stessi valori, misurati nella campagna di monitoraggio sugli inquinanti atmosferici, eseguita fra il 16 e il 22 gennaio 2010 (rif. paragrafo 1.8.4.2 del "Quadro di Riferimento Ambientale"), di cui a seguire si ripropongono i risultati relativi agli ossidi di azoto e le percentuali di interesse.

Tabella 3-3 - Concentrazioni medie giornaliere espresse in µg/m³ (16-22 Gennaio 2010)

PARAMETRI	MEDIE GIORNALIERE							MEDIA
	16/01	17/01	18/01	19/01	20/01	21/01	22/01	
Monossido di azoto	3,7	12,8	14,8	20,5	27,7	19,8	2,8	
Biossido di azoto	26,4	31,1	28,3	34,6	38,8	39,2	17,9	
Ossidi di azoto	30,0	43,9	43,0	55,1	66,5	59,0	20,7	
PERCENTUALE DI NO₂ SU NO_x	88%	71%	66%	63%	58%	66%	86%	71%

Pertanto a lungo termine si ricava il tenore di NO₂ nell'aria applicando il 71% alla concentrazione di NO_x ottenuta dalla simulazione, che equivale ad assumere direttamente il flusso NO₂ ai camini pari al 71% del flusso di NO_x, ovvero 0,3502 g/s.

[1] Rao, M., & George, L. A. (2014, December). Using the NO₂/NO_x ratio to understand the spatial heterogeneity of secondary pollutant formation capacity in urban atmospheres. In AGU Fall Meeting Abstracts (Vol. 2014, pp. A33F-3265).

Tabella 3-4 - Flussi di massa degli inquinanti analizzati per motori Scania in fase perforazione

PERFORAZIONE			
sorgente	NOx	CO	PM10
	g/s	g/s	g/s
GE1	4.93E-01	3.58E-02	6.30E-03
GE2	4.93E-01	3.58E-02	6.30E-03
GE3	4.93E-01	3.58E-02	6.30E-03
GE4	4.93E-01	3.58E-02	6.30E-03
GE5	4.93E-01	3.58E-02	6.30E-03

3.3.3 Fase di esercizio

Durante il normale funzionamento della centrale sarà in funzione la fiamma pilota della torcia per circa 8.300 h/anno (consumo orario di gas: 1,5 Nm³/h; consumo annuo: 12.450 Nm³). Il seguente prospetto riporta i parametri geometrici ed emissivi della sorgente inseriti nel modello.

Tabella 3-5 - Parametri geometrici ed emissivi della pilota

SORGENTI	ALTEZZA CAMINO	VELOCITÀ DI EFFLUSSO FUMI	TEMPERATURA DEI FUMI
Pilota	18 m	0,015 m/s	383 K

Dai valori di emissione annuale di cui alla Tabella 3-6, calcolati in base a fattori di emissioni bibliografici sono stati ricavati i flussi di massa degli inquinanti, riportati in Tabella 3-7.

Anche in questo caso si hanno a disposizione valori di emissioni di ossidi di azoto (NO_x) in luogo del biossido di azoto (NO₂) di cui la normativa impone i limiti.

Per ipotesi conservativa, in questo caso, si assume per tutti i periodi di mediazione la percentuale di NO₂ pari al 71% (0,00071 g/s) del flusso di NO_x.

Tabella 3-6 – Emissioni atmosferiche della pilota

APPARECCHIATURE	ATTIVITÀ	NO _x	CO	CH ₄	N ₂ O	COVNM	PM ₁₀
	GJ/a	kg/a	kg/a	kg/a J	kg/a	kg/a	kg/a
Pilota Torcia	421	42	17	0,45	0,43	1,09	0,37

Tabella 3-7 - Flussi di massa degli inquinanti della pilota in fase di esercizio

ESERCIZIO			
sorgente	NOx	CO	PM10
	g/s	g/s	g/s

PILOTA	1.00E-03	1.00E-03	1.00E-05
---------------	----------	----------	----------

3.3.4 Fase di esercizio - scarico a torcia

L'impianto di stoccaggio è dotato del sistema di recupero effluenti che raccoglie le correnti di gas che si generano nelle diverse parti di impianto, le comprime e le reimmette nel ciclo produttivo, evitando sprechi di materia prima ed emissioni atmosferiche. Solamente in caso di fuori servizio dell'Unità 19 gli effluenti gassosi vengono inviati alla torcia che li brucia e scarica i fumi in atmosfera.

La simulazione dello scarico a torcia per manutenzione è stata impostata ipotizzando una portata massima di 2200 kg/h di gas, per una durata complessiva di 12 ore/anno.

A partire da questi dati si stimano le grandezze da imputare in Aermod per simulare il caso di scarico a torcia per manutenzione, che vede come sorgenti attive la torcia (scarico) e la sua pilota. Dette grandezze relative allo scarico a torcia sono riportate nella seguente tabella, insieme a quelle della pilota.

Tabella 3-8 - Parametri geometrici ed emissivi del pilota e della torcia

SORGENTI	ALTEZZA CAMINO	VELOCITÀ DI EFFLUSSO FUMI	TEMPERATURA DEI FUMI
Pilota	18 m	0,015 m/s	383 K
Torcia	18 m	36 m/s	398 K

In base alla portata di gas combusto ed a fattori di emissioni bibliografici specifici per il flaring (CONCAWE per NO_x e CO e AG-NPI per PM₁₀) si calcolano i flussi di massa degli inquinanti.

Tabella 3-9 Flussi di massa degli inquinanti in caso di scarico a torcia

MANUTENZIONE			
sorgente	NO ₂	CO	PM ₁₀
	g/s	g/s	g/s
PILOTA	1.00E-03	1.00E-03	1.00E-05
FLARE	8.00E-04	4.40E-03	7.35E-02

Anche in questo caso si hanno a disposizione valori di emissioni di ossidi di azoto (NO_x) in luogo del biossido di azoto (NO₂) di cui la normativa impone i limiti.

Per ipotesi conservativa, in questo caso, si assume, per tutti i periodi di mediazione, la percentuale di NO₂ pari al 71% (0,000564 g/s) del flusso di NO_x.

4 RISULTATI

In questo paragrafo sono riportati i risultati ottenuti dalla simulazione della diffusione degli inquinanti per le fasi di cantiere, perforazione, esercizio ed in caso di scarico a torcia per manutenzione.

Per ogni fase di progetto, inquinante e periodo di mediazione sono riportati i report numerici contenenti le concentrazioni maggiori, i valori minimi e medi delle concentrazioni ottenute e le mappe di dispersione, per le quali le gradazioni delle concentrazioni associate alle aree di diverso colore, e quindi le legende, sono state costruite per ogni singolo caso (fase-inquinante periodo di mediazione) su una scala di n. 5 intervalli, ciascuno di colore diverso.

Questa modalità utilizzata per la rappresentazione grafica delle mappe di diffusione evidenzia che non si verificano mai superamenti del limite di legge.

Le mappe inoltre mostrano come le aree influenzate dalle emissioni della centrale di stoccaggio ricadono tutte all'interno del territorio marchigiano (in confine fra la regione Marche e la Regione Abruzzo coincide con il corso del fiume Tronto visibile in basso a destra in tutte le mappe).

4.1 FASE DI CANTIERE

Come riportato nel paragrafo 3.3.1, lo scenario emissivo in fase di cantiere prevede n. 3 sorgenti areali: cluster, centrale e condotta.

4.1.1 Ossidi di azoto

Le seguenti mappe di concentrazione riportano le ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo sia spaziale che temporale (nell'arco dell'anno simulato) per gli ossidi di azoto.

Come detto precedentemente, nel confronto con i limiti normativi, è stato considerato che per lunghi periodi di mediazione circa il 71% degli NO_x si converte in NO₂, in funzione di diversi fattori (ad esempio la radiazione solare, temperatura, concentrazione di idrocarburi in atmosfera); mentre per periodi di mediazione brevi, circa il 10% degli NO_x si converte in NO₂ [1].

In particolare, sono state analizzate le concentrazioni medie annue e il 99.8 percentile della concentrazione oraria media di NO₂.

