

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 1 di 85	Rev. 0

Progetto:

AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE
Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar

STUDIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA
Emissioni dalle caldaie nuovo impianto HPRS 10
Emissioni cantiere nuovo impianto HPRS 10

0	Emissione	Vanzini	Urbellini	Luminari	14/01/2022
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 2 di 85	Rev. 0

INDICE

1	GENERALITÀ.....	4
1.1	Localizzazione dell'intervento.....	6
2	SCOPO	8
3	RIFERIMENTI NORMATIVI	9
4	DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ.....	11
4.1	Quadro sintetico delle attività svolte.....	11
4.2	Recettori	12
5	STATO ATTUALE	13
5.1	Caratterizzazione morfologica	13
5.2	Caratterizzazione meteorologica	14
5.3	Analisi dei dati meteo	17
5.4	Caratterizzazione della qualità dell'aria.....	40
6	DESCRIZIONE DEL MODELLO PREVISIONALE	44
6.1	Ipotesi modellistiche.....	49
6.2	Algoritmi di calcolo e valori di emissioni utilizzati per la valutazione delle caldaie.....	51
6.3	Algoritmi di calcolo e valori di emissioni utilizzati per la valutazione del cantiere.	57
6.3.1	Sollevamento di polveri prodotte durante la fase di scortico	61
6.3.2	Formazione e stoccaggio di cumuli di inerti.	62
6.3.3	Emissioni movimento dei mezzi su piste non asfaltate	64
6.3.4	Emissioni delle macchine operatrici	66
6.3.5	Emissioni veicolari dei mezzi stradali	66
6.3.6	Configurazione dei mezzi impiegati nei cantieri	67
6.3.7	Geometrie dell Sorgenti emissive considerate.....	68
6.3.8	Definizione quantitativa delle Sorgenti emissive considerate	69
7	RISULTATI RELATIVI ALLA SOSTITUZIONE DELLA CALDAIA.	71
7.1	Valutazione dello stato di fatto.....	72
7.2	Valutazione dello stato di progetto.....	76

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 3 di 85	Rev. 0

8	RISULTATI RELATIVI ALLE FASI CANTIERE.....	80
8.1.1	Concentrazione del biossido di azoto NO ₂	80
8.1.2	Concentrazione delle polveri PM ₁₀	82
9	CONCLUSIONI.....	84
10	BIBLIOGRAFIA	85

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 4 di 85	Rev. 0

1 GENERALITÀ

Snam Rete Gas S.p.A. opera sulla propria rete il servizio di trasporto del gas naturale, per conto degli utilizzatori del sistema, in un contesto regolamentato dalle direttive europee (da ultimo la Direttiva 2009/73/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 13 Luglio 2009 relativa a norme comuni per il mercato interno del gas naturale), dalla legislazione nazionale (Decreto Legislativo 164/00, legge n° 239/04 e relativo decreto applicativo del Ministero delle Attività Produttive del 28/4/2006) e dalle delibere dell’Autorità per l’energia elettrica, il gas e il sistema idrico.

Ai sensi di tali normative Snam Rete Gas S.p.A. è tenuta a dare l’accesso alla propria rete agli utenti che ne fanno richiesta; a tale scopo Snam Rete Gas S.p.A. provvede alle opere necessarie per connettere nuovi punti di consegna o di riconsegna del gas alla rete, o per potenziare la stessa nel caso le capacità di trasporto esistenti non siano sufficienti per soddisfare le richieste degli utenti.

Snam Rete Gas S.p.A. provvede inoltre a programmare e realizzare le opere necessarie per il potenziamento e l’ottimizzazione della rete di trasporto in funzione dei flussi di gas previsti all’interno della rete stessa nei vari scenari di prelievo ed immissione di gas, oltre che per il mantenimento dei metanodotti e degli impianti esistenti.

Il presente progetto dell’Area Impiantistica di Ravenna – Bassette (Nuovo impianto HPRS-10-IS 75/12 bar), ricade nell’ambito della più vasta opera denominata “Rifacimento Metanodotto Ravenna M. – Ravenna T. DN 650 (26”) – DP 75 bar e Opere Connesse” sottoposta a VIA Ministeriale e approvata con Parere nr. 3027 del 07/06/19. Tale opera, in luogo della presente proposta progettuale, prevedeva la realizzazione un impianto di riduzione della pressione IPRSF-5 24-12 bar (Intermediate Pressure Reduction System), con pressione massima di monte pari a 24 bar, da localizzare in adiacenza all’Area Impiantistica Ravenna-Bassette esistente.

A seguito di un riassetto della rete derivante da nuove esigenze di esercizio, si è ritenuto necessario sostituire l’impianto precedentemente in progetto con un impianto di tipo HPRS 10-IS (High Pressure Reduction System), la cui funzione è quella di ridurre la pressione di esercizio da 75 a 12 bar, più adatto a soddisfare le attuali necessità.

Va riferito inoltre che il nuovo impianto di riduzione della pressione sostituirà in ogni caso la Cabina di Riduzione n. 645/A esistente e l’annesso locale caldaie, il quale risulta al limite rispetto ai criteri di affidabilità e flessibilità richiesti nella gestione degli impianti.

Entrambi i progetti prevedono la realizzazione di un edificio tipo B4 per l’alloggiamento delle apparecchiature di strumentazione ma, a differenza dell’impianto progettato in precedenza, il nuovo impianto di riduzione della pressione HPRS 10-IS 75/12 bar, verrà dotato di un locale caldaie, funzionale al preriscaldamento del gas necessario all’abbassamento di pressione da 75 a 12 bar.

La realizzazione del nuovo impianto di riduzione della pressione HPRS 10-IS 75/12 bar dell’Area Impiantistica Ravenna-Bassette, in sostituzione dell’esistente, che sarà rimosso, permetterà di ripristinare un assetto di funzionamento in linea con gli standard di flessibilità e affidabilità richiesti, rendendolo altresì idoneo a fronteggiare, nel medio-lungo periodo, eventuali futuri sviluppi del mercato del gas locale.

Gli impianti di riduzione della pressione sono adibiti alla riduzione della pressione del gas naturale e, in generale, sono realizzati ove sono richiesti degli abbattimenti di pressione significativi tra la condotta principale di 1° specie (nel caso in esame con pressione di esercizio dell’ordine di 75 bar)

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 5 di 85	Rev. 0

e le condotte secondarie di distribuzione per le quali, come nel caso in esame, sono impiegate pressioni di esercizio di 12 bar.

Il gas di rete arriva ad una pressione elevata (75 bar) e, prima di essere trasportato, subisce una riduzione di pressione fino ad un valore ammissibile per la condotta di trasporto a valle dell'impianto. Prima della riduzione, il gas deve essere riscaldato mediante l'acqua calda prodotta dalle caldaie, per compensare il successivo abbassamento di temperatura conseguente alla sua espansione per riduzione della pressione.

Il presente studio ha come obiettivo la valutazione degli effetti sulla qualità dell'aria a seguito della sostituzione dell'esistente caldaia (con potenza termica nominale di 46600 kcal/h) con due caldaie che funzionano in modo alterno di potenza termica superiore alla precedente (87980 kcal/h).

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 6 di 85	Rev. 0

1.1 Localizzazione dell'intervento

La zona di intervento, ubicata nel Comune di Ravenna ricade nella Sezione n. 223113 della Cartografia Tecnica Regionale (CTR) dell'Emilia Romagna in scala 1:5.000.

Di seguito viene mostrata la localizzazione dell'opera su uno stralcio di Atlante Stradale (Figura 1-A), su immagine aerea Google Earth (Figura 1-B), e su stralcio di Cartografia CTR (Figura 1-C).

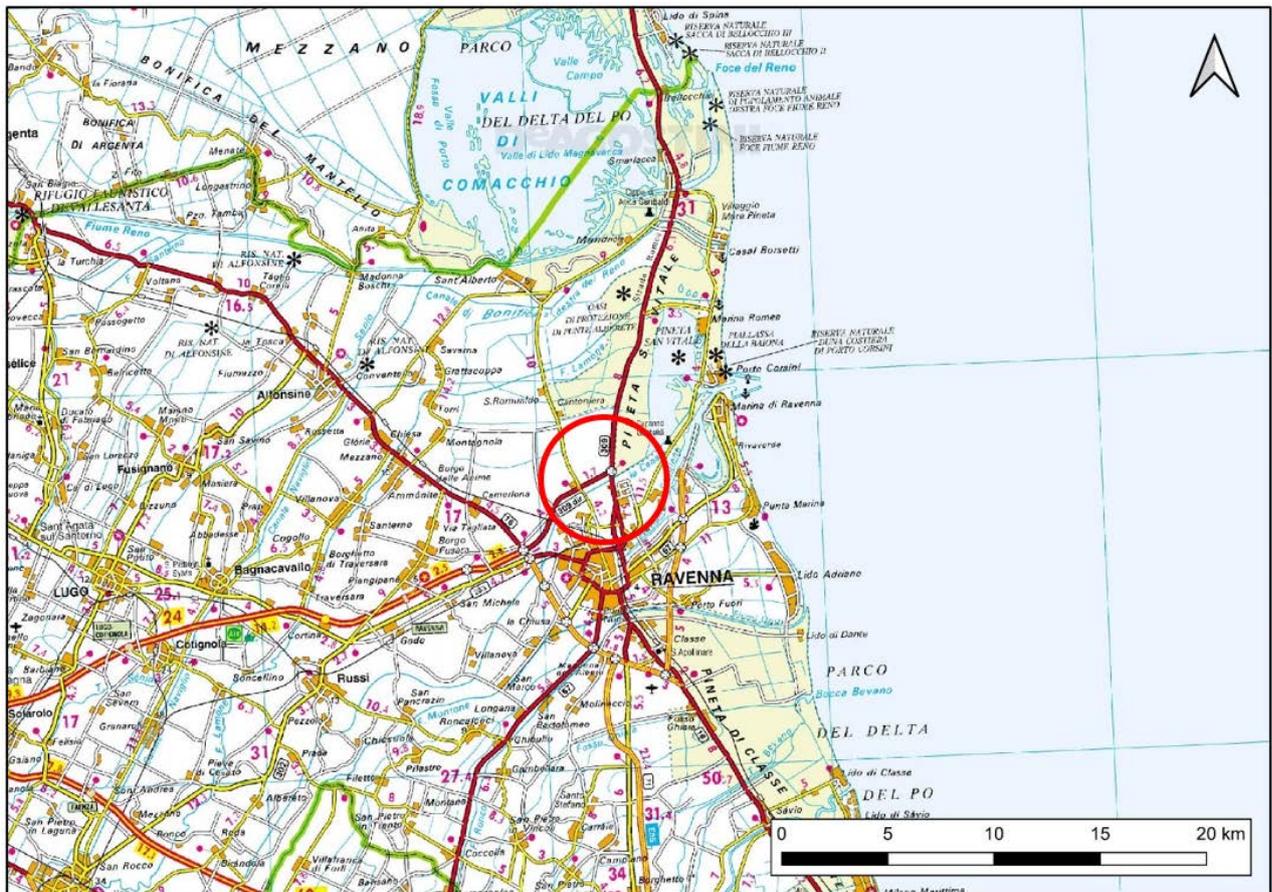


Figura 1-A - Stralcio Atlante e immagine aerea con localizzazione dell'area dell'intervento (cerchio rosso).

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 7 di 85	Rev. 0

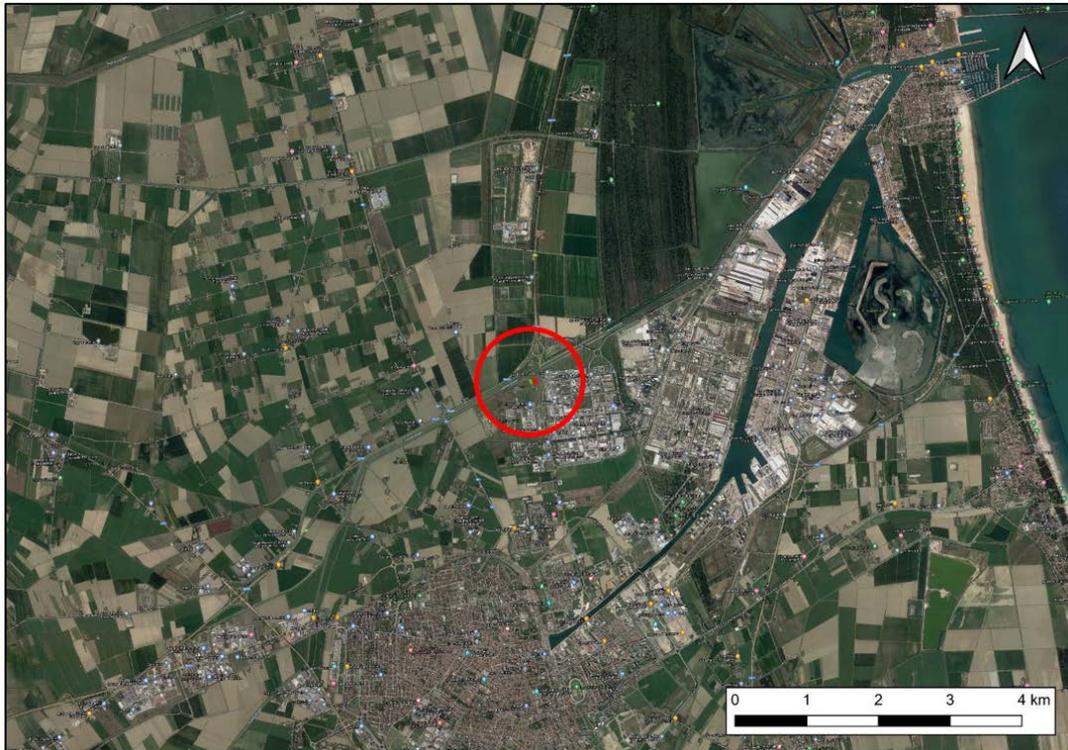


Figura 1-B – Immagine aerea con localizzazione dell'area dell'intervento
(cerchio rosso).

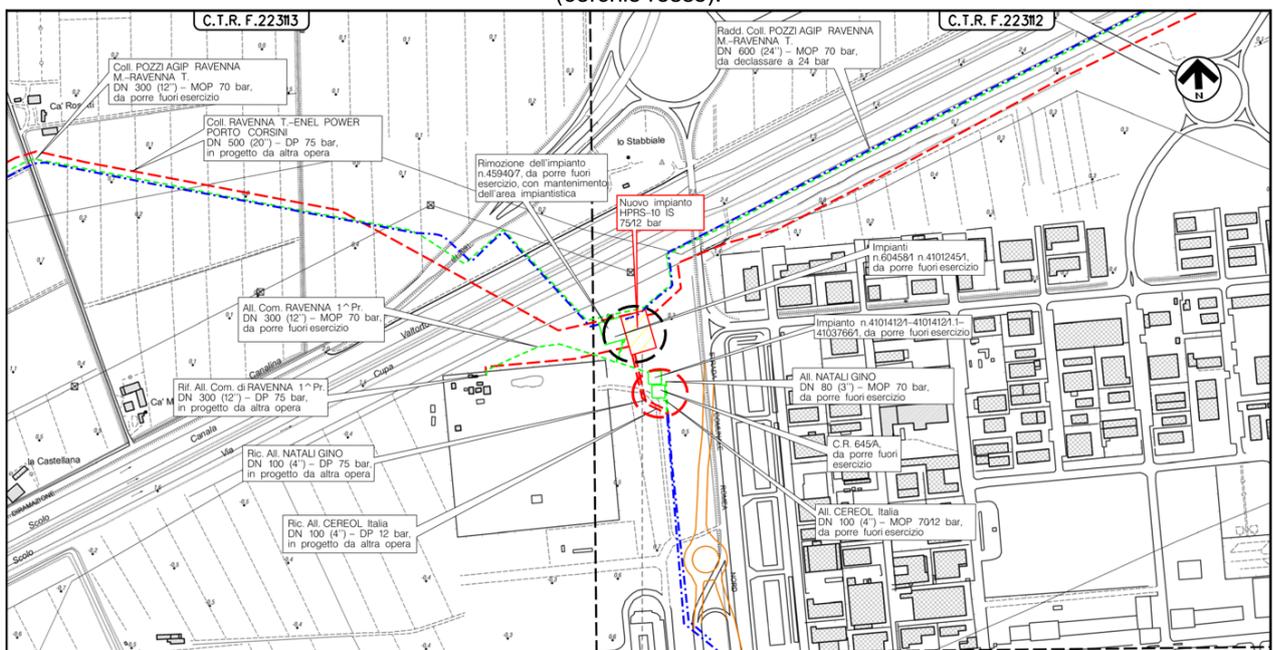


Figura 1-C – Immagine con localizzazione dell'area dell'intervento
(cerchio rosso dismissione dell'impianto 645/a; cerchio nero nuovo impianto HPRS-10; linee tratteggiate blu rete esistente; linee tratteggiate rosse metanodotti di progetto; linee tratteggiate verdi metanodotti da dismettere).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 8 di 85	Rev. 0

2 SCOPO

Lo scopo del presente studio è quello di valutare l'eventuale perturbazione della qualità dell'aria, dovuta alle emissioni in atmosfera generate dalla messa in esercizio delle opere (caldaie) e dalle fasi di cantiere necessarie alla realizzazione delle opere previste nonché dalle dismissioni degli impianti non più necessari. Gli interventi di maggiore impatto ai fini dello studio dei fenomeni di dispersione degli inquinanti consistono nella combustione del metano durante la produzione di energia termica e dalla conseguente espulsione dei fumi di combustione dai punti di emissioni convogliate (camini), mentre le fasi di cantiere essendo temporanee e limitate nel tempo sono meno impattanti.