Si sottolinea che il percentile è un indicatore statistico calcolato sulla base del numero dei superamenti consentiti dalla legge che permette il confronto con i limiti di legge sulle concentrazioni quando questi ultimi prevedono oltre alla concentrazione soglia anche un determinato numero di ore/giorni di superamento al di sotto del quale il limite risulta comunque rispettato. Nel caso specifico del NO₂, il limite prevede 18 ore di superamento del limite ed un valore del 99,8 percentile della concentrazione oraria media inferiore alla concentrazione limite (200 µg/m³) indica che ci sono meno di 18 superamenti per anno e pertanto il rispetto del limite.

Nella tabella successiva sono state confrontate le concentrazioni maggiori di NO₂ nel dominio con gli SQA D. Lgs. 155/2010.

[1] Rao, M., & George, L. A. (2014, December). Using the NO₂/NO_x ratio to understand the spatial heterogeneity of secondary pollutant formation capacity in urban atmospheres. In AGU Fall Meeting Abstracts (Vol. 2014, pp. A33F-3265).

Tabella 4-1: CO, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA

Inquinante	Parametro	Concentrazione simulata [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	SQA D. Lgs 155/2010 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
NO ₂	Concentrazione media annua	5.95	40
	Concentrazione media oraria	32.69	200

Nelle seguenti figure si riportano le mappe delle ricadute prodotte per NO₂, che mostrano la variabilità spaziale delle concentrazioni simulate sull'intero dominio di calcolo. Si sottolinea che per le concentrazioni a breve termine, per ogni nodo della griglia di calcolo la mappa presenta l'ora peggiore (concentrazione più elevata) simulata dal modello nell'arco dell'anno di simulazione.

Le mappe delle ricadute mostrano come le concentrazioni maggiori medie annue siano localizzate in prossimità dell'impianto, e si estendono fino a una distanza di circa 500 m nelle varie direzioni. Allontanandosi dal punto di picco, le concentrazioni decrescono rapidamente attendendosi su valori di tre ordini di grandezza inferiore al limite.

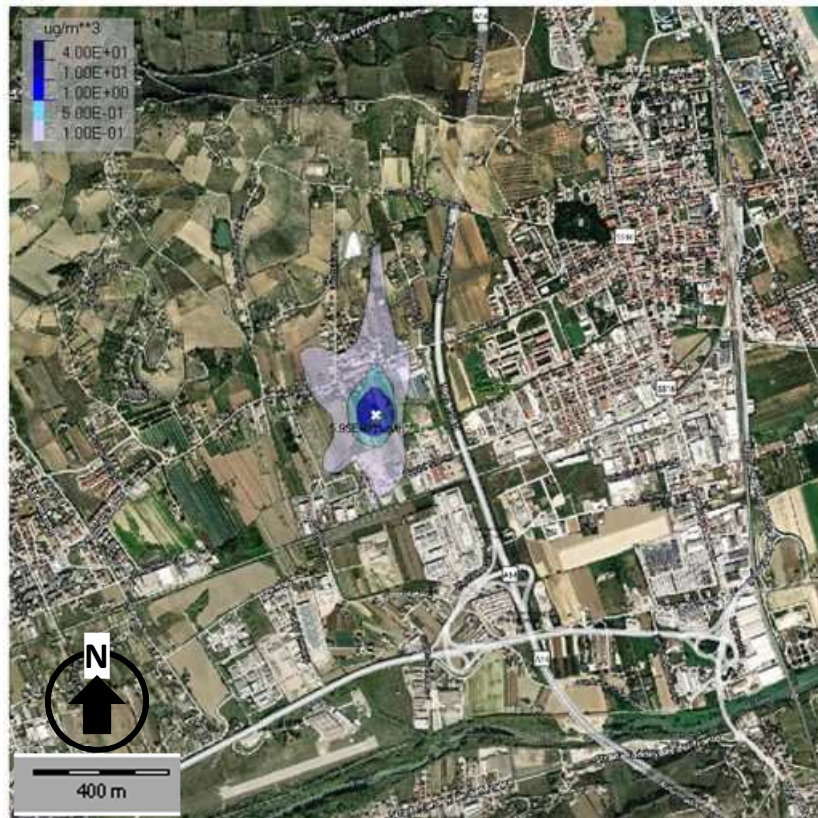


Figura 4-1 NO₂ - Concentrazioni medie annue

Per quanto riguarda la concentrazione media oraria, in generale, le concentrazioni massime sono un ordine di grandezza inferiore.

La mappa delle ricadute (cfr. Figura 4-2) mostra come, anche in questo caso, le concentrazioni maggiori medie orarie siano localizzate nelle immediate vicinanze dell'impianto.



Figura 4-2 NO₂ - 99,8° Percentile della concentrazione media oraria

4.1.2 Monossido di carbonio

La seguente Tabella riporta le massime ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo sia spaziale che temporale (nell'arco dell'anno simulato) per il monossido di carbonio (CO).

Come si evince dalla Tabella, le concentrazioni massime giornaliere della media mobile sulle 8h simulate per il CO si attestano su valori di un ordine di grandezza inferiori al relativo SQA.

Tabella 4-2: CO, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA

Inquinante	Parametro	Concentrazione simulata [mg/m ³]	SQA D. Lgs 155/2010 [mg/m ³]
CO	Massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore	0.051	10

Nella seguente figura si riporta la mappa delle ricadute prodotta per il massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore del CO, che mostra la variabilità spaziale delle concentrazioni simulate sull'intero dominio di calcolo.

Si sottolinea che per ogni nodo della griglia di calcolo la mappa presenta la concentrazione nel breve termine (8 ore) più elevata simulata dal modello nell'arco dell'anno di simulazione.

La mappa delle ricadute mostra come le concentrazioni maggiori siano localizzate nelle immediate vicinanze dell'impianto e il plume di inquinante si disperde prevalentemente in direzione Nord.

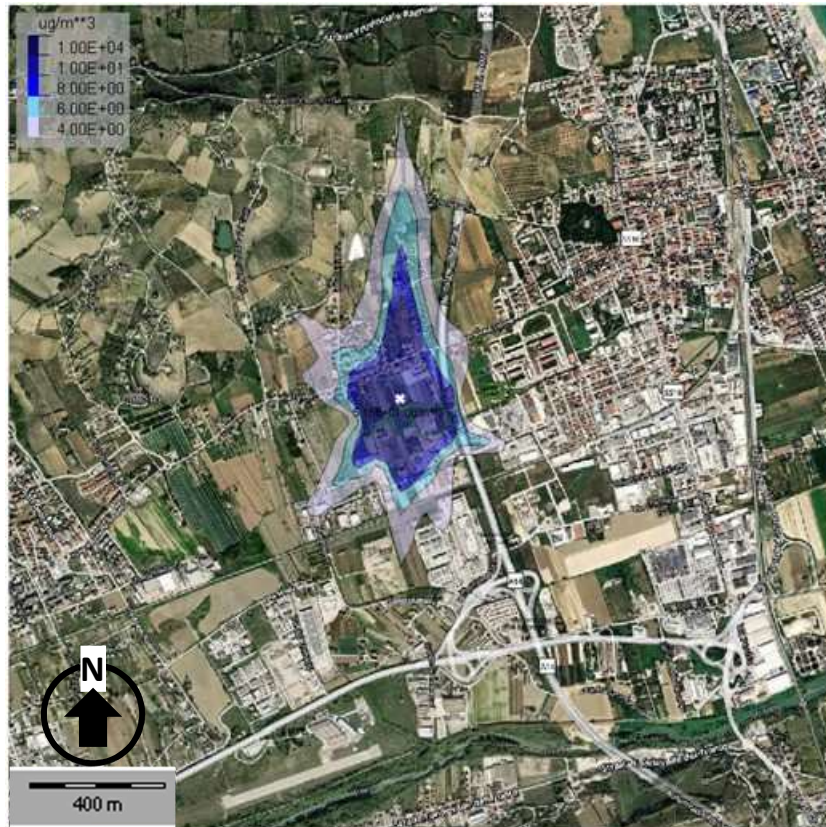


Figura 4-3 CO – Massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore

4.1.3 Particolato PM₁₀

La seguente Tabella riporta le massime ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo sia spaziale che temporale (nell'arco dell'anno simulato) per il PM₁₀.

Nel confronto con i limiti normativi, le concentrazioni simulate di Polveri Totali Sospese (PTS) sono state considerate come PM₁₀; in realtà il PM₁₀ rappresenta solo una frazione delle PTS pertanto le concentrazioni simulate di PM₁₀ sono state sovrastimate.

In generale, le concentrazioni simulate per il PM₁₀ si attestano su valori di **un ordine di grandezza inferiore ai rispettivi SQA**.

Si sottolinea che il percentile è un indicatore statistico calcolato sulla base del numero dei superamenti consentiti dalla legge che permette il confronto con i limiti di legge sulle concentrazioni quando questi ultimi prevedono oltre alla concentrazione soglia anche un determinato numero di ore/giorni di superamento al di sotto del quale il limite risulta comunque rispettato. Nel caso specifico del PM₁₀, il limite prevede 35 giorni di supero del limite ed un valore del 90,4° percentile dalla concentrazione media giorno inferiore alla

concentrazione limite ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) indica che ci sono meno di 35 superamenti per anno e pertanto il rispetto del limite.

Tabella 4-3: PM10, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA

Inquinante	Parametro	Concentrazione simulata [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	SQA D. Lgs 155/2010 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
PM10	Concentrazione media anno	5.08	40
	90,4° Percentile dalla concentrazione media giorno ^(1a)	6.87	50 ^(1b)

(1a) Corrisponde al limite sulla concentrazione giornaliera per la protezione della salute umana, da non superarsi più di 35 volte per anno civile.
 (1b) Limite sulla massima concentrazione giornaliera da non superare più di 35 volte per anno civile

Nelle seguenti figure si riportano le mappe delle ricadute prodotte per il PM₁₀, che mostrano la variabilità spaziale delle concentrazioni simulate sull'intero dominio di calcolo. Si sottolinea che per le concentrazioni a breve termine, per ogni nodo della griglia di calcolo la mappa presenta il giorno peggiore (concentrazione più elevata) simulata dal modello nell'arco dell'anno di simulazione.

Le mappe delle ricadute mostrano che i massimi valori della concentrazione media annuale di PM₁₀ è localizzato nelle immediate vicinanze dell'impianto.

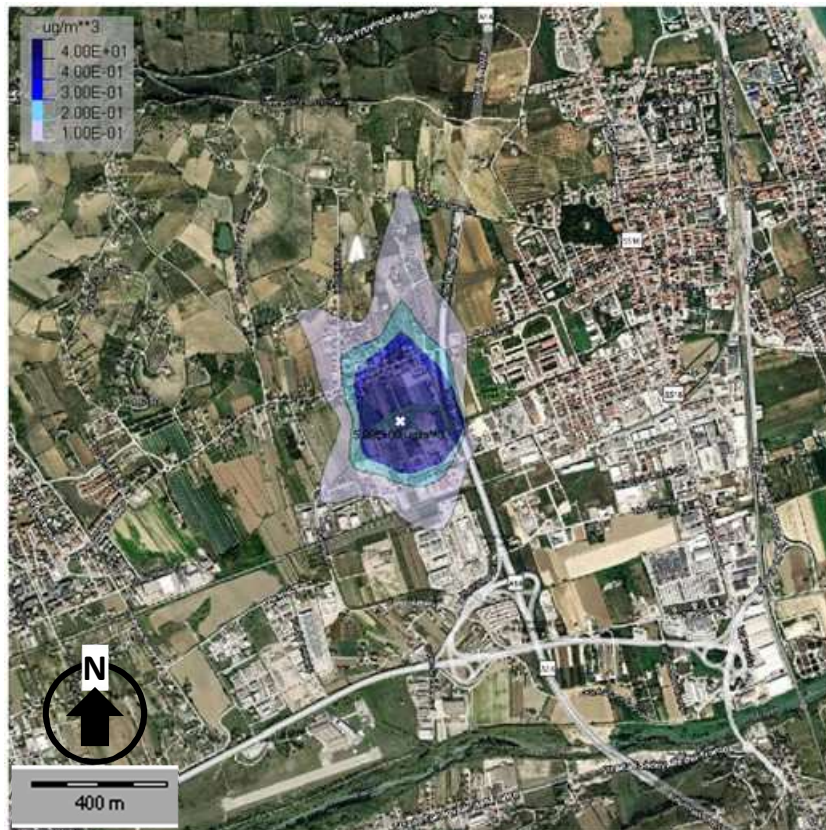


Figura 4-4 PM10 - Concentrazioni medie annue

Inoltre, si può notare come le massime concentrazioni medie giornaliere (90.4° percentile) si riscontrano nei pressi del punto di emissione, ma non comportano nessun impatto né sulla popolazione né sulla vegetazione, in quanto di un ordine di grandezza inferiori al limite.

Ad una distanza di 1 km dall'impianto le concentrazioni medie giornaliere sono tre ordini di grandezza inferiori al limite.

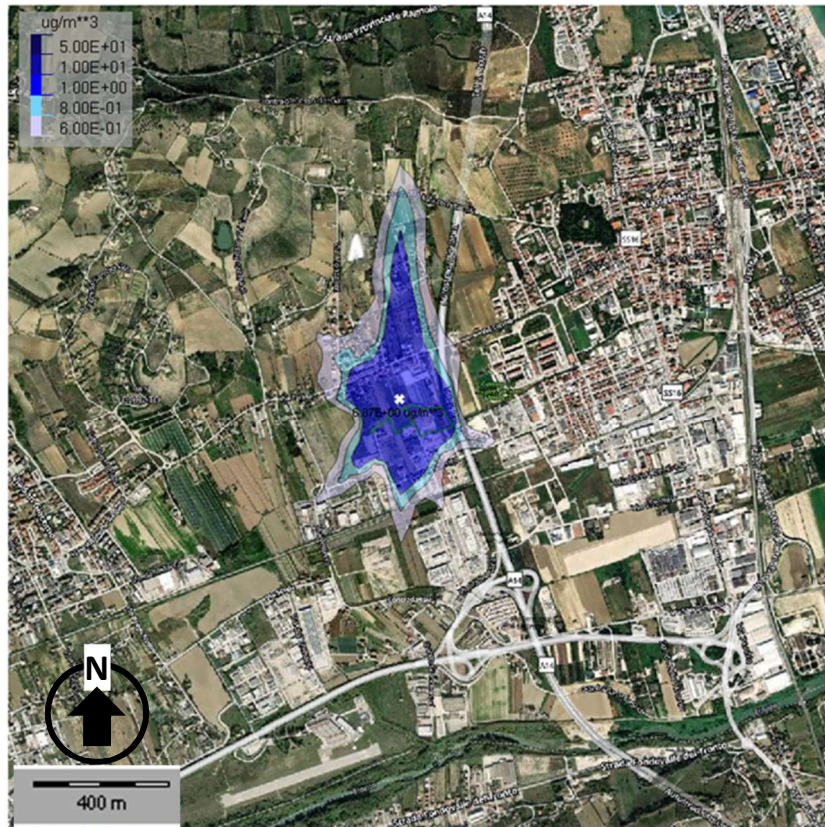


Figura 4-5 PM10 – 90,4° Percentile della concentrazione media giorno

4.1.4 Confronto con gli SQA

La seguente Tabella 4-4 riporta il confronto tra le concentrazioni monitorate e simulate presso i suddetti punti di monitoraggio, dove le concentrazioni simulate rappresentano il contributo medio dell'impianto in fase di cantiere.

Si mette in evidenza che il confronto proposto ha valutato sia le concentrazioni a lungo termine (annuali) sia a breve termini per le quali la somma del contributo monitorato e simulato fornisce una concentrazione cumulata confrontabile con il limite normativo.

Per le medie annuali il confronto proposto non evidenzia alcun contributo apprezzabile da parte dell'impianto sull'attuale stato di qualità dell'aria con percentuali di incremento rispetto allo stato attuale trascurabili.

Tabella 4-4 Confronto tra le concentrazioni misurate dalle centraline ARPA nel 2023 e il contributo massimo e medio dell'impianto in fase di cantiere.