Gli impatti derivanti sono stati valutati e confrontati con gli standard di qualità dell'aria vigenti attraverso delle metodologie elencate che verranno meglio descritte nei capitoli seguenti:

- Quantificazione delle emissioni rilasciate durante la marcia delle caldaie.
- Quantificazione delle emissioni rilasciate durante le fasi di cantiere.
- Caratterizzazione meteo-diffusiva dell'area oggetto delle operazioni di cantiere.
- Simulazione modellistica mediante modello CALPUFF delle concentrazioni medie orarie e medie giornaliere attese nell'area.
- Calcolo delle concentrazioni totali attese nell'area, sommando il contributo delle emissioni al livello di fondo misurato dalle centraline di qualità dell'aria attualmente presenti.
- Valutazione dei risultati in relazione ai limiti normativi vigenti.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 9 di 85	Rev. 0

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 PM_{2.5}), 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 dall' 1 Gennaio 2005, altri dall' 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 ₂	1 ora	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per l'anno civile (corrisponde al 99.726 perc.)	1 Gennaio 2005
	24 ore	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per l'anno civile (corrisponde al 99.178 perc.)	1 Gennaio 2005
NO ₂	1 ora	200 µg/m ³ NO ₂ da non superare più di 18 volte per l'anno civile (corrisponde al 99.794 perc.)	1 Gennaio 2010
	Anno civile	40 µg/m ³ NO ₂	1 Gennaio 2010
NO _x	Anno civile	30 µg/m ³ NO _x	-
PM ₁₀	24 ore	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per l'anno civile (corrisponde al 90.410 perc.)	1 Gennaio 2005
	Anno civile	40 µg/m ³	1 Gennaio 2005
PM _{2.5}	Anno civile	25 µg/m ³	1 Gennaio 2015
Pb	Anno civile	0,5 µg/m ³	1 Gennaio 2005
Benzene	Anno civile	5 µg/m ³	1 Gennaio 2010
CO	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	1 Gennaio 2005

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

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 10 di 85	Rev. 0

Si riportano, inoltre, i livelli critici per la protezione della vegetazione, definiti dallo stesso decreto, per SO_x e NO_x.

Inquinante	Livello di protezione	Periodo di mediazione	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
SO_x	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	Anno civile e Inverno (1 Ottobre – 31 Marzo)	20 µg/m ³	-
NO_x	Valore limite per la protezione della vegetazione	Anno civile	30 µg/m ³ NO _x	-

Tabella 3-B Livelli critici per la protezione della vegetazione (D. Lgs 155/2010).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 11 di 85	Rev. 0

4 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ

4.1 Quadro sintetico delle attività svolte

Per la caratterizzazione della dispersione degli inquinanti responsabili dell'impatto sulla qualità dell'aria per l'opera sono state valutate le emissioni sia dell'impianto esistente sia di quello che verrà attivato al suo posto.

L'entità delle emissioni varia con il carico termico richiesto dalla decompressione del gas immesso in rete, al fine del presente studio sono stati valutati il massimo scenario possibile con una caldaia al carico nominale sempre in funzione, mentre la seconda prevista come backup viene non considerata nel calcolo.

Come recettori sono stati considerati 6 punti, descritti in dettaglio nel paragrafo 4.2 localizzati in modo uniforme nelle diverse direzioni rispetto alle opere esistenti e previste.

Si precisa che sono stati considerati come recettori le seguenti tipologie:

- Edifici prevalentemente residenziali.
- Aree naturali protette (Rete Natura 2000 e Parchi).
- Edifici di culto.
- Attività commerciali.

Successivamente si è proceduto nella valutazione previsionale della dispersione degli inquinanti (CO e NO_x) determinata da ciascuna sorgente emissiva sia esistente che da progetto nel caso della valutazione delle nuove caldaie, mentre per la valutazione del cantiere sono stati valutati la dispersione di NO_x e PM₁₀.

In conclusione sono stati confrontati i risultati delle simulazioni con i limiti normativi vigenti.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 12 di 85	Rev. 0

4.2 Recettori

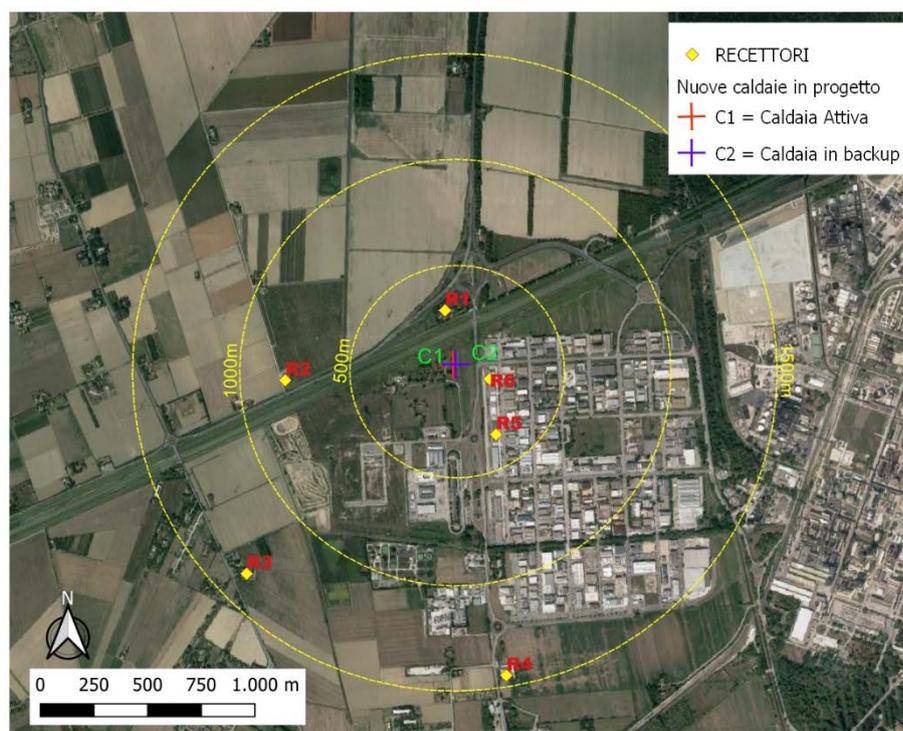
Ai fini delle simulazioni modellistiche di dispersione degli inquinanti in atmosfera, sono considerati come ricettori sensibili gli “elementi” antropici e naturali collocati in punti che si trovano nelle immediate vicinanze dell’area degli impianti allo scopo di valutare se si verificano superamenti delle soglie di concentrazione dei vari inquinanti considerati.

Sono stati individuati, sulla base della cartografia aerofotogrammetrica, i recettori che rispondessero ai requisiti di vicinanza all’impianto esistente e all’area destinata alla nuova realizzazione. In Tabella 4-A si elencano i recettori individuati.

Sigla recettore	WGS 84/UTM Z33N		Tipo recettore	Distanza dall’area progetto
	X	Y		
R1	277839	4926293	Civile abitazione	250 m
R2	277094	4925965	Civile abitazione	800 m
R3	276914	4925056	Civile abitazione	1400 m
R4	278124	4924578	Civile abitazione/ Struttura recettiva	1500 m
R5	278076	4925710	Negozi e centro commerciale	380 m
R6	278046	4925970	Negozi e centro commerciale	180 m

Tabella 4-A Recettori selezionati.

Nella successiva immagine si riportano la posizione dei recettori rispetto all’impianto.



	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 13 di 85	Rev. 0

Figura 4-A Localizzazione dei recettori individuati.

5 STATO ATTUALE

L'area di cui si propone l'ampliamento è compresa nel territorio comunale di Ravenna nella zona Bassette.

Al fine del presente studio sono stati considerati i seguenti aspetti:

- Caratterizzare morfologicamente l'area attraverso l'estrazione delle isolinee a passo di 10 m e 100 m in tutta l'area di simulazione.
- Caratterizzazione della dinamica meteorologica per valutare gli aspetti di dispersione degli inquinanti.
- Caratterizzazione dello stato della qualità dell'aria della zona oggetto della valutazione, allo scopo sono stati impiegati i dati relativi alla rete ARPA Emilia Romagna.

5.1 Caratterizzazione morfologica

L'area in oggetto del progetto è caratterizzata da un'orografia pianeggiante con elevazioni prossime al livello del mare.

Nelle prossime immagini si ripropone il modello digitale del terreno relativamente all'area per le successive elaborazioni meteorologiche (dominio esteso Calmet).

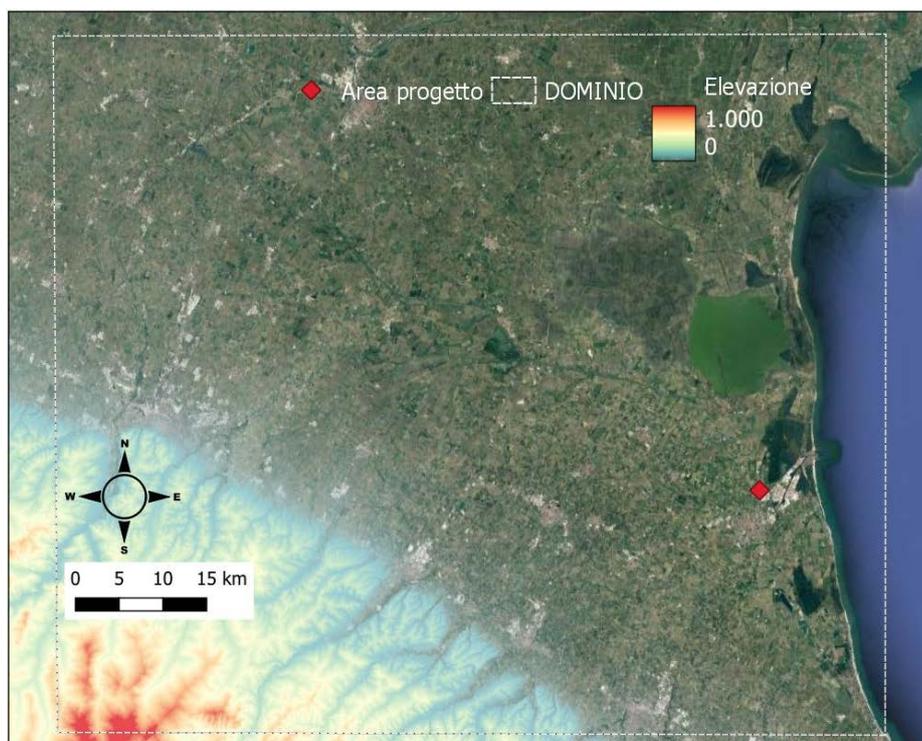


Figura 5-A: Rappresentazione del modello digitale del terreno del dominio meteorologico.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 14 di 85	Rev. 0

5.2 Caratterizzazione meteorologica

Come noto, la dispersione degli inquinanti in atmosfera è fortemente dipendente dalle condizioni meteorologiche presenti nell'area in esame.

Un ruolo particolarmente significativo è esercitato dalla dinamica meteorologica i cui effetti sulla dispersione possono essere sommariamente distinti in:

- trasporto, ad opera del campo di vento medio;
- diluizione, essenzialmente prodotta dalla turbolenza atmosferica che caratterizza lo strato limite atmosferico (PBL).

Prima di effettuare le simulazioni di dispersione, occorre ricostruire, nel modo più dettagliato possibile, i campi tridimensionali delle principali grandezze meteorologiche attraverso l'impiego di input meteorologici campionati in situ dei quali verrà fatta una preliminare analisi allo scopo di individuare i fenomeni meteorologici più significativi, quali:

- le calme di vento per il loro limitato potere di diluizione orizzontale degli inquinanti;
- le condizioni di stabilità atmosferica che inibiscono il rimescolamento verticale degli inquinanti;
- le condizioni di circolazione a larga scala (vento sinottico).

I dati utilizzati per lo studio sono i seguenti:

- le caratteristiche meteoroclimatiche e meteodiffusive dell'area, utilizzate per lo studio modellistico di dispersione degli inquinanti, si riferiscono all'intero anno 2020.
- I dati elaborati contengono le informazioni delle condizioni meteodiffusive (campo di moto tridimensionale, temperatura e parametri della turbolenza atmosferica).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 15 di 85	Rev. 0

In particolare i dataset dei dati meteo superficiali utilizzati sono indicati nella tabella seguente:

ID	ID staz	Rete stazione	X cord. (Km)	Y cord. (Km)	UTM	Altezza anemometro (m)
1	5190 ^{NOTA 1}	ARPAE	257.635	4916.372	33	10
2	5200 ^{NOTA 2}	ARPAE	277.084	4921.781	33	10
3	161380	SYNOP	232.593	4969.967	33	10
4	161400	SYNOP	205.156	4937.998	33	10
5	161460	SYNOP	285.170	4925.401	33	10
6	161480	SYNOP	284.902	4900.278	33	10

Tabella 5-A Dataset utilizzati per i dati superficiali vedi posizione in Figura 5-B.

Nota 1: Stazione ARPA EMR Granarolo Faentina.

Nota 2: stazione ARPA EMR Ravenna Urbana.

Mentre il dataset dei dati meteo profilometrici utilizzato è:

ID	ID staz	Rete stazione	X cord. (Km)	Y cord. (Km)	UTM
1	16144 ^{NOTA 3}	NOAA	231.985	4949.630	33

Tabella 5-B: Dataset utilizzati per i dati profilometrici vedi posizione in Figura 5-B.

Nota 3: Stazione San Pietro Capofiume.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 16 di 85	Rev. 0

Infine i dataset dei dati meteo superficiali relativi alla precipitazione atmosferiche sono:

ID	ID staz	Rete stazione	X cord. (Km)	Y cord. (Km)	UTM
1	5190	ARPAE	257.635	4916.372	33
2	5200	ARPAE	277.084	4921.781	33
3	161460	SYNOP	285.170	4925.401	33
4	161480	SYNOP	284.902	4900.278	33

Tabella 5-C Dataset utilizzati per i dati di precipitazione atmosferica vedi posizione in Figura 5 B.

I dataset meteo utilizzati, contengono le informazioni orarie di tipo standard sulle condizioni meteo-diffusive dell'atmosfera rappresentative dell'area di studio.

I parametri meteorologici considerati nella valutazione e forniti in input al modello sono:

- Temperatura (K).
- Direzione del vento (misurata in gradi, contando in senso orario a partire da Nord).
- Velocità del vento (m/s).
- Altezza della base dello strato nuvoloso (centinaia di piedi).
- Copertura del cielo (in decimi).
- Pressione atmosferica.
- Precipitazione atmosferica.
- Profilazione verticale dei principali parametri meteo (ogni 12 ore).

I dati sono stati elaborati al fine di produrre i file necessari per eseguire l'elaborazione dei campi meteo tridimensionali prodotti con l'utilizzo di CALMET:

- Dati profilometrico (file.up).
- Dati superficiali (file.surf).
- Dati di precipitazioni (file.prec).
- File orografico e uso del suolo (file.geo), quest'ultimo contiene:
 - Orografia.
 - Uso suolo.
 - Rugosità superficiale.
 - Albedo.
 - Rapporto di Bowen.
 - Flusso di calore del suolo.
 - Flusso di calore antropico.
 - Indice di superficie fogliare.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 17 di 85	Rev. 0

Il dominio meteorologico comprende un'area di notevole estensione necessaria per abbracciare i diversi dataset meteorologici necessari ad una elaborazione accurata dei dati.

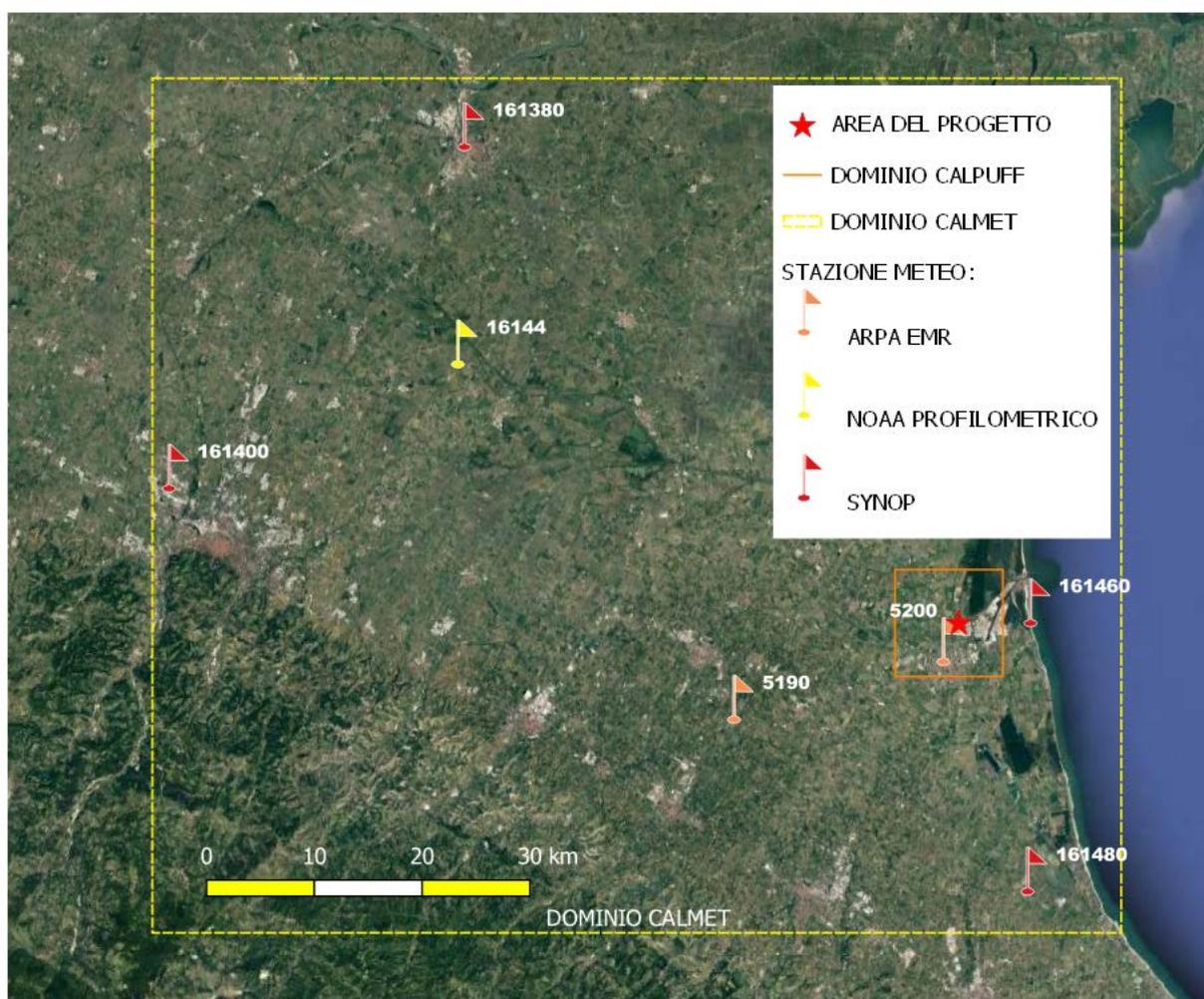


Figura 5-B Estensione del dominio di calcolo.