Inquinanti	Periodo	Concentrazione misurata centraline ARPA 2023	Contributo progetto (conc. Max)	Contributo progetto (conc. Media)	Situazione post operam	Valori limite	Incremento percentuale
NO ₂	1 ora	84	32.693	0.256	84.256	200 µg/m ³	0.24%
	1 anno	25.06	5.95	0.015	25.075	40 µg/m ³	0.06%
CO	8 ore	0.3	0.051	0.001	0.301	10 mg/m ³	0.33%
PM10	1 giorno	34	6.87	0.13	34.13	50 µg/m ³	0.18%
	1 anno	22.18	5.08	0.03	22.21	40 µg/m ³	0.14%

4.2 FASE DI PERFORAZIONE

Come riportato nel paragrafo 3.3.2, lo scenario emissivo in fase di perforazione prevede n. 5 sorgenti puntuali, che identificano gli altrettanti gruppi elettrogeni a gasolio Scania DC9 65A.

4.2.1 Ossidi di azoto

Riguardo al confronto con i limiti normativi, valgono le stesse considerazioni riportate nel precedente paragrafo 4.1.1.

Nella tabella successiva sono state confrontate le concentrazioni maggiori di NO₂ nel dominio con gli SQA D. Lgs. 155/2010.

Tabella 4-5: CO, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA

Inquinante	Parametro	Concentrazione simulata [µg/m ³]	SQA D. Lgs 155/2010 [µg/m ³]
NO ₂	Concentrazione media annua	38.72	40
	Concentrazione media oraria	79.05	200

Nelle seguenti figure si riportano le mappe delle ricadute prodotte per NO₂, che mostrano la variabilità spaziale delle concentrazioni simulate sull'intero dominio di calcolo.

Per le concentrazioni a breve termine, per ogni nodo della griglia di calcolo, la mappa presenta l'ora peggiore (concentrazione più elevata) simulata dal modello nell'arco dell'anno di simulazione.

Le mappe delle ricadute mostrano come le concentrazioni maggiori medie annue siano localizzate nei pressi dell'impianto. Allontanandosi dal punto di picco, le concentrazioni decrescono rapidamente attestandosi su valori di un ordine di grandezza inferiore al limite normativo.



Figura 4-6 NO₂ - Concentrazioni medie annue

Per quanto riguarda la concentrazione media oraria, Figura 4-7, le mappe delle ricadute mostrano come le concentrazioni maggiori medie orarie siano localizzate nelle immediate vicinanze dell'impianto, e si estendono solamente fino a una distanza massima di circa 100 m nelle quattro direzioni.

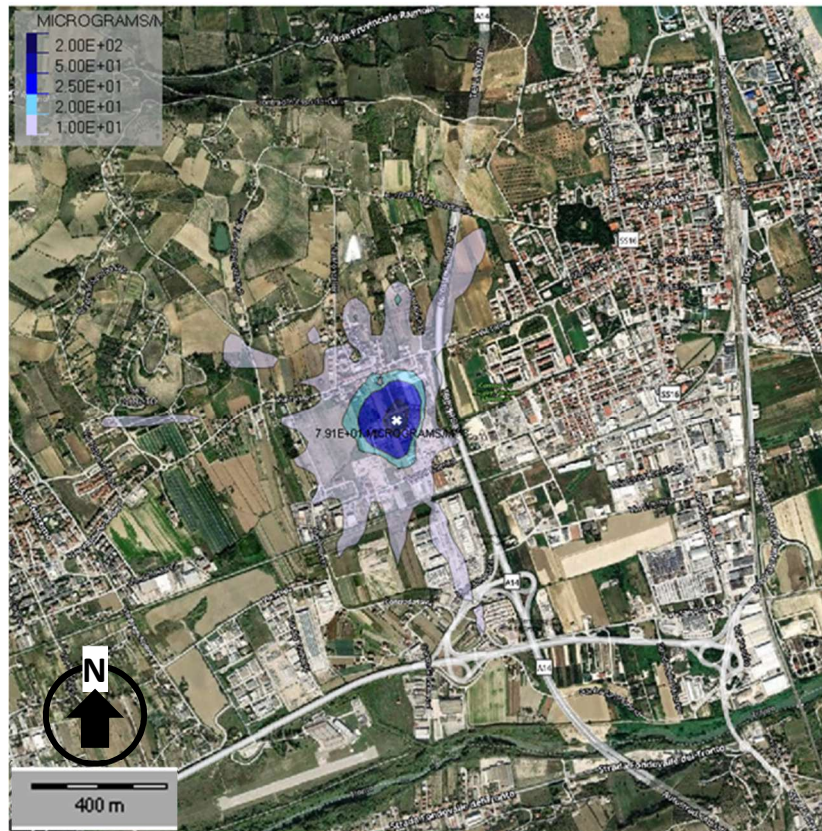


Figura 4-7 NO₂ – 99.8° Percentile della concentrazione media oraria

4.2.2 Monossido di carbonio

La seguente Tabella riporta le massime ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo sia spaziale che temporale (nell'arco dell'anno simulato) per il monossido di carbonio (CO).

Come si evince dalla Tabella, le concentrazioni massime giornaliere della media mobile sulle 8h simulate per il CO si attestano su valori di un ordine di grandezza inferiori al relativo SQA.

Tabella 4-6: CO, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA

Inquinante	Parametro	Concentrazione simulata [mg/m ³]	SQA D. Lgs 155/2010 [mg/m ³]
CO	Massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore	0.013	10

Nella seguente figura si riporta la mappa delle ricadute prodotta per il massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore del CO, che mostra la variabilità spaziale delle concentrazioni simulate sull'intero dominio di calcolo. Per ogni nodo della griglia di calcolo la mappa presenta la concentrazione nel breve termine (8 ore) più elevata simulata dal modello nell'arco dell'anno di simulazione.

La mappa delle ricadute mostra come le concentrazioni maggiori siano localizzate nelle immediate vicinanze dell'impianto. Le concentrazioni rappresentate in azzurro chiaro sono di quattro ordini di grandezza inferiori al limite di legge di 10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figura 4-8 CO – Massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore

4.2.3 Particolato PM₁₀

La seguente Tabella riporta le massime ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo sia spaziale che temporale (nell'arco dell'anno simulato) per il PM₁₀.

Nel confronto con i limiti normativi, le concentrazioni simulate di Polveri Totali Sospese (PTS) sono state considerate come PM₁₀; in realtà il PM₁₀ rappresenta solo una frazione delle PTS pertanto le concentrazioni simulate di PM₁₀ sono state sovrastimate.

In generale, le concentrazioni simulate per il PM₁₀ si attestano su valori di **due ordini di grandezza inferiori ai rispettivi SQA**.

Riguardo alle considerazioni sull'indicatore statistico del 90,4° percentile si rimanda al paragrafo 4.1.3.

Tabella 4-7: PM₁₀, PM_{2.5}, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA

Inquinante	Parametro	Concentrazione simulata [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	SQA D. Lgs 155/2010 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
PM10	Concentrazione media anno	0.69	40
	90,4° Percentile dalla concentrazione media giorno ^(1a)	0.78	50 ^(1b)

(1a) Corrisponde al limite sulla concentrazione giornaliera per la protezione della salute umana, da non superarsi più di 35 volte per anno civile.

(1b) Limite sulla massima concentrazione giornaliera da non superare più di 35 volte per anno civile

Nelle seguenti figure si riportano le mappe delle ricadute prodotte per il PM₁₀, che mostrano la variabilità spaziale delle concentrazioni simulate sull'intero dominio di calcolo. Si sottolinea che per le concentrazioni a breve termine, per ogni nodo della griglia di calcolo la mappa presenta il giorno peggiore (concentrazione più elevata) simulata dal modello nell'arco dell'anno di simulazione.

Le mappe delle ricadute mostrano che i massimi valori della concentrazione media annuale di PM₁₀ è localizzato nelle immediate vicinanze dell'impianto.



Figura 4-9 PM10 - Concentrazioni medie annue

Inoltre, si può notare come le massime concentrazioni medie giornaliere (90.4° percentile) si riscontrano nei pressi del punto di emissione, ma non comportano nessun impatto né sulla popolazione né sulla vegetazione, in quanto sono le concentrazioni sono due ordini di grandezza inferiori al limite. Ad una distanza di 1 km dall'impianto le concentrazioni medie giornaliere sono di tre ordini di grandezza inferiori al limite.



Figura 4-10 PM10 – 90.4° Percentile della concentrazione media giornaliera

4.2.4 Confronto con gli SQA

La seguente Tabella 3-8 riporta il confronto tra le concentrazioni monitorate e simulate presso i suddetti punti di monitoraggio, dove le concentrazioni simulate rappresentano il contributo medio dell'impianto in fase di perforazione.

Si mette in evidenza che il confronto proposto ha valutato sia le concentrazioni a lungo termine (annuali) sia a breve termini per le quali la somma del contributo monitorato e simulato fornisce una concentrazione cumulata confrontabile con il limite normativo.

Per le medie annuali il confronto proposto non evidenzia alcun contributo apprezzabile da parte dell'impianto sull'attuale stato di qualità dell'aria con percentuali di incremento rispetto allo stato attuale trascurabili.

Tabella 4-8 Confronto tra le concentrazioni misurate dalle centraline ARPA nel 2023 e il contributo massimo e medio dell'impianto in fase di perforazione.

Inquinanti	Periodo	Concentrazione misurata centraline ARPA 2023	Contributo progetto (conc. Max)	Contributo progetto (conc. Media)	Situazione post operam	Valori limite	Incremento percentuale
NO ₂	1 ora	84	79.05	2.7	86.7	200 µg/m ³	3.11%

	1 anno	25.06	38.72	0.65	25.71	40 µg/m ³	2.53%
CO	8 ore	0.3	0.013	0.00033	0.30033	10 mg/m ³	0.11%
PM10	1 giorno	34	0.78	0.019	34.019	50 µg/m ³	0.06%
	1 anno	22.18	0.69	0.011	22.191	40 µg/m ³	0.05%

4.3 FASE DI ESERCIZIO

Come riportato nel paragrafo 3.3.3, lo scenario emissivo in fase di esercizio prevede 1 sorgente relativa al pilota della torcia.

4.3.1 Ossidi di azoto

Riguardo al confronto con i limiti normativi, valgono le stesse considerazioni riportate nel precedente paragrafo 4.1.1.

Nella tabella successiva sono state confrontate le concentrazioni maggiori di NO₂ nel dominio con gli SQA D. Lgs. 155/2010.

Tabella 4-9: CO, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA

Inquinante	Parametro	Concentrazione simulata [µg/m ³]	SQA D. Lgs 155/2010 [µg/m ³]
NO2	Concentrazione media annua	0.0069	40
	Concentrazione media oraria	0.028	200

Nelle seguenti figure si riportano le mappe delle ricadute prodotte per NO₂, che mostrano la variabilità spaziale delle concentrazioni simulate sull'intero dominio di calcolo. Si sottolinea che per le concentrazioni a breve termine, per ogni nodo della griglia di calcolo la mappa presenta l'ora peggiore (concentrazione più elevata) simulata dal modello nell'arco dell'anno di simulazione.

Le mappe delle ricadute mostrano come le concentrazioni maggiori medie annue siano localizzate a nord dell'impianto, e si estendono fino a una distanza di circa 1.000 m in direzione Nord, con valori di quattro ordini di grandezza inferiori al limite. Allontanandosi dal punto di picco, le concentrazioni decrescono rapidamente attendendosi su valori di cinque ordini di grandezza inferiori al limite.

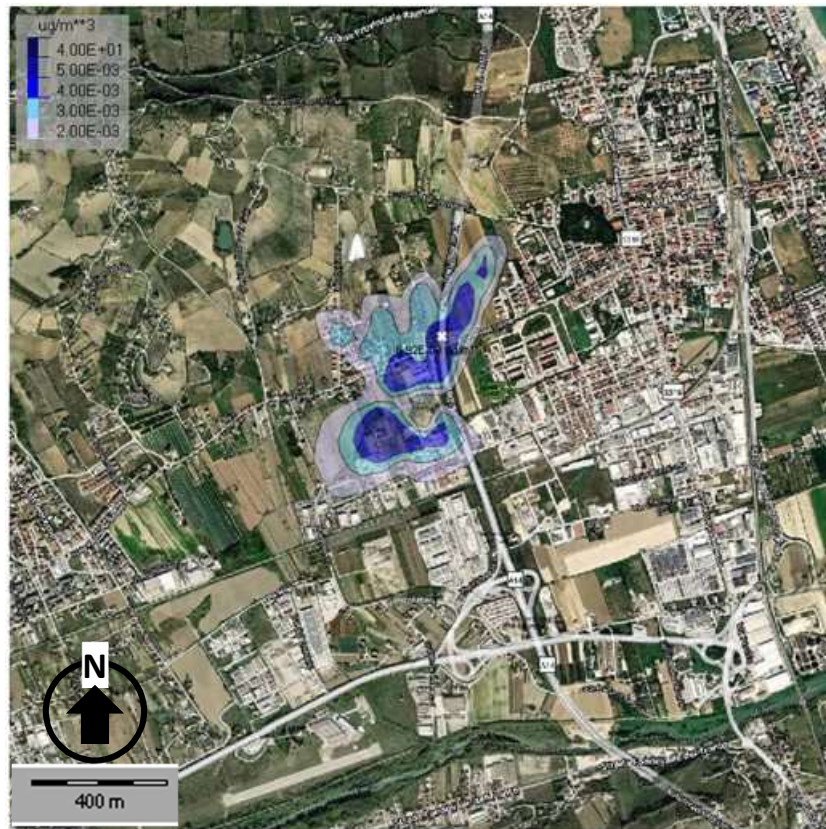


Figura 4-11 NO₂ - Concentrazioni medie annue

Per quanto riguarda la concentrazione media oraria, Figura 4-12, le mappe delle ricadute mostrano come le concentrazioni maggiori medie orarie siano localizzate nell'intorno dell'impianto, e si estendono fino a una distanza di circa 1.000 m in direzione Nord, con concentrazioni di tre ordini di grandezza inferiori al limite. Le concentrazioni nei pressi dei recettori abitativi non presentano superamenti.

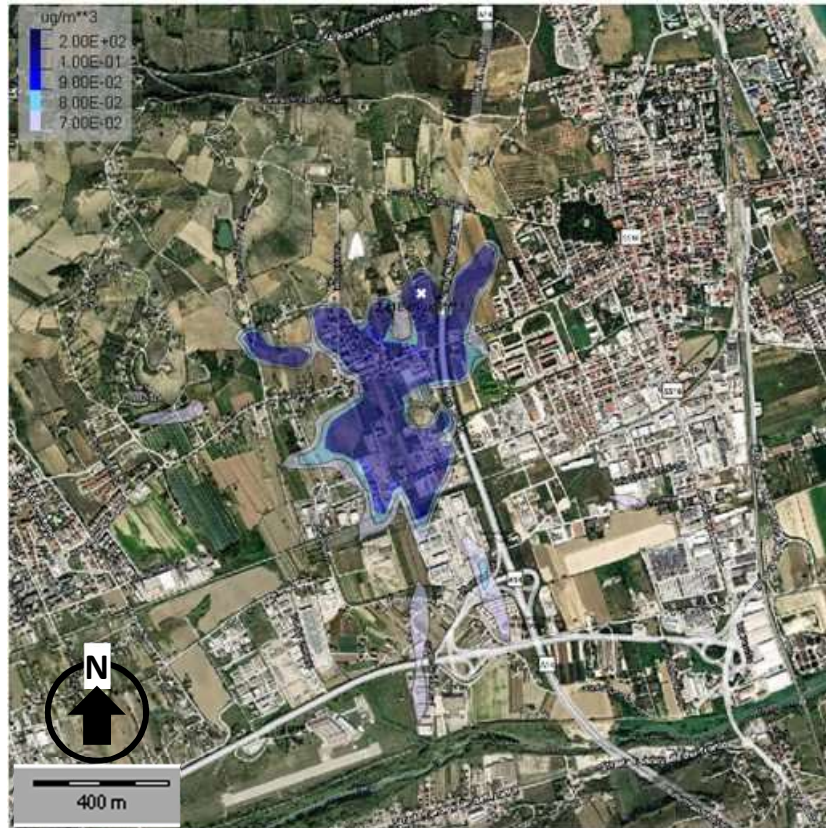


Figura 4-12 NO₂ - 99,8° Percentile della concentrazione media oraria

4.3.2 Monossido di carbonio

La seguente Tabella riporta le massime ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo sia spaziale che temporale (nell'arco dell'anno simulato) per il monossido di carbonio (CO).