5.3 Analisi dei dati meteo

L'area in esame si colloca in un territorio la cui climatologia presenta un certo grado di complessità: la vicinanza al mare può perturbare il campo di vento e delle altre grandezze meteorologiche rilevanti nella dispersione degli inquinanti.

Una conferma di ciò è stata data dall'analisi dei dati meteo che hanno messo in evidenza come, anche a distanza di pochi chilometri, le condizioni tipiche di intensità e direzione del vento possono variare. Per tale ragione si ritiene che, per lo studio della dispersione degli inquinanti in questo territorio, il modo più rigoroso di operare sia quello di far ricorso a sistemi modellistici meteorologici e di qualità dell'aria appositamente progettati per condizioni geografiche complesse quale quello impiegato in questo studio e che verrà descritto nel capitolo successivo.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 18 di 85	Rev. 0

Nelle successive tabelle sono riportati i valori media annuali delle stazioni meteo considerate.

Parametro	Valore medio orario anno 2020	Massimo orario anno 2020	Minimo orario anno 2020
Velocità del vento (m/s)	2,0	12,3	-
Umidità (% sat)	74	100	12
Temperatura (°C)	14,1	36,6	-5,0
Pressione (hPa)	1015	1042	982

Tabella 5-D Valori media stazione ARPAE 5190.

Parametro	Valore medio orario anno 2020	Massimo orario anno 2020	Minimo orario anno 2020
Velocità del vento (m/s)	2,0	9,2	-
Umidità (% sat)	65	99	13
Temperatura (°C)	16,0	34,5	-1,6
Pressione (hPa)	1014	1041	982

Tabella 5-E Valori media stazione ARPAE 5200.

Parametro	Valore medio orario anno 2020	Massimo orario anno 2020	Minimo orario anno 2020
Velocità del vento (m/s)	0,8	8,8	-
Umidità (% sat)	72	100	19
Temperatura (°C)	15,1	36	-4,0
Pressione (hPa)	1015	1042	983

Tabella 5-F Valori media stazione SYNOP 161380.

Parametro	Valore medio orario anno 2020	Massimo orario anno 2020	Minimo orario anno 2020
Velocità del vento (m/s)	2,6	13,4	-
Umidità (% sat)	70	100	13
Temperatura (°C)	14,9	37	-3,7
Pressione (hPa)	1012	1040	980

Tabella 5-G Valori media stazione SYNOP 161400.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 19 di 85	Rev. 0

Parametro	Valore medio orario anno 2020	Massimo orario anno 2020	Minimo orario anno 2020
Velocità del vento (m/s)	2,9	13,4	-
Umidità (% sat)	74	100	19
Temperatura (°C)	15,2	35	-2,0
Pressione (hPa)	1016	1043	984

Tabella 5-H Valori media stazione SYNOP 161460.

Parametro	Valore medio orario anno 2020	Massimo orario anno 2020	Minimo orario anno 2020
Velocità del vento (m/s)	3,0	17,0	-
Umidità (% sat)	77	100	19
Temperatura (°C)	14,3	34	-4,0
Pressione (hPa)	1016	1042	984

Tabella 5-I Valori media stazione SYNOP 161480.

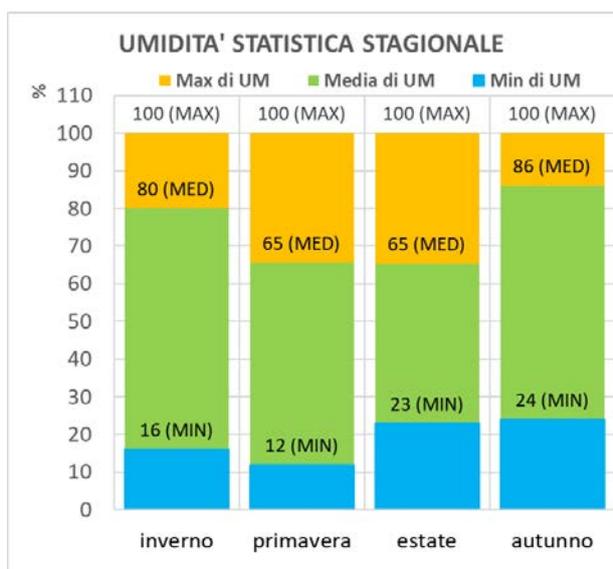
	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 20 di 85	Rev. 0

5.3.1 Analisi dei dati temperatura e umidità relativa

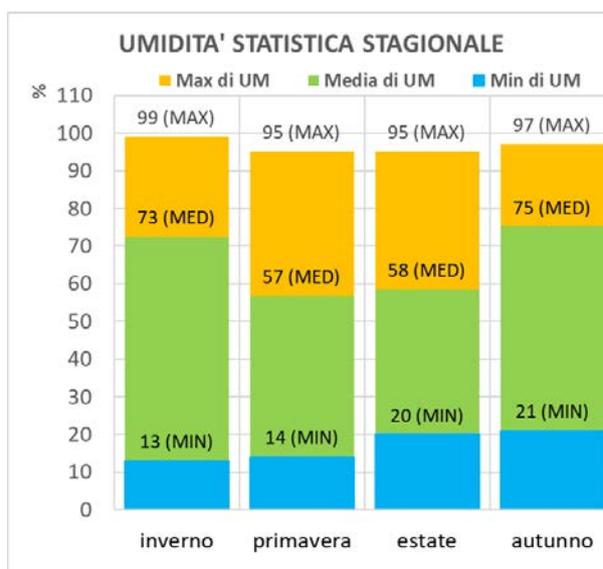
I dati di temperatura e umidità relativa costituiscono dati di input di cui necessitano i modelli numerici impiegati in questo studio. Ad esempio, i dati di temperatura al suolo ed in quota concorrono alla stima della stabilità atmosferica, estremamente importante per la diffusione degli inquinanti.

I dati di umidità relativa risultano meno importanti in termini strettamente modellistici, tuttavia essi forniscono un utile strumento di validazione dei dati di temperatura. Come noto infatti l'umidità relativa rappresenta il grado di saturazione del vapore acqueo in atmosfera ad una data temperatura, pertanto, le due grandezze debbono necessariamente presentare una relazione di anticorrelazione. Riportiamo gli andamenti stagionali dell'umidità delle stazioni considerate.

Stazione ARPAE 5190. Anno 2020

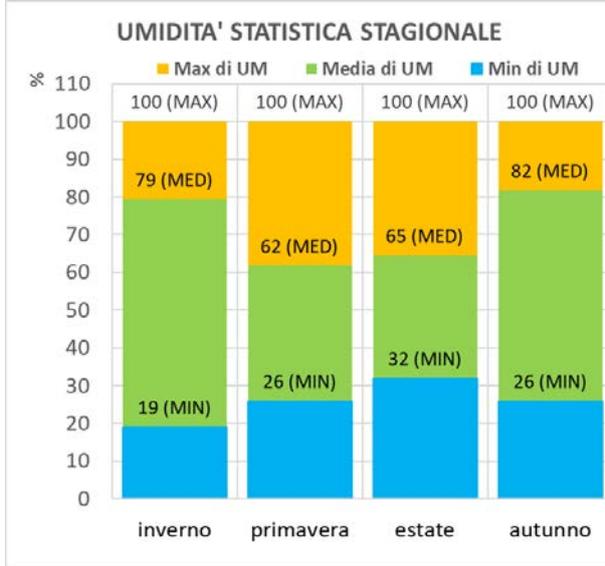


Stazione ARPAE 5200. Anno 2020

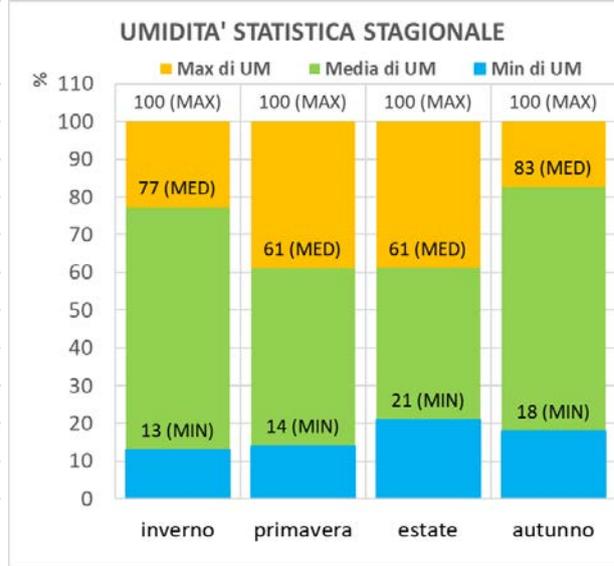


	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 21 di 85	Rev. 0

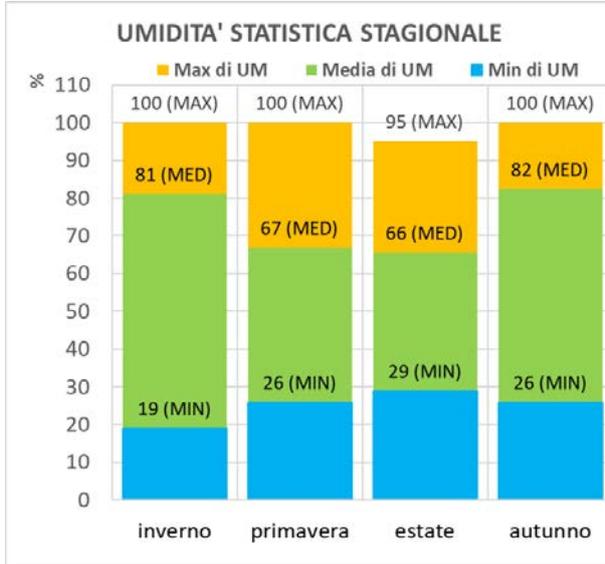
Stazione SYNOP 161380. Anno 2020



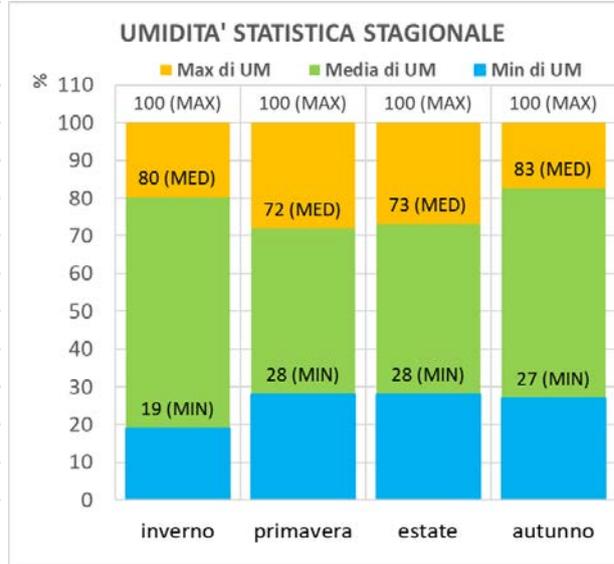
Stazione SYNOP 161400. Anno 2020



Stazione SYNOP161460. Anno 2020



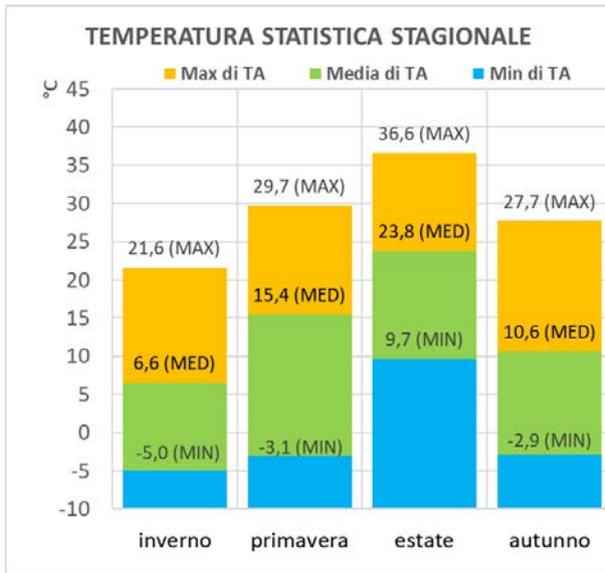
Stazione SYNOP 161480. Anno 2020



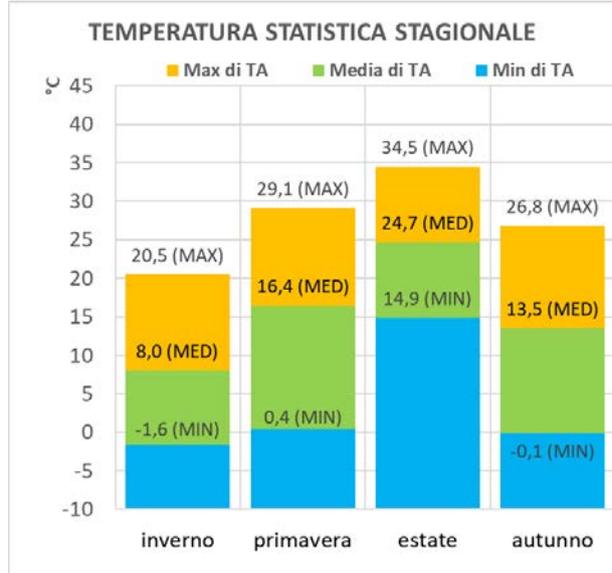
	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 22 di 85	Rev. 0

Riportiamo gli andamenti stagionali della temperatura delle stazioni utilizzate.