Come si evince dalla Tabella, le concentrazioni massime giornaliere della media mobile sulle 8h simulate per il CO si attestano su valori di un ordine di grandezza inferiori al relativo SQA.

Tabella 4-10: CO, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA

Inquinante	Parametro	Concentrazione simulata [mg/m ³]	SQA D. Lgs 155/2010 [mg/m ³]
CO	Massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore	0.00004	10

Nella seguente figura si riporta la mappa delle ricadute prodotta per il massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore del CO, che mostra la variabilità spaziale delle concentrazioni simulate sull'intero dominio di calcolo. Si sottolinea che per ogni nodo della griglia di calcolo la mappa presenta la concentrazione nel breve termine (8 ore) più elevata simulata dal modello nell'arco dell'anno di simulazione.

La mappa delle ricadute mostra come le concentrazioni maggiori siano localizzate nelle immediate vicinanze dell'impianto.



Figura 4-13 CO – Massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore

4.3.3 Particolato PM₁₀

La seguente Tabella riporta le massime ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo sia spaziale che temporale (nell'arco dell'anno simulato) per il PM₁₀.

Nel confronto con i limiti normativi, le concentrazioni simulate di Polveri Totali Sospese (PTS) sono state considerate come PM₁₀; in realtà il PM₁₀ rappresenta solo una frazione delle PTS pertanto le concentrazioni simulate di PM₁₀ sono state sovrastimate.

In generale, le concentrazioni simulate per il PM₁₀ si attestano su valori di **quattro ordini di grandezza inferiori ai rispettivi SQA**.

Riguardo alle considerazioni sull'indicatore statistico del 90,4° percentile si rimanda al paragrafo 4.1.3.

Tabella 4-11: PM₁₀, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA

Inquinante	Parametro	Concentrazione simulata [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	SQA D. Lgs 155/2010 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
PM10	Concentrazione media anno	0.0001	40
	90,4° Percentile dalla concentrazione media giorno ^(1a)	0.00016	50 ^(1b)

(1a) Corrisponde al limite sulla concentrazione giornaliera per la protezione della salute umana, da non superarsi più di 35 volte per anno civile.

(1b) Limite sulla massima concentrazione giornaliera da non superare più di 35 volte per anno civile

Nelle seguenti figure si riportano le mappe delle ricadute prodotte per il PM₁₀, che mostrano la variabilità spaziale delle concentrazioni simulate sull'intero dominio di calcolo. Si sottolinea che per le concentrazioni a breve termine, per ogni nodo della griglia di calcolo la mappa presenta il giorno peggiore (concentrazione più elevata) simulata dal modello nell'arco dell'anno di simulazione.

Le mappe delle ricadute mostrano che i massimi valori della concentrazione media annuale di PM₁₀ è localizzato nelle immediate vicinanze dell'impianto e nelle aree a Nord di questo.



Figura 4-14 PM10 - Concentrazioni medie annue

Inoltre, si può notare come le massime concentrazioni medie giornaliere (90.4° percentile) si riscontrano ad una distanza di circa 100 m dal punto di emissione, in direzione Nord, ma non comportano nessun impatto né sulla popolazione né sulla vegetazione, con valori inferiori a $10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$.

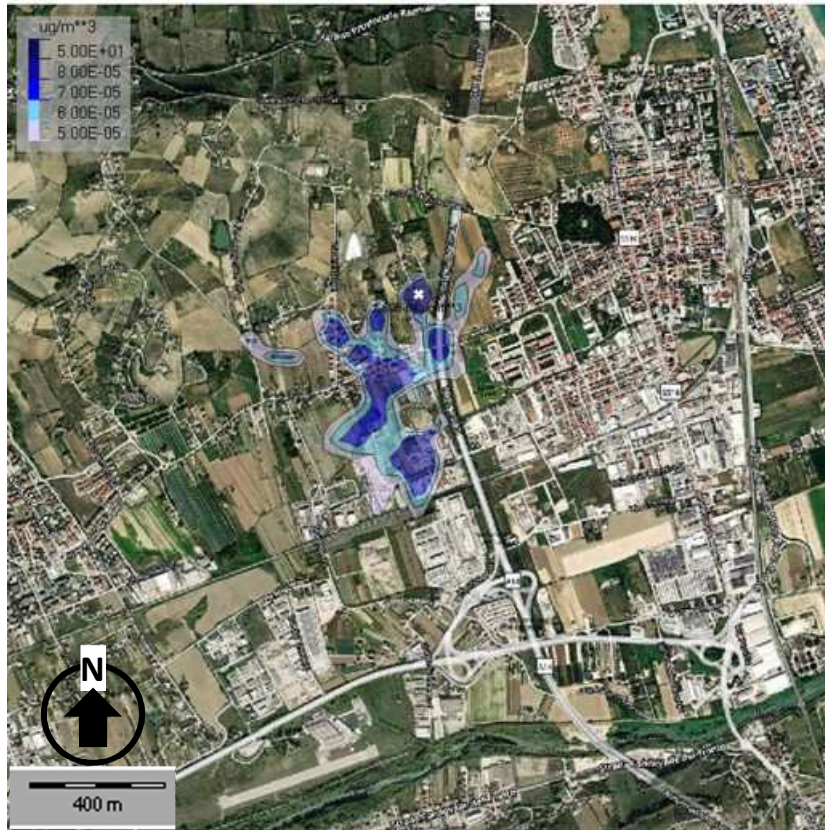


Figura 4-15 PM10 – 90,4° Percentile della concentrazione media giorno

4.3.4 Confronto con gli SQA

La seguente Tabella 3-12 riporta il confronto tra le concentrazioni monitorate e simulate presso i suddetti punti di monitoraggio, dove le concentrazioni simulate rappresentano il contributo medio dell'impianto nel suo normale esercizio.

Si mette in evidenza che il confronto proposto ha valutato sia le concentrazioni a lungo termine (annuali) sia a breve termini per le quali la somma del contributo monitorato e simulato fornisce una concentrazione cumulata confrontabile con il limite normativo.

Per le medie annuali il confronto proposto non evidenzia alcun contributo apprezzabile da parte dell'impianto sull'attuale stato di qualità dell'aria con percentuali di incremento rispetto allo stato attuale trascurabili.

Tabella 4-12 Confronto tra le concentrazioni misurate dalle centraline ARPA nel 2023 e il contributo massimo e medio dell'impianto in fase di esercizio.

Inquinanti	Periodo	Concentrazione misurata centraline ARPA 2023	Contributo progetto (conc. Max)	Contributo progetto (conc. Media)	Situazione post operam	Valori limite	Incremento percentuale
NO ₂	1 ora	84	2.80E-02	2.00E-03	84.00200	200 µg/m ³	0.00238%
	1 anno	25.06	6.90E-03	4.70E-04	25.06047	40 µg/m ³	0.00188%

CO	8 ore	0.3	4.00E-05	3.80E-06	0.30000	10 mg/m ³	0.00127%
PM10	1 giorno	34	1.60E-04	1.20E-05	34.00001	50 µg/m ³	0.00004%
	1 anno	22.18	1.00E-04	5.70E-06	22.18001	40 µg/m ³	0.00003%

4.4 FASE DI ESERCIZIO - SCARICO A TORCIA

Come riportato nel paragrafo 3.3.4, lo scenario emissivo in fase di esercizio, durante la manutenzione dell'unità 19, prevede i fumi di combustione della torcia alla quale sono convogliati gli effluenti gassosi dell'impianto.

4.4.1 Ossidi di azoto

Riguardo al confronto con i limiti normativi, valgono le stesse considerazioni riportate nel precedente paragrafo 4.1.1.

Nella tabella successiva sono state confrontate le concentrazioni maggiori di NO₂ nel dominio con gli SQA D. Lgs. 155/2010.

Tabella 4-13: CO, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA

Inquinante	Parametro	Concentrazione simulata [µg/m ³]	SQA D. Lgs 155/2010 [µg/m ³]
NO ₂	Concentrazione media annua	0.012	40
	Concentrazione media oraria	0.49	200

Nelle seguenti figure si riportano le mappe delle ricadute prodotte per NO₂, che mostrano la variabilità spaziale delle concentrazioni simulate sull'intero dominio di calcolo. Si sottolinea che per le concentrazioni a breve termine, per ogni nodo della griglia di calcolo la mappa presenta l'ora peggiore (concentrazione più elevata) simulata dal modello nell'arco dell'anno di simulazione.

Le mappe delle ricadute mostrano come le concentrazioni maggiori medie annue siano localizzate a Nord dell'impianto, a una distanza di circa 1.000 m in direzione Nord, con concentrazioni che si attentano su valori di 10⁻³ µg/m³.

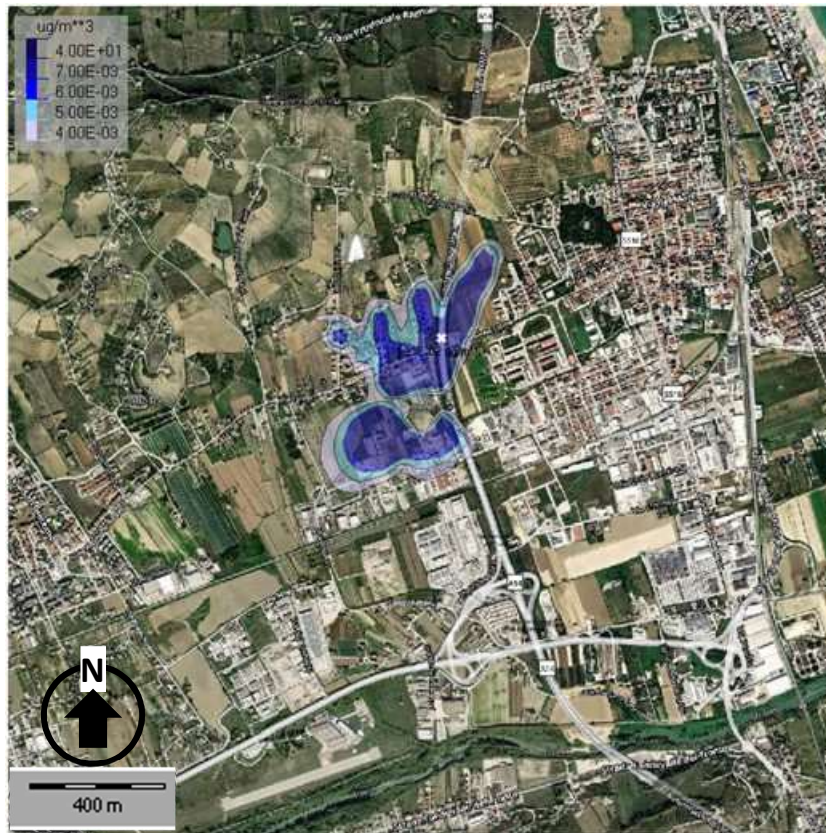


Figura 4-16 NO₂ - Concentrazioni medie annue

Per quanto riguarda la concentrazione media oraria, le mappe delle ricadute mostrano come le concentrazioni maggiori medie orarie siano localizzate nelle immediate vicinanze dell'impianto. Le concentrazioni nei pressi dei recettori abitativi non presentano superamenti.

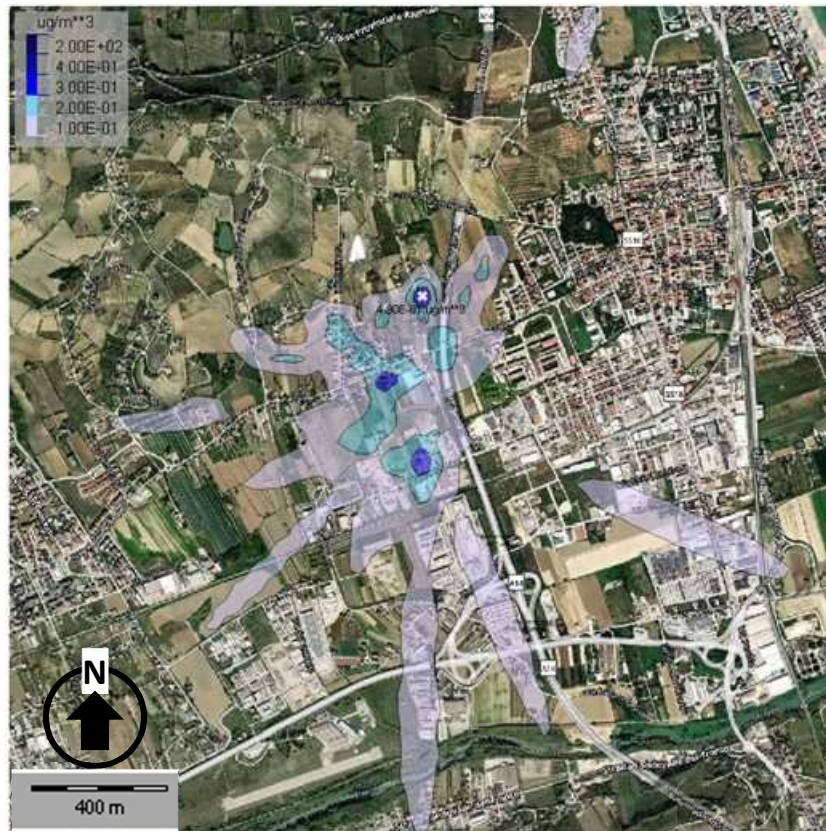


Figura 4-17 NO₂ - 99,8° Percentile della concentrazione media oraria

4.4.2 Monossido di carbonio

La seguente Tabella riporta le massime ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo sia spaziale che temporale (nell'arco dell'anno simulato) per il monossido di carbonio (CO).

Come si evince dalla Tabella, le concentrazioni massime giornaliere della media mobile sulle 8h simulate per il CO si attestano su valori di un ordine di grandezza inferiori al relativo SQA.

Tabella 4-14: CO, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA

Inquinante	Parametro	Concentrazione simulata [mg/m ³]	SQA D. Lgs 155/2010 [mg/m ³]
CO	Massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore	0.000239	10

Nella seguente figura si riporta la mappa delle ricadute prodotta per il massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore del CO, che mostra la variabilità spaziale delle concentrazioni simulate sull'intero dominio di calcolo. Si sottolinea che per ogni nodo della griglia di calcolo la mappa presenta la concentrazione nel breve termine (8 ore) più elevata simulata dal modello nell'arco dell'anno di simulazione.

La mappa delle ricadute mostra come le concentrazioni maggiori siano localizzate in direzione Nord dell'impianto.

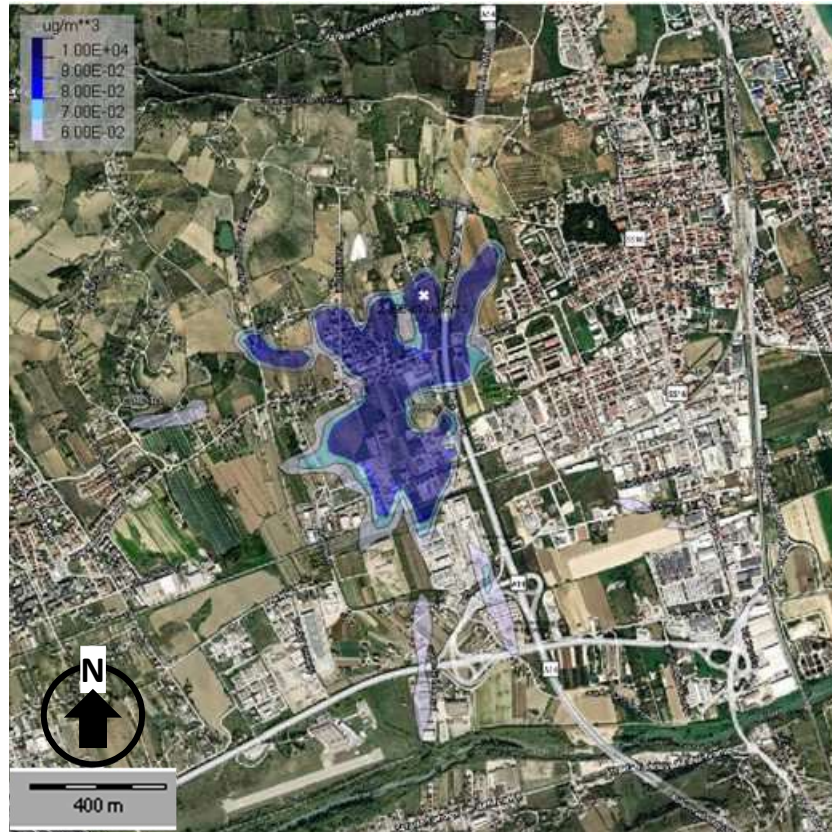


Figura 4-18 CO – Massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore

4.4.3 Particolato PM₁₀

La seguente Tabella riporta le massime ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo sia spaziale che temporale (nell'arco dell'anno simulato) per il PM₁₀.