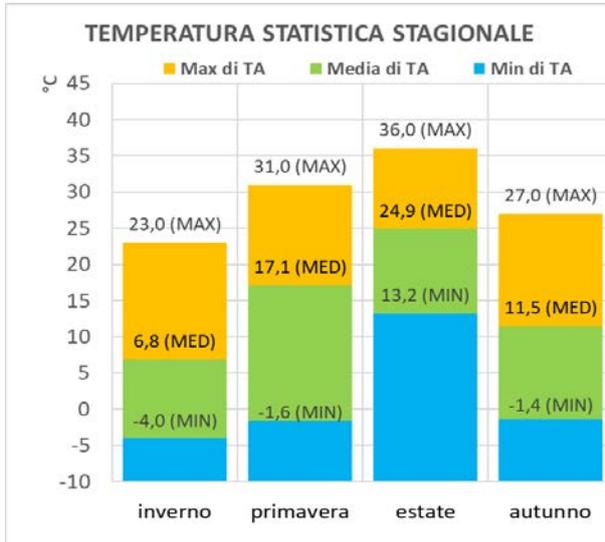
Stazione ARPAE 5190. Anno 2020



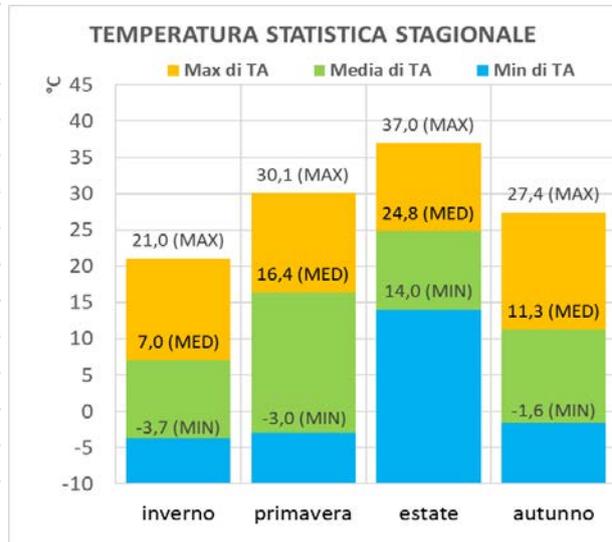
Stazione ARPAE 5200. Anno 2020



Stazione SYNOP 161380. Anno 2020

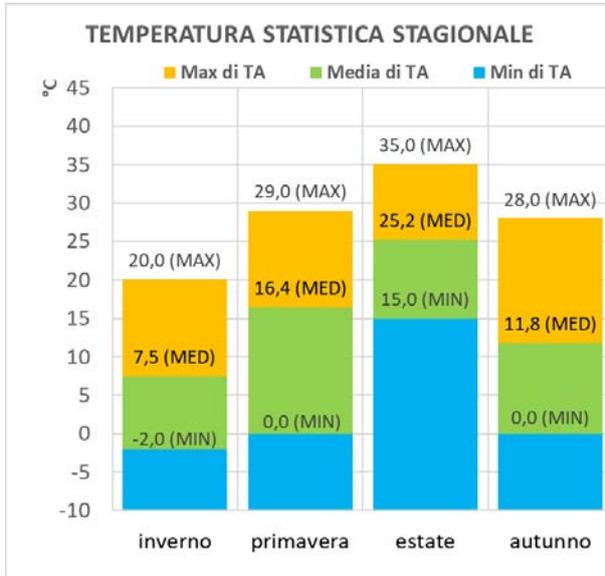


Stazione SYNOP 161400. Anno 2020

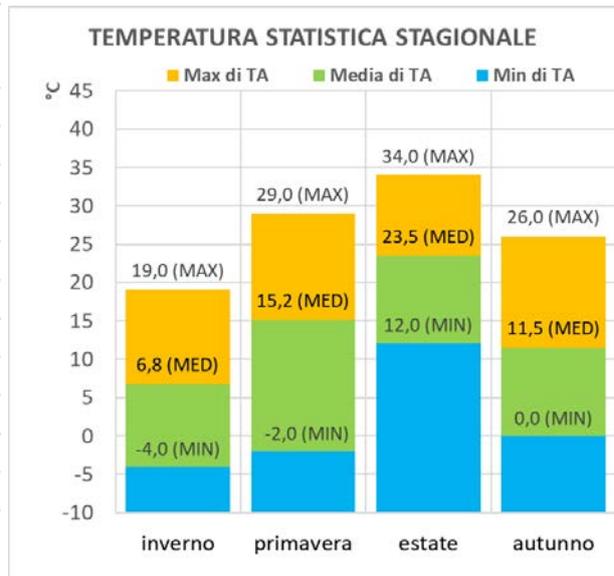


	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 23 di 85	Rev. 0

Stazione SYNOP161460. Anno 2020



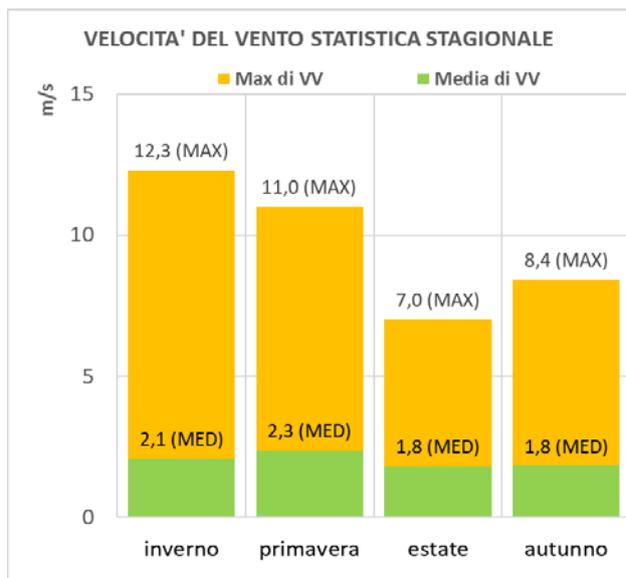
Stazione SYNOP 161480. Anno 2020



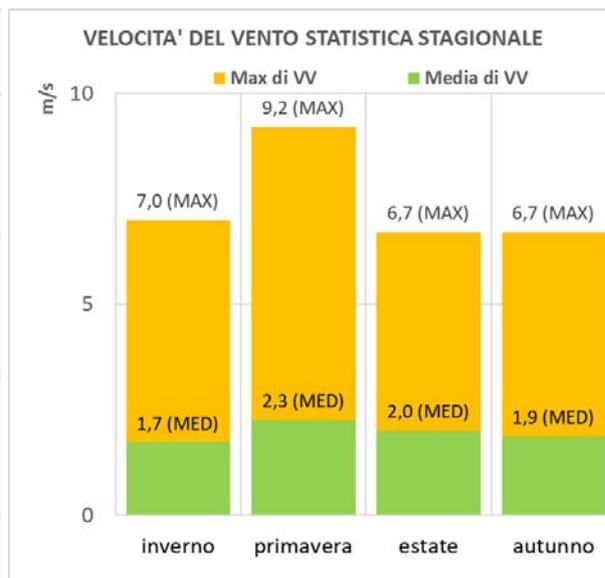
	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 24 di 85	Rev. 0

5.3.2 Andamenti stagionali della velocità del vento delle stazioni considerate

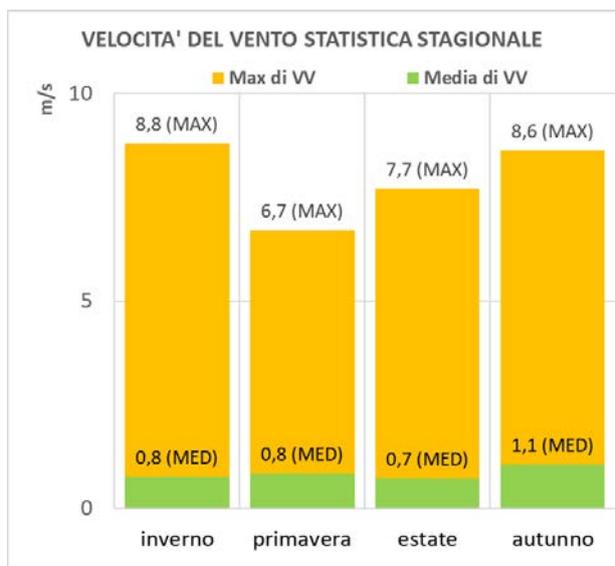
Stazione ARPAE 5190. Anno 2020



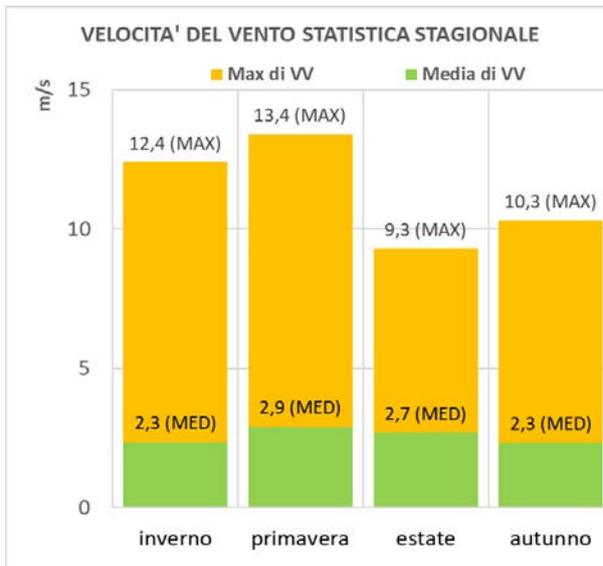
Stazione ARPAE 5200. Anno 2020



Stazione SYNOP 161380. Anno 2020

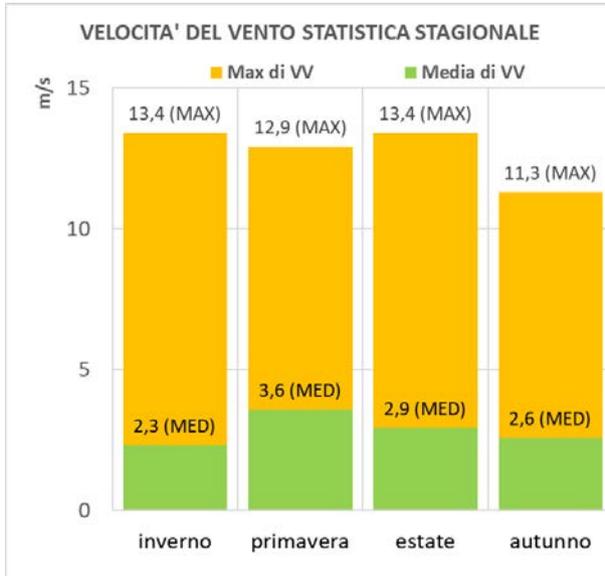


Stazione SYNOP 161400. Anno 2020

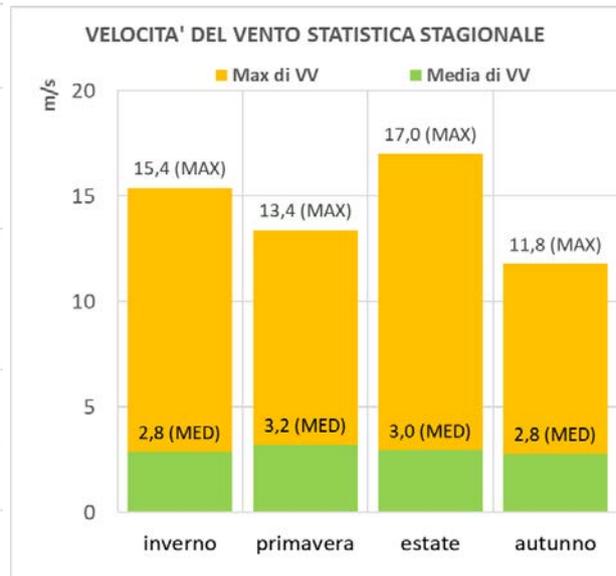


	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 25 di 85	Rev. 0

Stazione SYNOP161460. Anno 2020



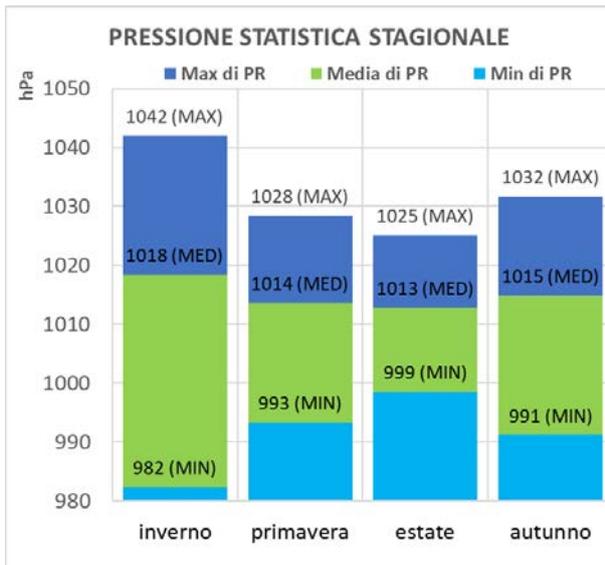
Stazione SYNOP 161480. Anno 2020



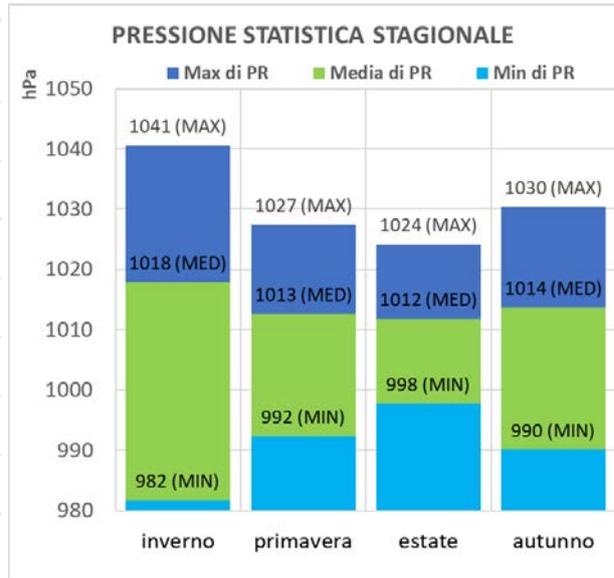
	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 26 di 85	Rev. 0

5.3.3 Riportiamo gli andamenti stagionali della pressione delle stazioni considerate

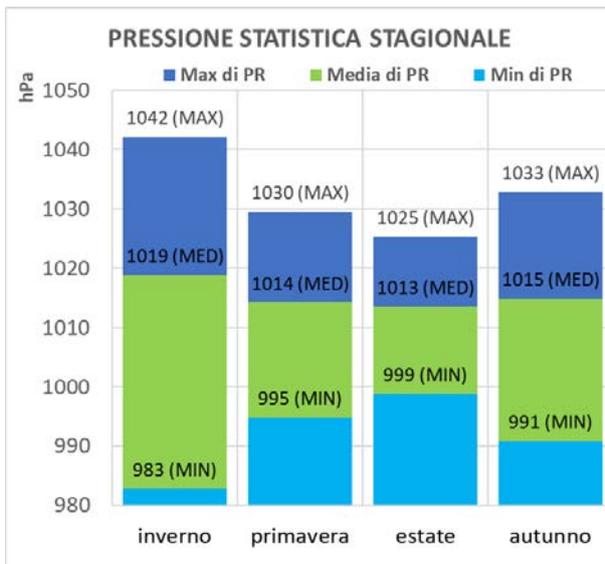
Stazione ARPAE 5190. Anno 2020



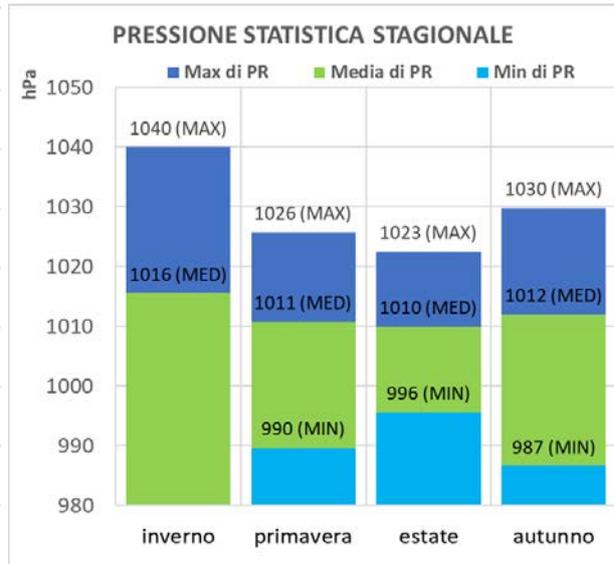
Stazione ARPAE 5200. Anno 2020



Stazione SYNOP 161380. Anno 2020

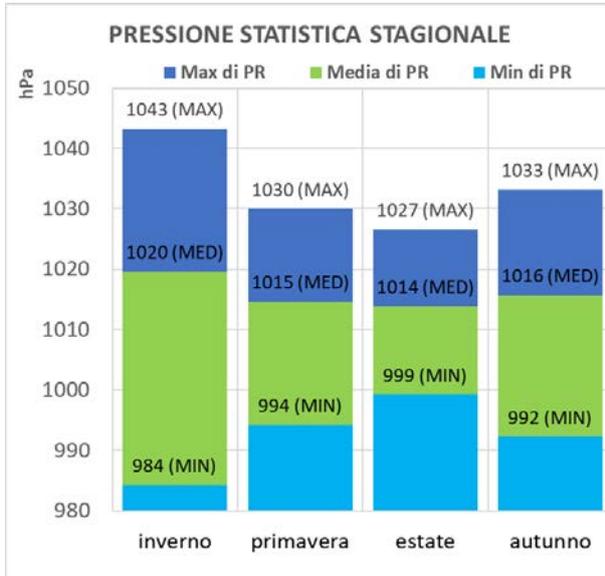


Stazione SYNOP 161400. Anno 2020

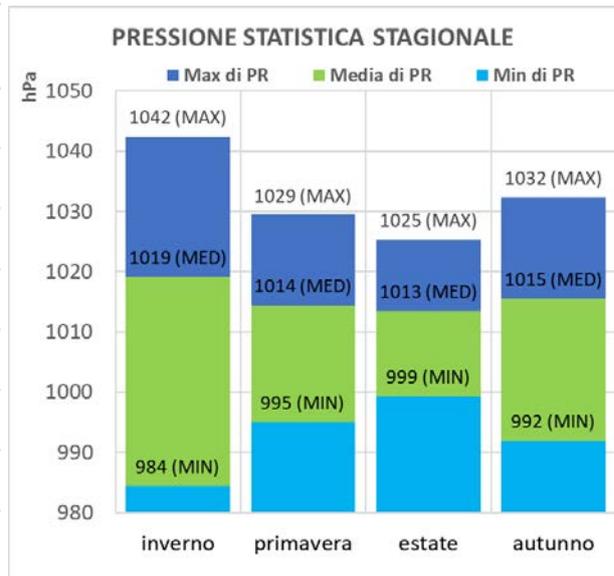


	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 27 di 85	Rev. 0

Stazione SYNOP161460. Anno 2020



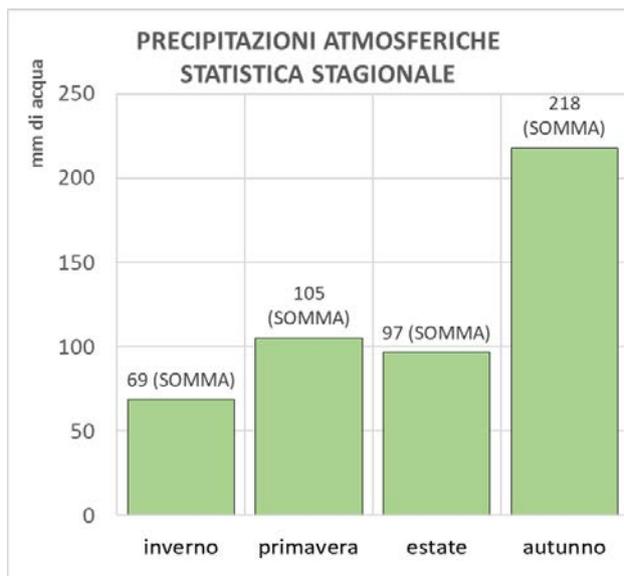
Stazione SYNOP 161480. Anno 2020



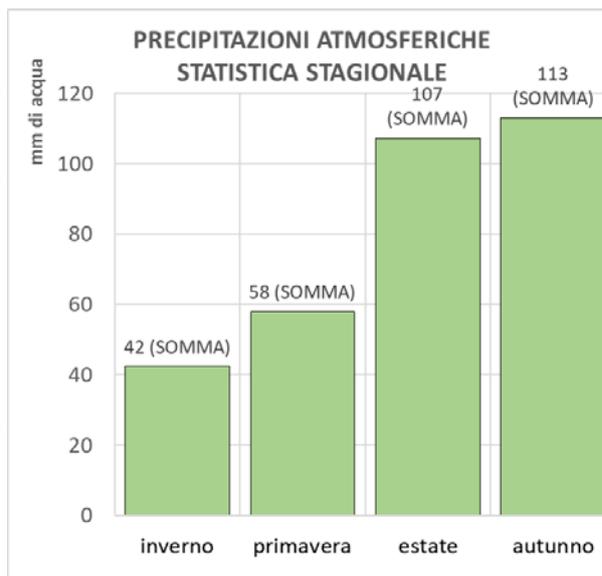
	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 28 di 85	Rev. 0