Nel confronto con i limiti normativi, le concentrazioni simulate di Polveri Totali Sospese (PTS) sono state considerate come PM₁₀; in realtà il PM₁₀ rappresenta solo una frazione delle PTS pertanto le concentrazioni simulate di PM₁₀ sono state sovrastimate.

In generale, le concentrazioni simulate per il PM₁₀ si attestano su valori di **due ordini di grandezza inferiori ai rispettivi SQA**.

Riguardo alle considerazioni sull'indicatore statistico del 90,4° percentile si rimanda al paragrafo 4.1.3.

Tabella 4-15: PM₁₀, PM_{2.5}, Massime Ricadute al suolo simulate sul dominio di calcolo e confronto con gli SQA

Inquinante	Parametro	Concentrazione simulata [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	SQA D. Lgs 155/2010 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
PM10	Concentrazione media anno	0.69	40
	90,4° Percentile dalla concentrazione media giorno ^(1a)	1.07	50 ^(1b)

(1a) Corrisponde al limite sulla concentrazione giornaliera per la protezione della salute umana, da non superarsi più di 35 volte per anno civile.

(1b) Limite sulla massima concentrazione giornaliera da non superare più di 35 volte per anno civile

Nelle seguenti figure si riportano le mappe delle ricadute prodotte per il PM₁₀, che mostrano la variabilità spaziale delle concentrazioni simulate sull'intero dominio di calcolo. Si sottolinea che per le concentrazioni a breve termine, per ogni nodo della griglia di calcolo la mappa presenta il giorno peggiore (concentrazione più elevata) simulata dal modello nell'arco dell'anno di simulazione.

Le mappe delle ricadute mostrano che i massimi valori della concentrazione media annuale di PM₁₀ è localizzato nelle immediate vicinanze e a Nord dell'impianto.



Figura 4-19 PM10 - Concentrazioni medie annue

Inoltre, si può notare come le massime concentrazioni medie giornaliere (90.4° percentile) si riscontrano ad una distanza di circa 1.000 m dal punto di emissione, in direzione Nord, ma non comportano nessun impatto né sulla popolazione né sulla vegetazione.

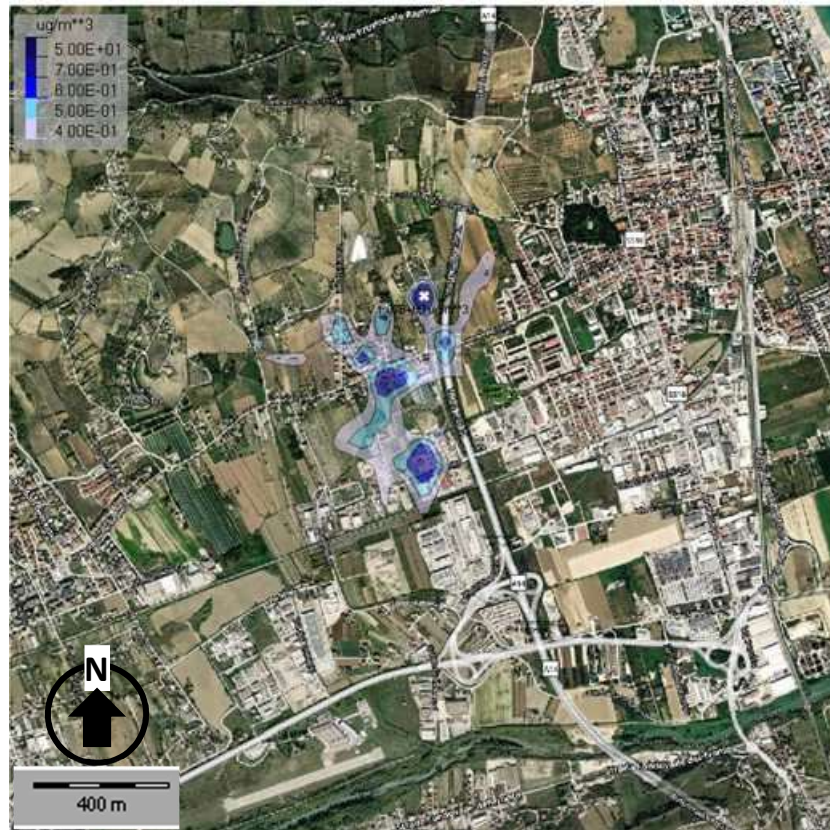


Figura 4-20 PM10 – 90,4° Percentile della concentrazione media giorno

4.4.4 Confronto con gli SQA

La seguente Tabella 3-16 riporta il confronto tra le concentrazioni monitorate e simulate presso i suddetti punti di monitoraggio, dove le concentrazioni simulate rappresentano il contributo medio dell'impianto nel suo normale esercizio.

Si mette in evidenza che il confronto proposto ha valutato sia le concentrazioni a lungo termine (annuali) sia a breve termini per le quali la somma del contributo monitorato e simulato fornisce una concentrazione cumulata confrontabile con il limite normativo.

Per le medie annuali il confronto proposto non evidenzia alcun contributo apprezzabile da parte dell'impianto sull'attuale stato di qualità dell'aria con percentuali di incremento rispetto allo stato attuale trascurabili.

Tabella 4-16 Confronto tra le concentrazioni misurate dalle centraline ARPA nel 2023 e il contributo massimo e medio dell'impianto in fase di manutenzione.

Inquinanti	Periodo	Concentrazione misurata centraline ARPA 2023	Contributo progetto (conc. Max)	Contributo progetto (conc. Media)	Situazione post operam	Valori limite	Incremento percentuale
NO ₂	1 ora	84	4.90E-01	4.00E-02	84.04	200 µg/m ³	0.05%
	1 anno	25.06	1.20E-02	8.30E-04	25.0608	40 µg/m ³	0.003%

Studio di dispersione degli inquinanti in atmosfera

CO	8 ore	0.3	2.39E-04	2.00E-05	0.30002	10 mg/m3	0.01%
PM10	1 giorno	34	1.07E+00	9.00E-02	34.09	50 µg/m3	0.26%
	1 anno	22.18	6.90E-01	4.70E-02	22.227	40 µg/m3	0.21%

5 CONCLUSIONI

In base alle simulazioni eseguite e descritte in questo studio ad hoc sulle dispersioni degli inquinanti in atmosfera, si può concludere che, l'analisi delle ricadute ai recettori sensibili per tutte le fasi previste dal progetto della Centrale Stoccaggio San Benedetto, ovvero per la preparazione dell'area di cantiere, per le perforazione dei pozzi, per l'esercizio della centrale così come per le condotte di trasporto gas e anche nel caso di "scarico a torcia" degli effluenti per manutenzione, ha evidenziato interferenze minime dell'impianto sui più prossimi ricettori abitativi/commerciali e sulla vegetazione/aree protette circostanti.

Inoltre, si sottolinea che le simulazioni di dispersione in atmosfera legate all'opera proposta, aggiornate con i dati meteorologici del 2023, dimostrano che il rischio di eventuali depositi di inquinanti sul sito la Riserva Naturale "Sentina" e con i siti Natura 2000: ZPS IT5340022 "Litorale di Porto d'Ascoli (La Sentina)", ZSC IT5340001 "Litorale di Porto d'Ascoli" e l'IBA 087 Sentina, a circa 1,75 km di distanza, è nullo.