5.3.4 Analisi dei dati di precipitazioni atmosferiche

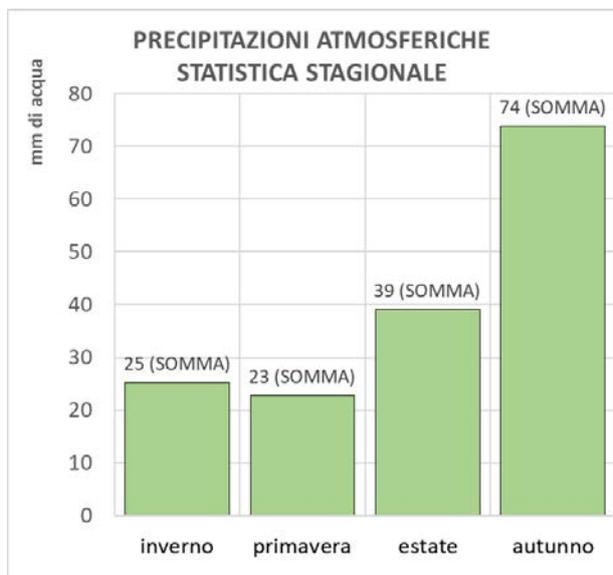
Stazione ARPAE 5190. Anno 2020



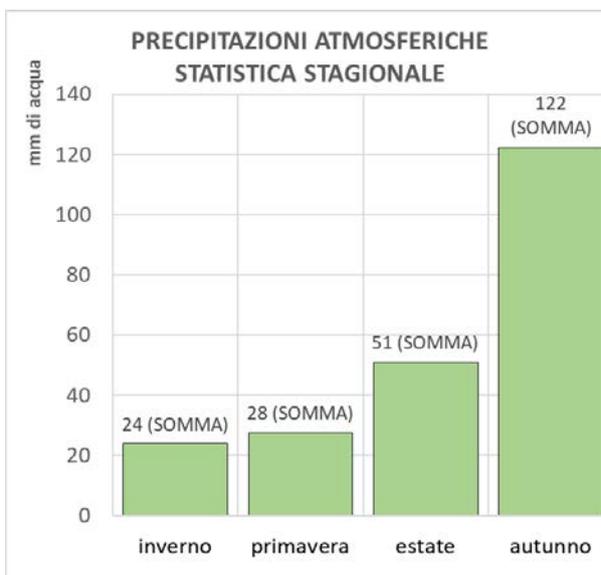
Stazione ARPAE 5200. Anno 2020



Stazione SYNOP161460. Anno 2020



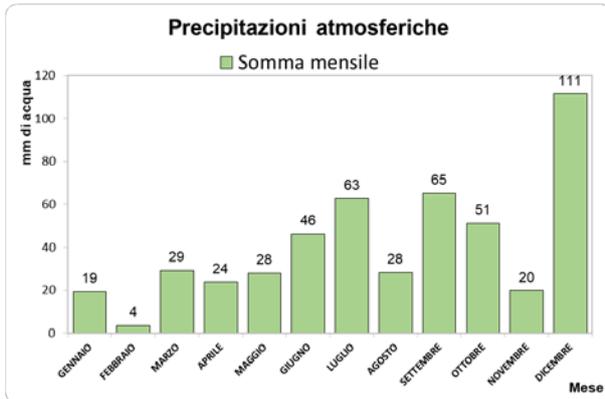
Stazione SYNOP 161480. Anno 2020



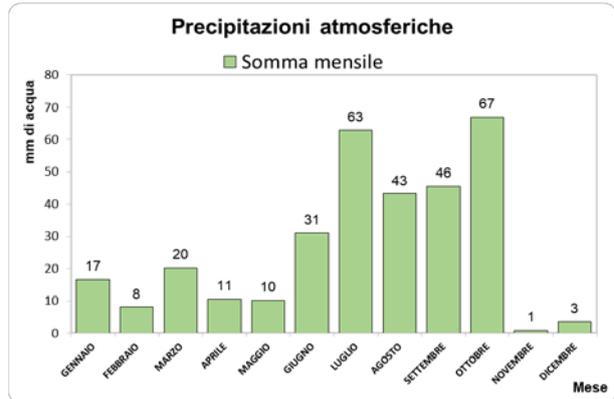
	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 29 di 85	Rev. 0

Di seguito il dettaglio mensile.

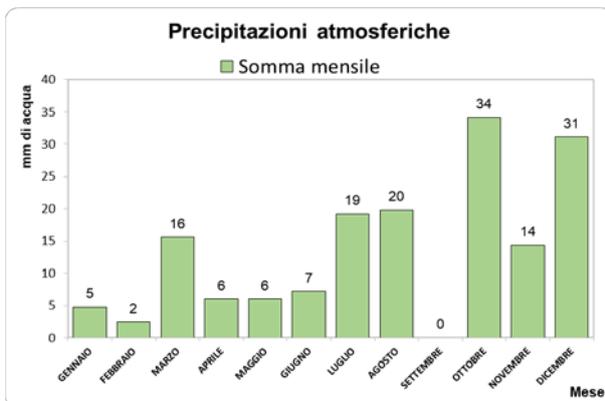
Stazione ARPAE 5190. Anno 2020



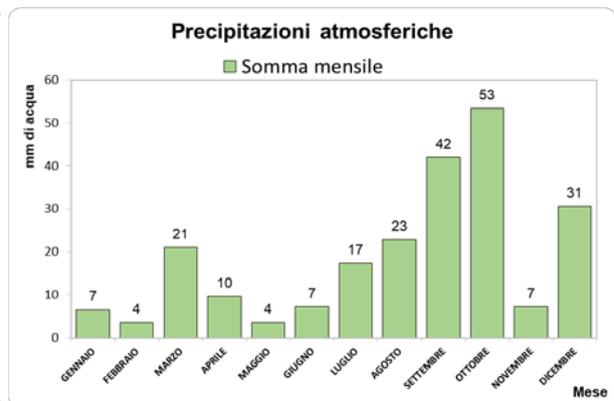
Stazione ARPAE 5200. Anno 2020



Stazione SYNOP161460. Anno 2020



Stazione SYNOP 161480. Anno 2020

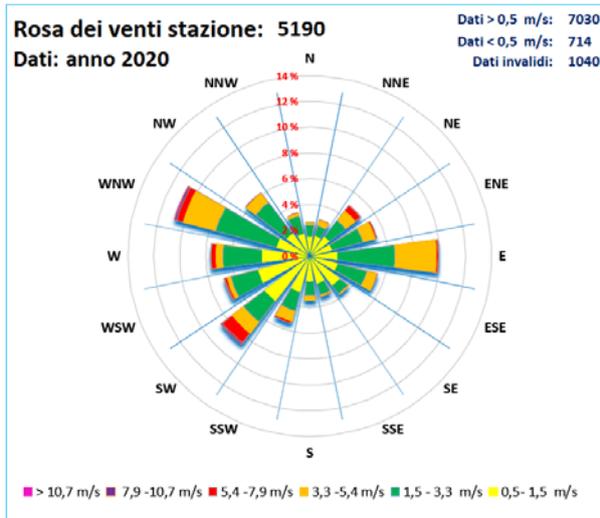


	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 30 di 85	Rev. 0

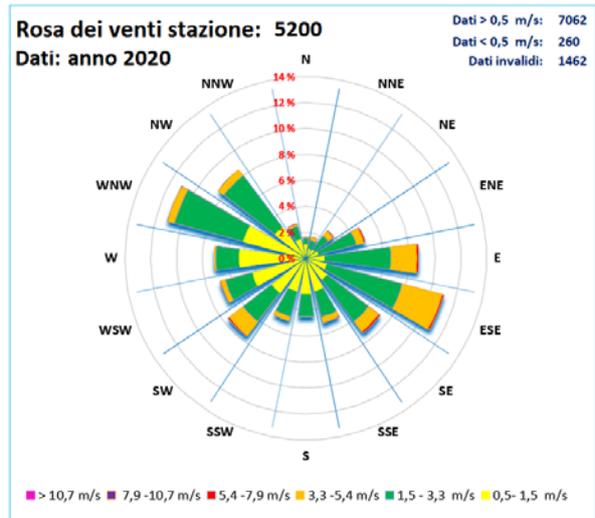
5.3.5 Regime anemometrico

Si riportano l'elaborazione delle rose dei venti riferiti ai dati intero anno 2020.

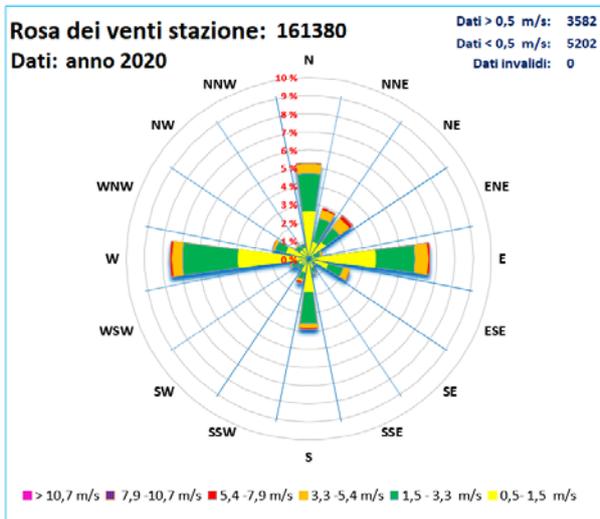
Stazione ARPAE 5190



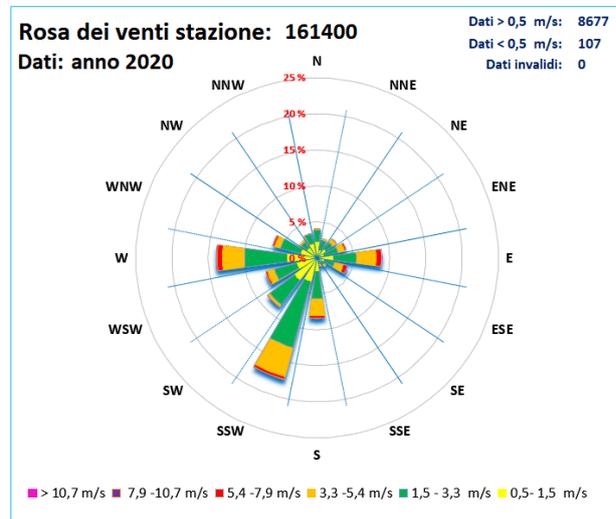
Stazione ARPAE 5200



Stazione SYNOP 161380

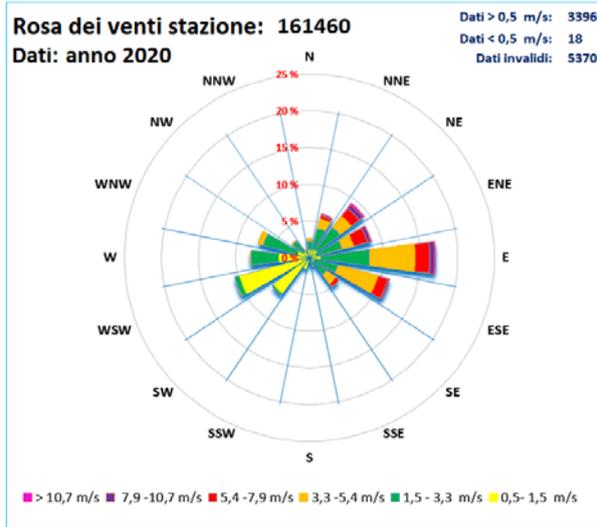


Stazione SYNOP 161400

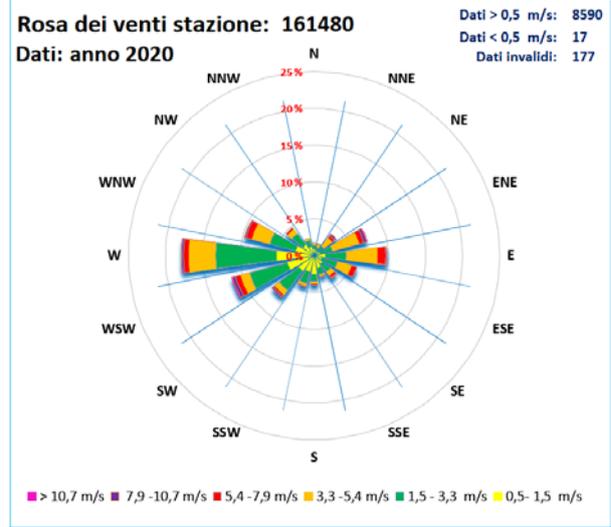


	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 31 di 85	Rev. 0

Stazione SYNOP161460



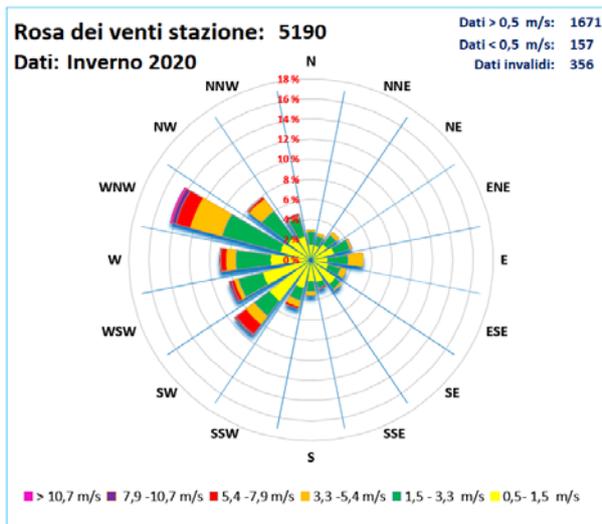
Stazione SYNOP 161480



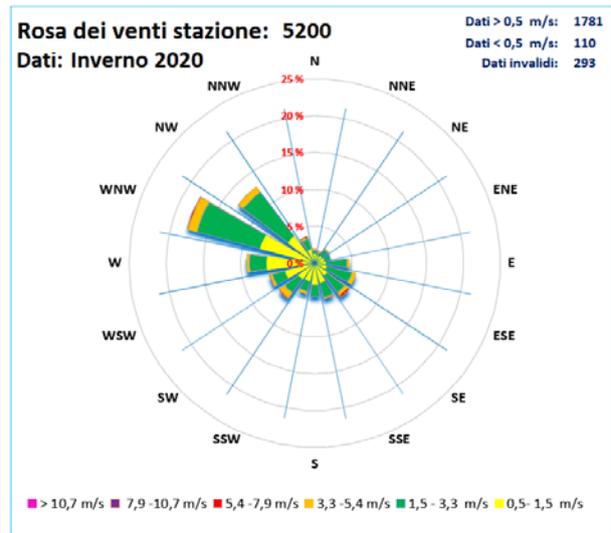
	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 32 di 85	Rev. 0

Dettaglio invernale:

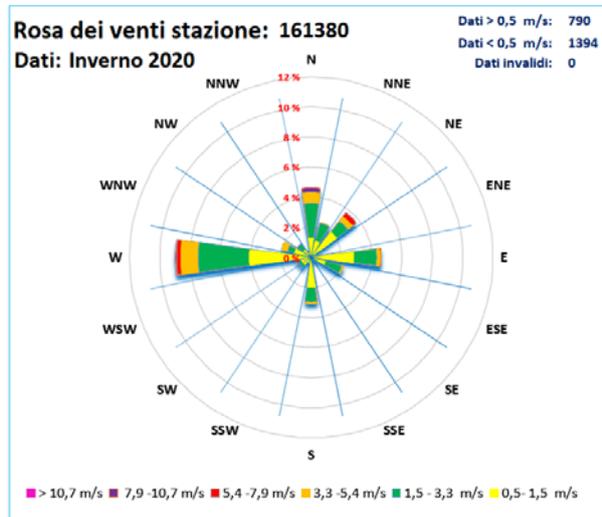
Stazione ARPAE 5190



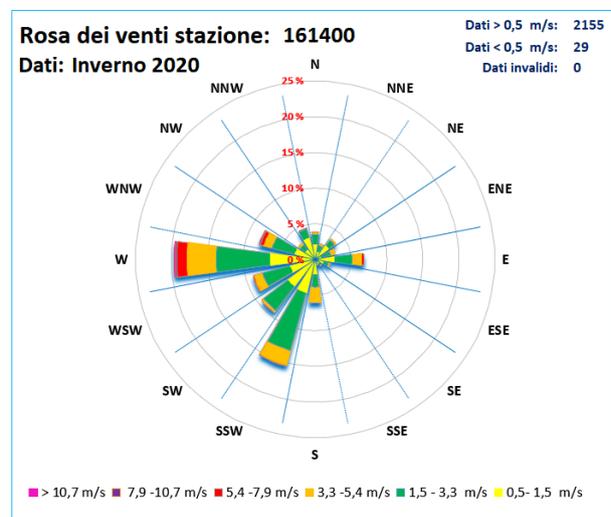
Stazione ARPAE 5200



Stazione SYNOP 161380

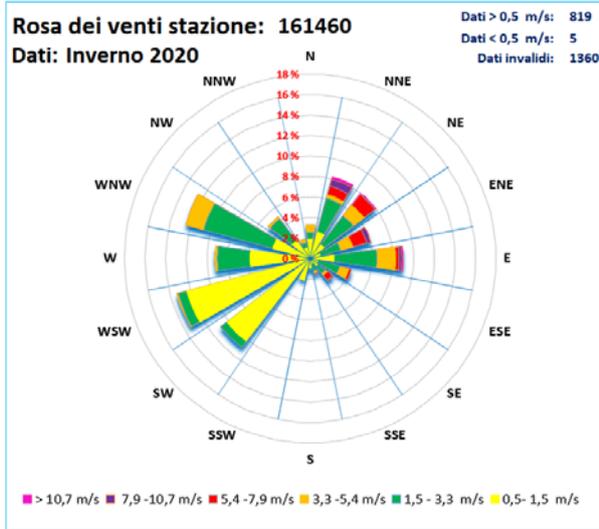


Stazione SYNOP 161400

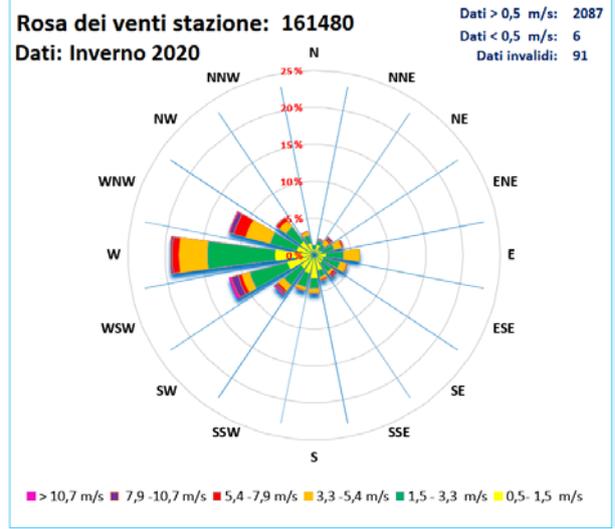


	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 33 di 85	Rev. 0

Stazione SYNOP161460



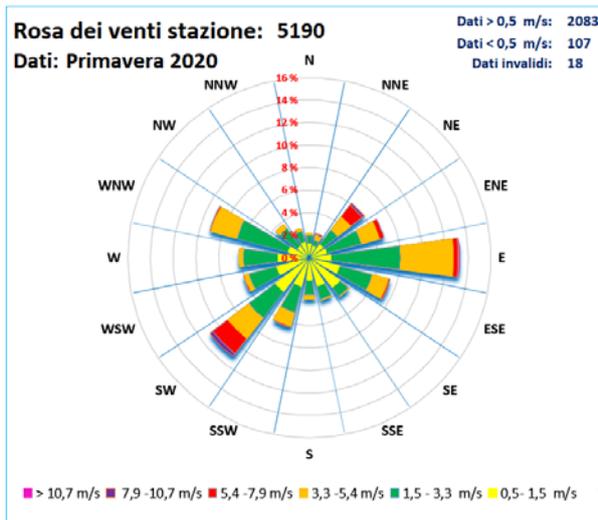
Stazione SYNOP 161480



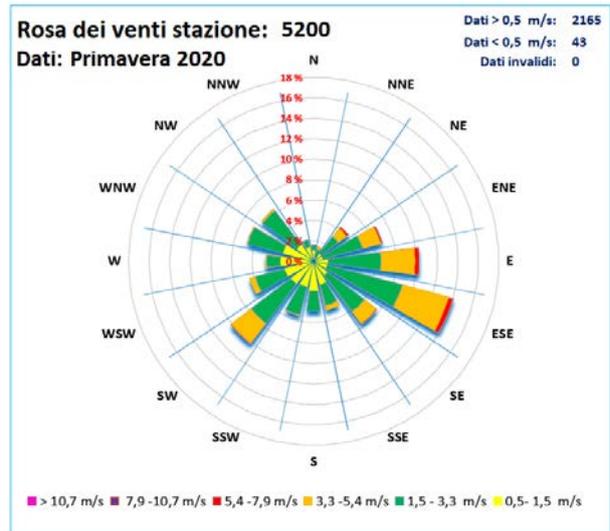
	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 34 di 85	Rev. 0

Dettaglio primaverile:

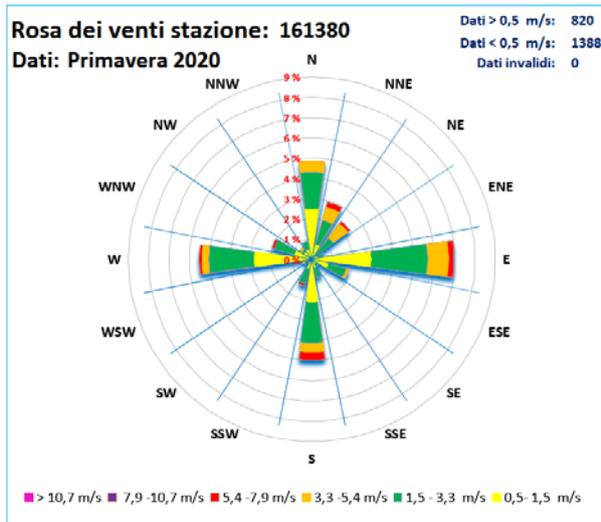
Stazione ARPAE 5190



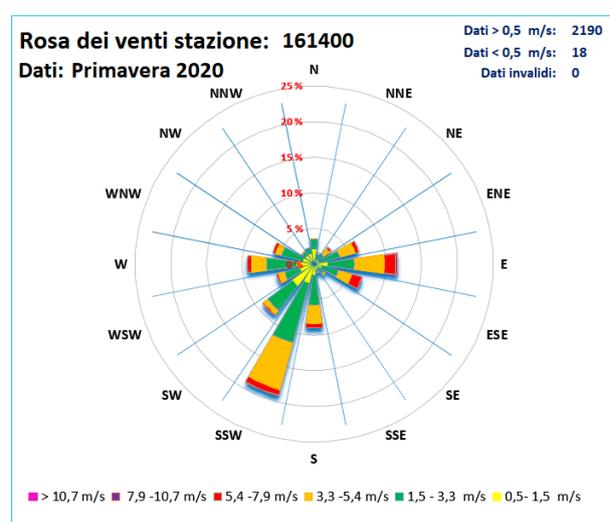
Stazione ARPAE 5200



Stazione SYNOP 161380

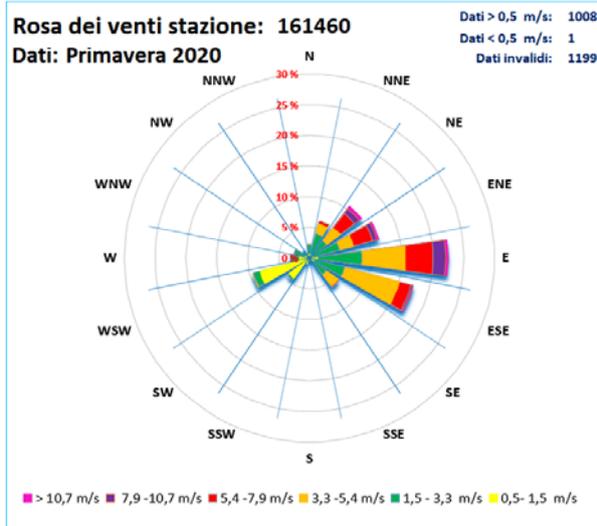


Stazione SYNOP 161400

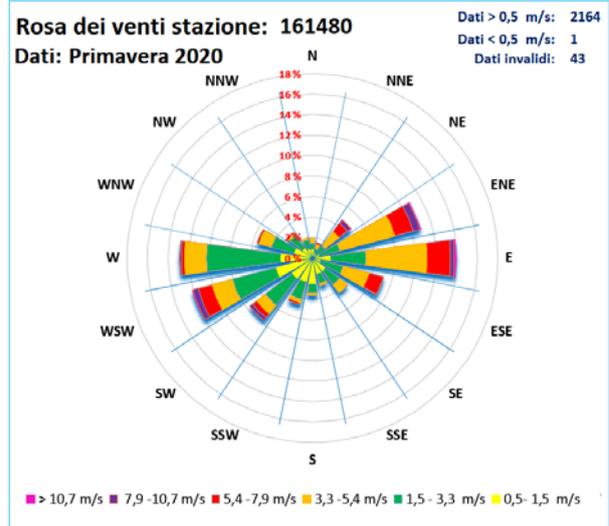


	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 35 di 85	Rev. 0

Stazione SYNOP161460



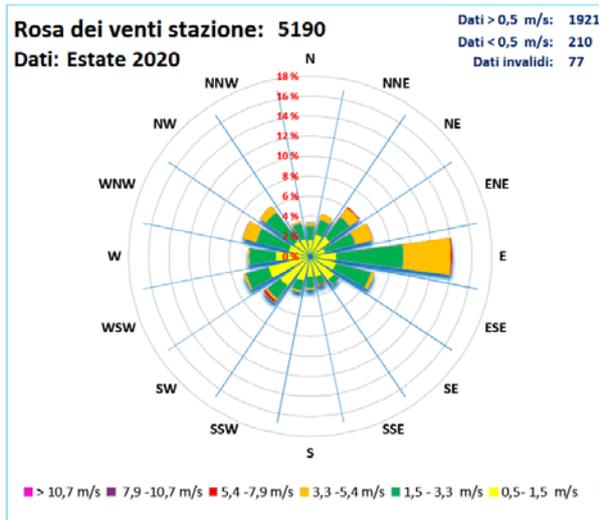
Stazione SYNOP 161480



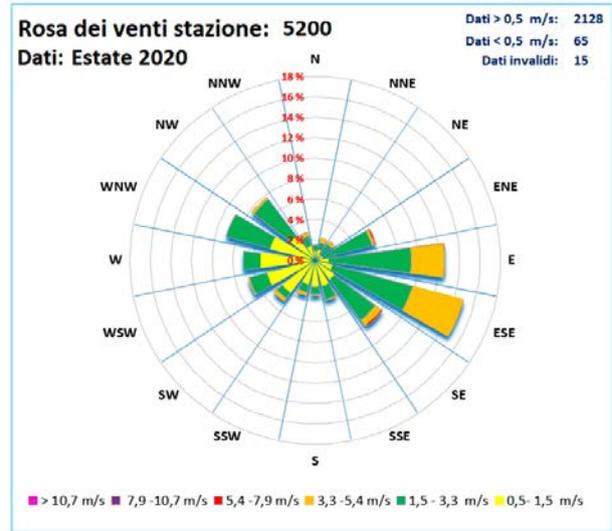
	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 36 di 85	Rev. 0

Dettaglio estivo:

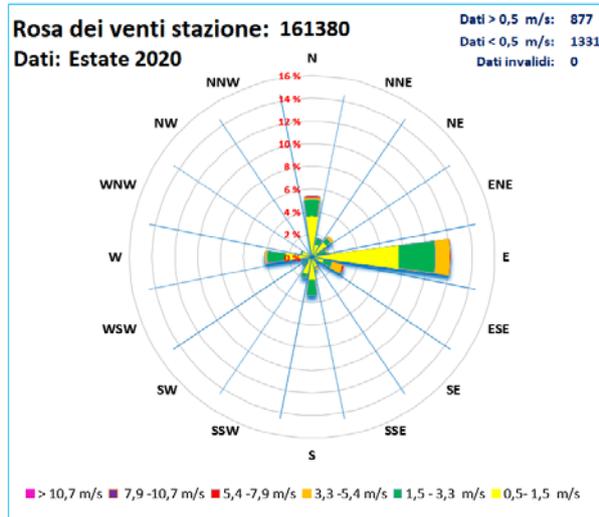
Stazione ARPAE 5190



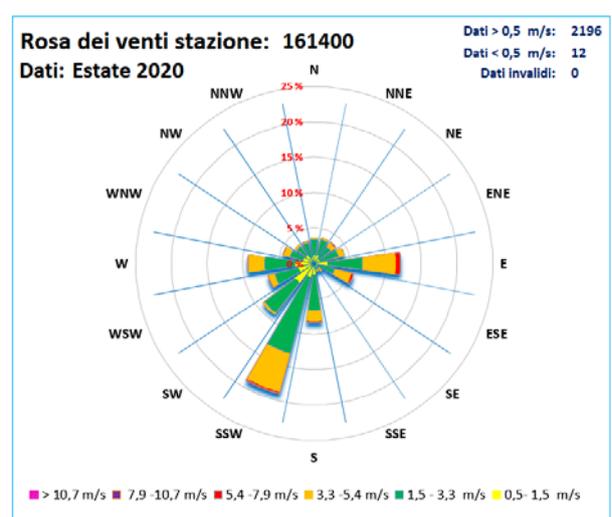
Stazione ARPAE 5200



Stazione SYNOP 161380

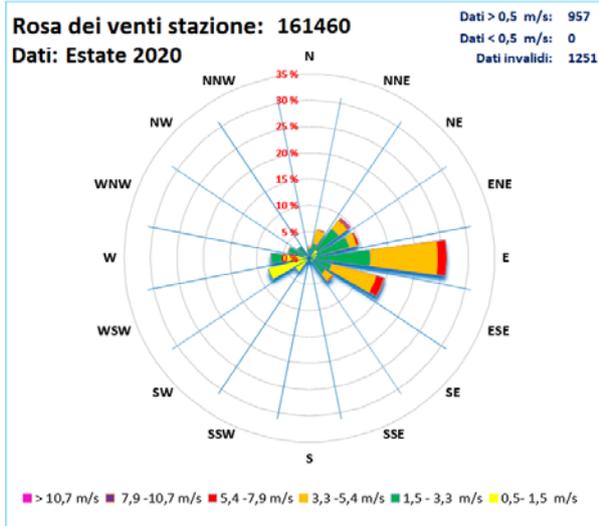


Stazione SYNOP 161400

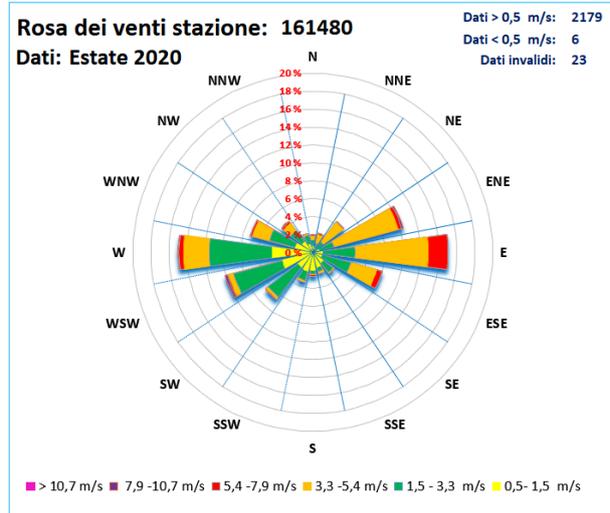


	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 37 di 85	Rev. 0

Stazione SYNOP161460



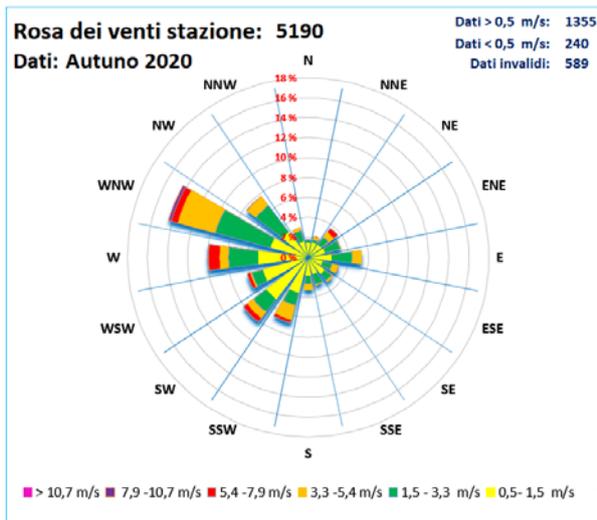
Stazione SYNOP 161480



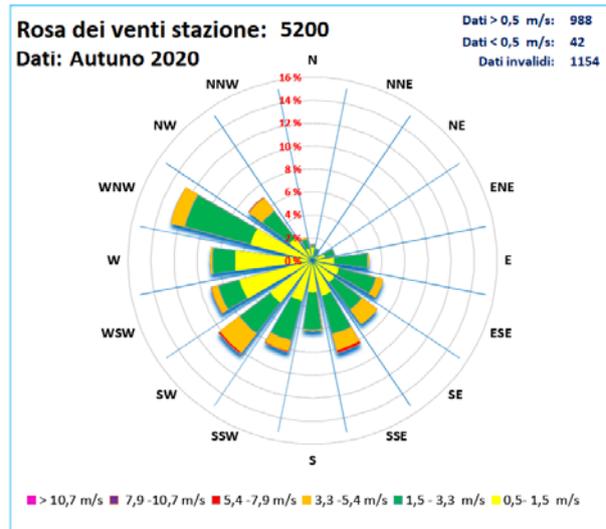
	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 38 di 85	Rev. 0

Dettaglio autunnale:

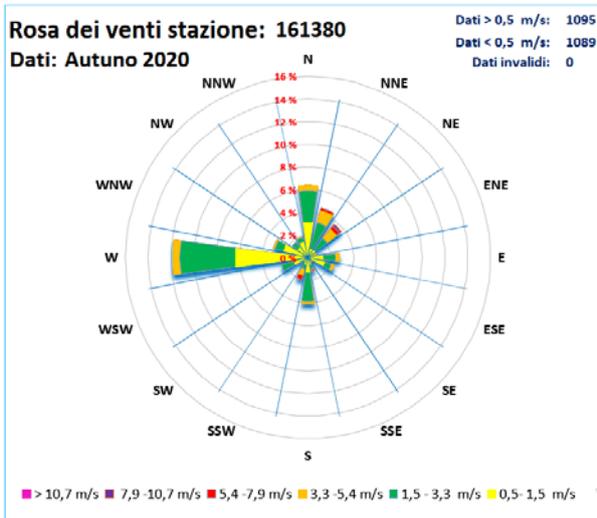
Stazione ARPAE 5190



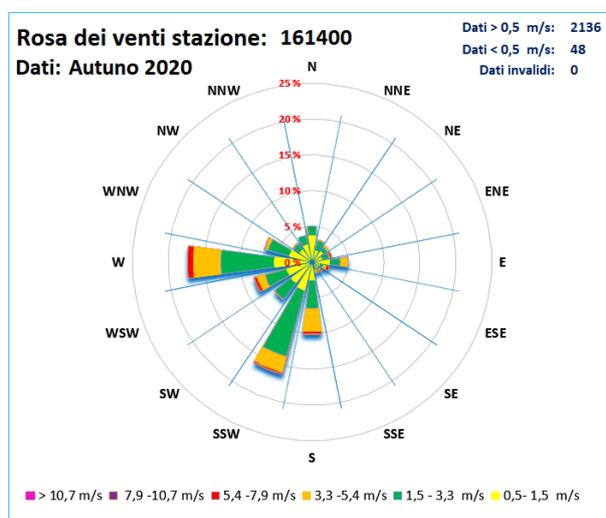
Stazione ARPAE 5200



Stazione SYNOP 161380

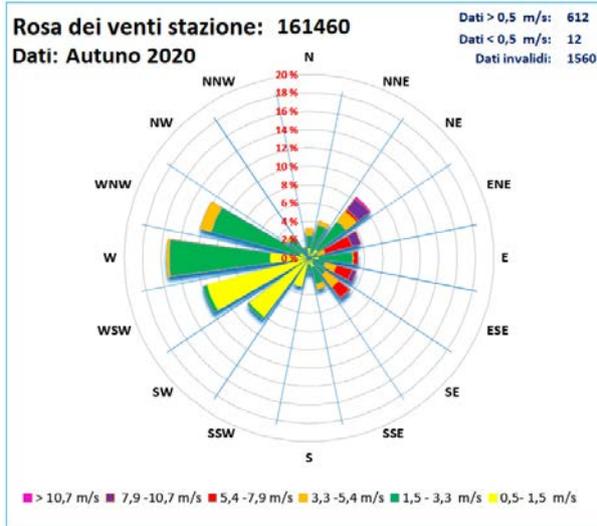


Stazione SYNOP 161400

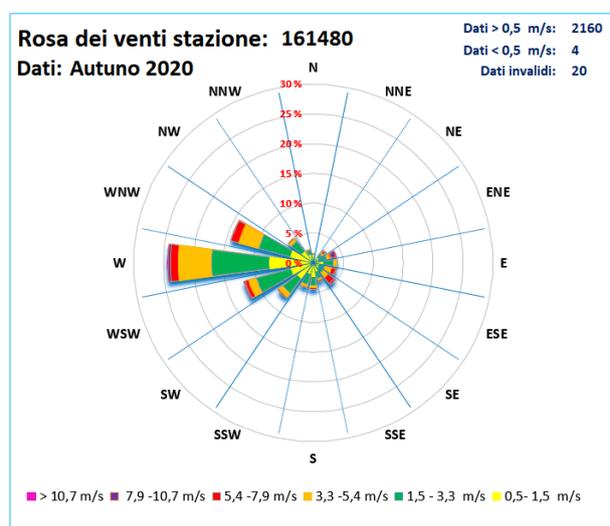


	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 39 di 85	Rev. 0

Stazione SYNOP161460



Stazione SYNOP 161480



	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 40 di 85	Rev. 0

5.4 Caratterizzazione della qualità dell'aria

Al fine di individuare le principali sorgenti di emissione già presenti nell'area di studio e descrivere lo stato della qualità dell'aria in condizione ante-operam in prossimità dei recettori individuati, sono stati utilizzati i dati pubblicati e forniti da ARPAE Regione Emilia Romagna.

5.4.1 Regione EMILIA ROMAGNA

A norma del D. Lgs 155/2010 la Regione Emilia Romagna ha effettuato la zonizzazione del proprio territorio in aree omogenee ai fini della valutazione della qualità dell'aria (Delibera della Giunta regionale del 27/12/2011, n. 2001), prevedendo la suddivisione del territorio in un agglomerato (Bologna) ed in tre zone omogenee: la zona "Appennino", la zona "Pianura Ovest" e la zona "Pianura Est".

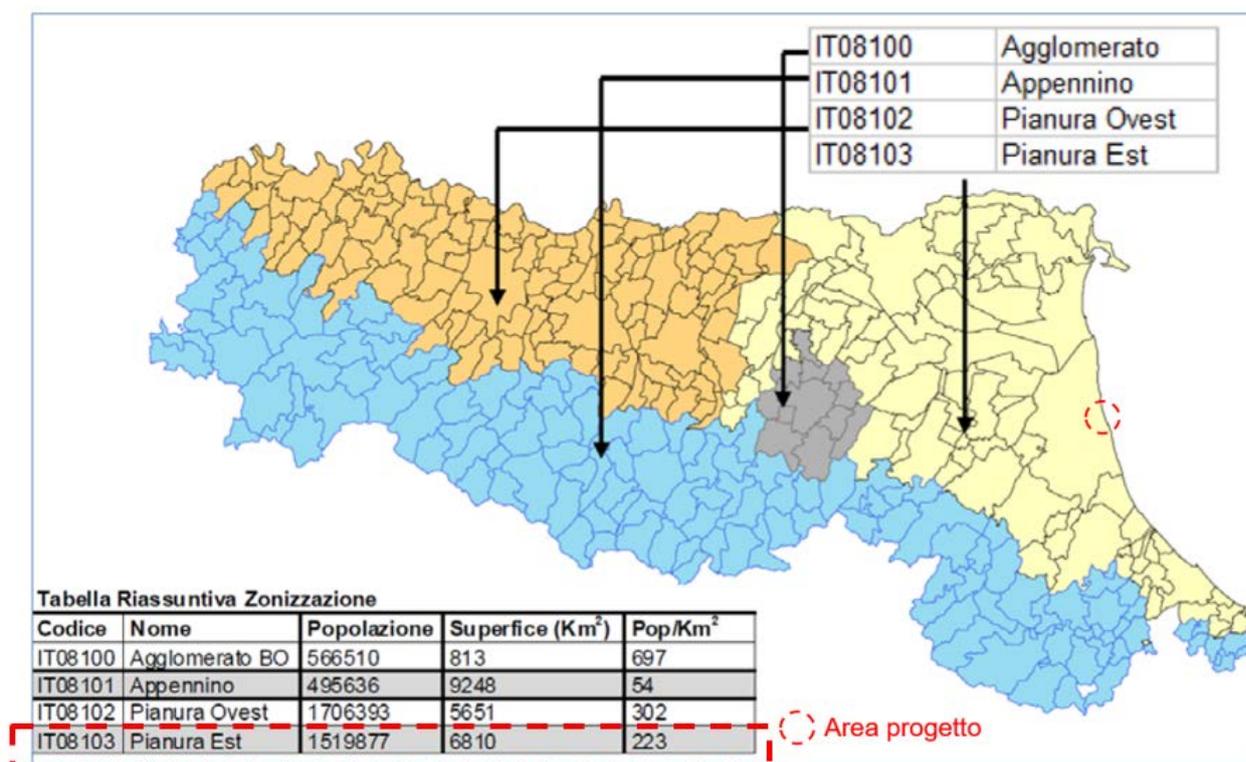


Figura 5-C: Zonizzazione regionale (D. Lgs. 155/2010 e DGR 2001/2011), il tratteggio in rosso identifica l'area di appartenenza in cui è realizzata l'opera

La Regione Emilia Romagna ha iniziato nel 2005 una prima modifica della struttura della Rete Regionale di monitoraggio della Qualità dell'Aria (RRQA), terminata nella Provincia di Ravenna nel 2009. A questa è seguita una seconda revisione, avutasi a seguito della nuova zonizzazione regionale deliberata a fine 2011, e conclusasi a Dicembre 2012 e quindi operativa dal 2013 – per rendere conforme la rete ai nuovi requisiti normativi nazionali e regionali (D. Lgs. 155/2010 e DGR

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 41 di 85	Rev. 0

2001/2011). La diversa suddivisione del territorio regionale in zone omogenee dal punto di vista della qualità dell'aria, ha richiesto anche un nuovo assetto della rete regionale di controllo della qualità dell'aria, che ha portato ad una ridefinizione della rete regionale, attualmente composta da 47 stazioni di misura, rispetto alle 63 precedentemente in funzione.

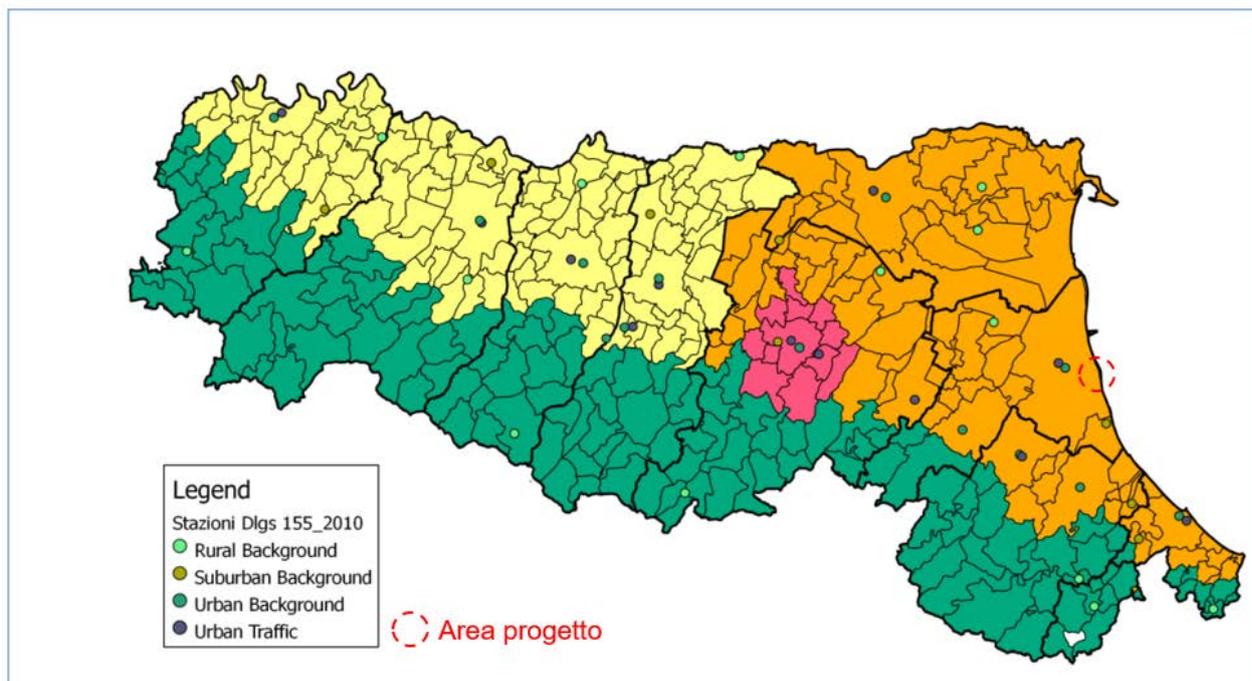


Figura 5-D: Rete regionale inquinanti all. V D. Lgs 155/2010.

In particolare, la rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria nell'anno 2020 relativa alla provincia di Ravenna è costituita da sette stazioni di misura di cui riportiamo la posizione della Figura 5-E e i dettagli dei parametri misurati Tabella 5-J.

A Ravenna sono presenti 5 stazioni e della Rete Regionale di rilevamento della qualità dell'aria (RRQA) e due stazioni Locali - Rocca Brancaleone e Porto San Vitale – che hanno lo scopo di controllare e verificare gli impatti riconducibili prevalentemente all'area industriale/portuale.

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 42 di 85	Rev. 0

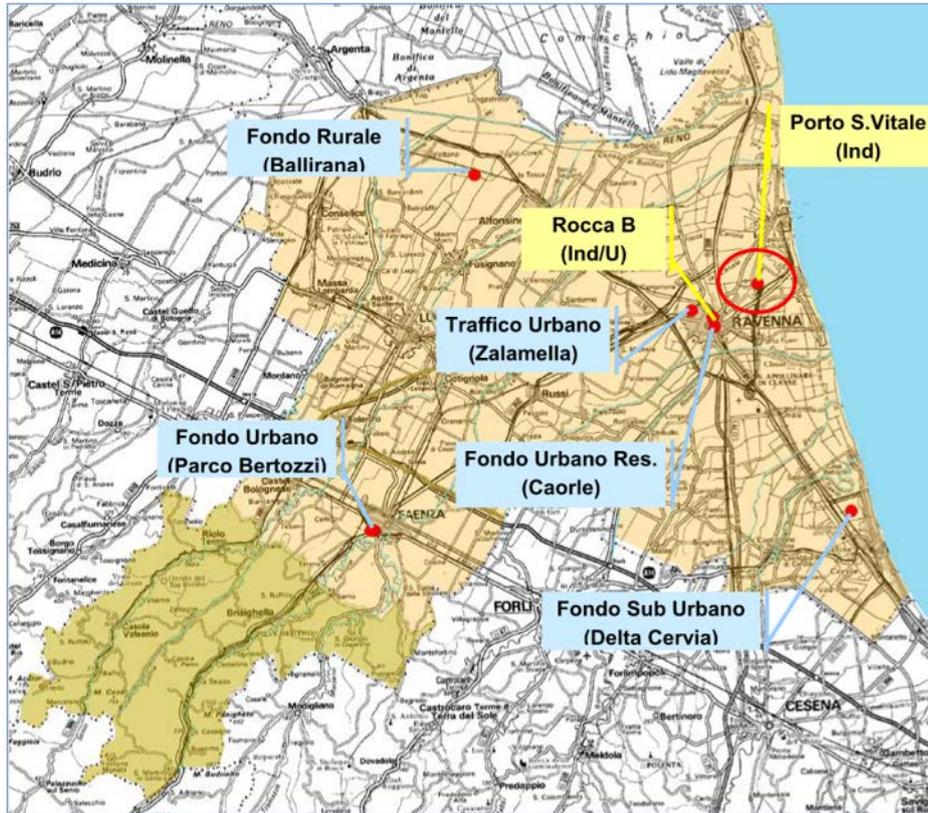


Figura 5-E: Rete della Provincia di Ravenna distribuzione spaziale, il cerchio rosso indica l'area del progetto.

Zona	Comune	Stazione	Tipo	Zona + Tipo	Inquinanti misurati						
					PM10	PM2.5	NOx	CO	BTX	SO2	O3
	Alfonsine	Ballirana		FRu							
	Cervia	Delta Cervia		FSubU							
	Faenza	Parco Bertozzi		FU							
	Ravenna	Caorle		FU-Res							
	Ravenna	Zalamella		TU							
	Ravenna	Rocca Brancaleone		Ind-U							
	Ravenna	Porto San Vitale		Ind							

Legenda

Classificazione Zona	
	Urbana
	Suburbana
	Rurale

Classificazione Stazione	
	Traffico
	Fondo
	Industriale

Zona + tipo Stazione			
		Fondo Rurale	FRu
		Fondo Sub Urbano	FsubU
		Fondo Urbano	FU
		Traffico Urbano	TU
		Indust. Urbana	Ind-U
		Industriale	Ind

Tabella 5-J Rete regionale, dettaglio provincia di Ravenna.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 43 di 85	Rev. 0

Al fine del presente studio sono stati considerate le seguenti stazioni della rete Regionale Emilia Romagna:

- Stazione Ravenna Caorle.
- Stazione Ravenna Zalamella.
- Stazione Ravenna Rocca Brancaleone.
- Stazione Ravenna Porto San Vitale.

I dati utilizzati per la definizione del fondo si riferiscono all'anno 2020 anno più recente disponibile in rete (<https://www.arpae.it/it/notizie/qualita-dellaria-in-provincia-di-ravenna>).

In particolare si riportano i seguenti dati che sono stati utilizzati per assegnare il fondo dell'area di progetto.

Stazione	Comune	Tipologia	Media annuale NO ₂ (µg/m ³)	Max annuale CO (mg/m ³)	Media annuale PM ₁₀ (µg/m ³)
Caorle	Ravenna	Fondo Urbano Residenz.	18	ND	26
Zalamella	Ravenna	Traffico	28	0,5	29
Rocca Brancaleone	Ravenna	Locale industriale urbano	20	< 0,4	26
Porto San Vitale	Ravenna	Locale industriale	20	< 0,4	34
Valori medi calcolati			21,5	0,4	29

Tabella 5-K valori misurati nell'anno 2020 dalle stazioni di riferimento utilizzate per lo studio.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 44 di 85	Rev. 0

6 DESCRIZIONE DEL MODELLO PREVISIONALE

Il presente studio è stato condotto mediante l'utilizzo del modello CALPUFF, modello gaussiano a puff multistrato non stazionario, sviluppato da Earth Tech Inc, in grado di simulare il trasporto, la trasformazione e la deposizione atmosferica di inquinanti in condizioni meteo variabili non omogenee e non stazionarie.

CALPUFF è stato adottato da U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA) nelle proprie linee guida sulla modellistica per la qualità dell'aria (40 CFR Part 51 Appendix W – Aprile 2003) come uno dei modelli preferiti in condizioni di simulazione long-range oppure per condizioni locali caratterizzate da condizioni meteorologiche complesse, ad esempio orografia complessa e calme di vento. Inoltre il modello appartiene alla tipologia di modelli consigliati dalle linee guida lombarde (Paragrafo 10, Allegato I) e descritti al paragrafo 3.1.2 della linea guida RTI CTN_ ACE 4/2001 "Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria", Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Centro Tematico Nazionale — Aria Clima Emissioni, 2001. Ne risulta che il modello CALPUFF è quindi uno dei tra i modelli più utilizzati e universalmente riconosciuti come supporto per gli studi di impatto ambientale.

Il sistema di modellazione CALPUFF è, infatti, un modello di dispersione e trasporto che analizza i puff di sostanze emesse da parte di sorgenti, simulando la dispersione ed i processi di trasformazione lungo il percorso in atmosfera delle sostanze stesse. Esso include tre componenti principali:

- pre-processore CALMET, un modello meteorologico, dotato di modulo diagnostico di vento, inizializzabile attraverso dati da stazioni (superficiali e in quota) e in grado di ricostruire i campi 3D di vento e temperatura e 2D dei parametri della turbolenza;
- CALPUFF, ossia il modello di dispersione gaussiana a puff;
- post-processore CALPOST, preposto all'estrazione dai file binari prodotti in uscita da CALPUFF.

Un diagramma di processo e delle informazioni necessarie per effettuare simulazioni di dispersione con CALMET/CALPUFF è rappresentato nella figura seguente.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 45 di 85	Rev. 0

CALPUFF MODELING SYSTEM

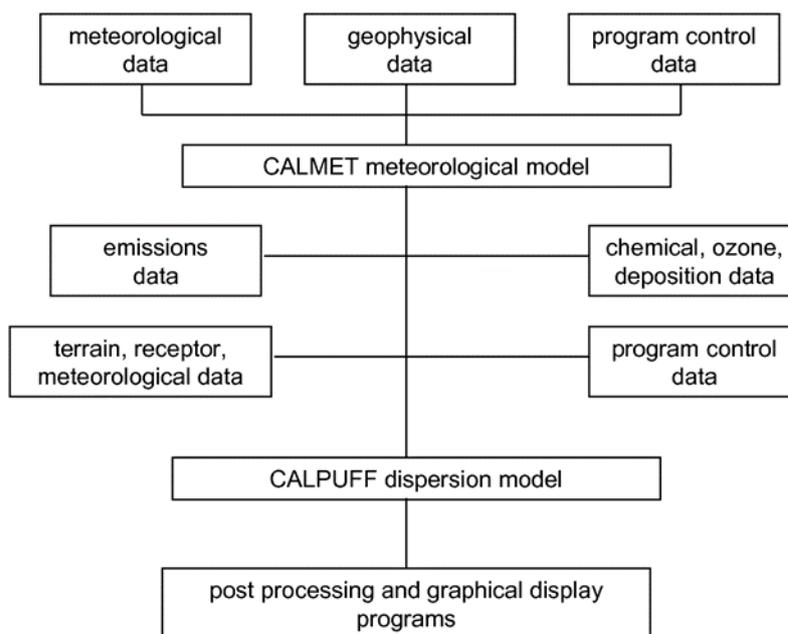


Figura 6-A: Schema a blocchi del modello previsionale CALPUFF.

CALPUFF può utilizzare i campi meteo tridimensionali prodotti da specifici pre-processor meteorologici (CALMET), oppure da altri modelli equivalenti.

I modelli a segmenti o puff partono dalle medesime equazioni dei modelli gaussiani, ma da differenti condizioni iniziali, ipotizzando la dispersione di “nuvolette” di inquinante a concentrazione nota e di forma assegnata (gaussiana o “slug”), e permettono di riprodurre in modo semplice la dispersione in atmosfera di inquinanti emessi in condizioni non omogenee e non stazionarie, superando quindi alcune limitazioni dei classici modelli gaussiani, fra cui ISC3. L'emissione viene discretizzata in una serie di singoli puff. Ognuna di queste unità viene trasportata all'interno del dominio di calcolo per un certo intervallo di tempo ad opera del campo di vento in corrispondenza del baricentro del puff in un determinato istante. In questo modo, al variare della direzione del vento, il modello a puff segue con maggiore precisione la traiettoria effettiva dell'emissione rispetto all'approccio tradizionale dove è l'intero plume a cambiare direzione insieme al vento. La differenza tra i due metodi è raffigurata nell'immagine seguente.

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 46 di 85	Rev. 0

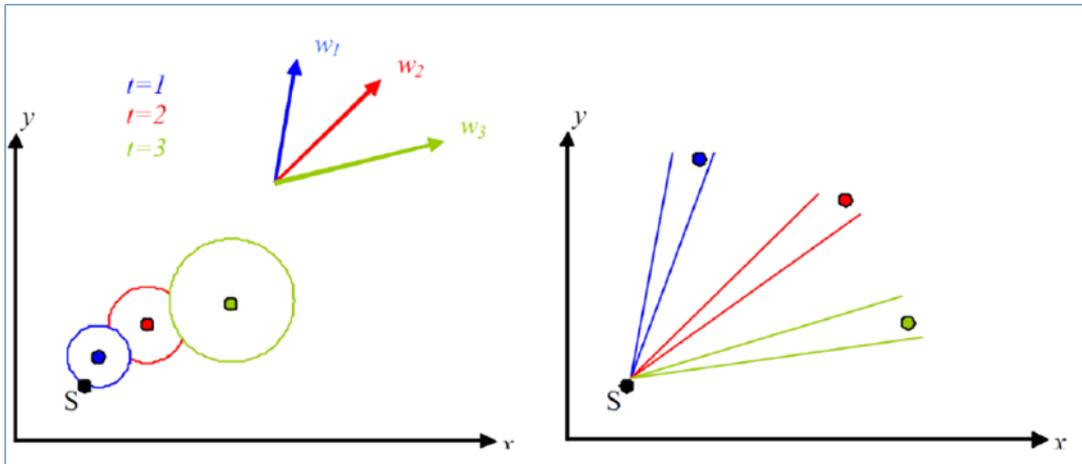


Figura 6-B: Differenze di dispersione fra modelli a puff (sinistra) e gaussiani tradizionali (destra).

Ogni segmento produce un campo di concentrazioni al suolo calcolato secondo la formula gaussiana e solo il segmento più prossimo al punto recettore contribuisce a stimare la concentrazione nel recettore stesso. La Figura 6-C illustra la procedura descritta. La concentrazione totale ad un certo istante viene calcolata sommando i contributi di ogni singolo puff.

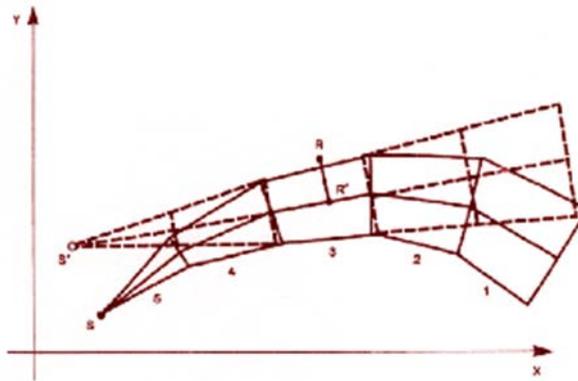


Figura 6-C Segmentazione del pennacchio nei modelli a puff.

A differenza di quanto avviene nel modello gaussiano standard, non si fa l'ipotesi che la diffusione lungo la direzione di moto del pennacchio, x , sia trascurabile rispetto allo spostamento. Questo fa sì che, da un lato, nell'equazione, che descrive questo modello, la velocità del vento non compaia più esplicitamente e, dall'altro lato, che il modello possa essere usato anche per le situazioni di vento debole o di calma. La concentrazione al suolo nel punto recettore è la somma dei contributi (D_c) di tutti i puff. L'equazione del modello a puff è la seguente (Zannetti, 1990).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 47 di 85	Rev. 0

$$\Delta c = \frac{\Delta M}{(2\pi)^{3/2} \sigma_h^2 \sigma_z^2} \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(x_p - x_r)^2}{\sigma_h^2}\right] \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(y_p - y_r)^2}{\sigma_h^2}\right] \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(z_p - z_r)^2}{\sigma_z^2}\right] \quad (7)$$

dove:

$$\Delta M = Q \Delta t$$

$$x_p, y_p, z_p$$

$$x_r, y_r, z_r$$

$$\sigma_h, \sigma_z$$

massa emessa nell'intervallo di tempo t [Kg]

coordinate del baricentro dell'i-esimo puff [m]

coordinate del punto recettore [m]

coefficienti di dispersione orizzontale e verticale [m], determinabili come visto nella precedente sezione

I puff emessi si muovono nel tempo sul territorio: il centro del puff viene trasportato dal campo di vento tridimensionale mentre la diffusione causata dalla turbolenza atmosferica provoca l'allargamento del puff ed è descritta dai coefficienti di dispersione istantanei. I coefficienti di dispersione nelle tre direzioni sono funzione, come nel caso del modello gaussiano, della distanza (o tempo di percorrenza) e delle caratteristiche dispersive dell'atmosfera.

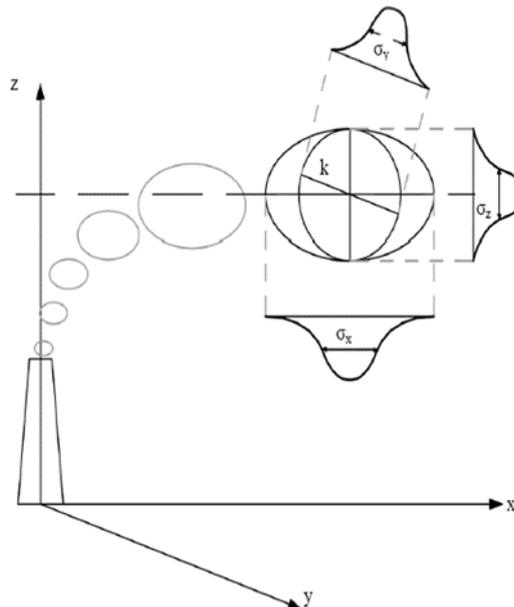


Figura 6-D Schema di un modello a puff con indicazione dei coefficienti di dispersione relativi al puff.

Gli algoritmi di CALPUFF consentono di considerare opzionalmente diversi fattori, quali:

- l'effetto scia generato dagli edifici prossimi alla sorgente (building downwash) o allo stesso camino di emissione (stack-tip down wash);
- la fase transizionale del pennacchio;
- la penetrazione parziale del plume raise in inversioni in quota;
- gli effetti di lungo raggio quali deposizione secca e umida;
- le trasformazioni chimiche;

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 48 di 85	Rev. 0

- lo share verticale del vento;
- il trasporto sulle superfici d'acqua;
- la presenza di orografia complessa o di zone costiere.

In riferimento all'ultimo punto, l'effetto del terreno viene schematizzato dividendo il flusso in due componenti, una di ascensione, con alterazione del tasso di diffusione, e un'altra di contorno, deflessione o divisione attorno agli ostacoli. Come per CALMET, le simulazioni con il modello CALPUFF sono raccomandate in una scala che può variare da una decina di metri (vicino al campo) ad un centinaio di chilometri (trasporto su lunga distanza) dalle sorgenti. Il modello permette la divisione orizzontale e verticale del puff.

CALPUFF utilizza inoltre diverse possibili formulazioni per il calcolo dei coefficienti di dispersione. Nello studio in esame è stata utilizzata l'opzione "Micrometeorology" che permette il calcolo dei coefficienti di dispersione a partire dai metereologici disponibili (Lunghezza di Monin-Ubukhov, velocità d'attrito, ecc.).

Per simulare al meglio le condizioni reali di emissione, il modello permette di configurare le sorgenti attraverso sorgenti puntiformi, lineari, areali e volumetriche.

La trattazione matematica del modello è piuttosto complessa e si rinvia al manuale tecnico di CALPUFF per ulteriori approfondimenti (Scire et al., 2011).

CALPOST è invece il postprocessore preposto all'estrazione dai file binari prodotti in uscita da CALPUFF delle concentrazioni e/o dei flussi di deposizione e del numero di superamenti di una prefissata soglia sulla base di differenti intervalli di mediazione temporali. Quindi, la funzione di questo post processore è quella di analizzare l'output di CALPUFF in modo da estrarre i risultati desiderati e schematizzarli in un formato idoneo ad una buona visualizzazione. Infatti, attraverso CALPOST, si ottengono matrici che riportano i valori di ricaduta calcolati per ogni nodo della griglia definita, relativi alle emissioni di singole sorgenti e per l'insieme di esse. I risultati ottenuti possono essere elaborati attraverso un qualsiasi software di visualizzazione grafica (come ad es. il SURFER o sistemi GIS).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 49 di 85	Rev. 0

6.1 Ipotesi modellistiche.

Le simulazioni sono state condotte sulla base dei seguenti dati di input del modello:

- caratteristiche geometriche, fisiche ed emissive delle sorgenti;
- caratteristiche meteorologiche e meteodiffusive dell'area;
- localizzazione dei recettori (posizione).

Il dominio di simulazione meteorologico del modello CALMET è stato dimensionato in modo tale da far ricadere al suo interno un numero di stazioni meteorologiche sufficiente a rappresentare la complessità della climatologia locale. In particolare il dominio di calcolo ha una estensione di 90x80 km², con risoluzione di griglia di 1000 metri.

La griglia principale di calcolo CALPUFF a passo regolare (1000 m) e in grado di coprire l'intera area di simulazione corrispondente ad un'estensione di 10x10 km, ai fini della simulazione modellistica, quindi, si considera l'orografia dell'area, in cui tutti i punti (mediante una seconda griglia regolare di maggior dettaglio a passo di 100 metri) sono posizionati ad una quota altimetrica estratta dal DEM ed un'altezza conservativa di 1.7 m (altezza media del recettore umano).

I risultati delle simulazioni ottenuti in corrispondenza dei punti della griglia di calcolo sono stati successivamente interpolati in modo da ottenere una mappa (superficie continua) rappresentativa delle concentrazioni all'altezza del recettore per ciascuna sorgente areale.

Le successive elaborazioni hanno come obiettivo la valutazione dell'incremento dei valori rispetto al fondo esistente, allo scopo verrà valutato sia lo stato attuale con la caldaia esistente sia lo stato futuro a seguito della installazione delle nuove caldaie, mentre per le fasi del cantiere verranno considerati solo i valori di fondo a cui si aggiungono i valori calcolati dal modello.

I parametri che verranno considerati nella valutazione degli effetti della sostituzione delle caldaie sono stati scelti in base alle seguenti considerazioni:

Inquinante	Considerato significativo	Considerazioni sulle sorgenti
SO ₂	NO	Questo inquinante non viene rilasciato in quantità significativa rispetto al limite di riferimento
NO ₂	SI	Quantità significative principalmente in forma di NO, in ogni caso a scopo cautelativo verrà considerato come NO ₂
PM ₁₀	NO	Questo inquinante non viene rilasciato in quantità significativa rispetto al limite di riferimento
PM _{2,5}	NO	Questo inquinante non viene rilasciato in quantità significativa rispetto al limite di riferimento
CO	SI	Questo inquinante viene rilasciato in quantità modeste rispetto al limite di riferimento di 10 mg/m ³ .
Benzene	NO	Questo inquinante non viene rilasciato in quantità significativa rispetto al limite di riferimento di 5 µg/m ³ sull'anno civile
Ozono	NO	Questo inquinante non viene rilasciato.
Metalli pesanti, IPA	NO	Questo inquinante non viene rilasciato.

Tabella 6-A Considerazioni sugli inquinanti scelti.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 50 di 85	Rev. 0

I parametri che verranno considerati nella valutazione degli effetti del cantiere sono stati scelti in base alle seguenti considerazioni:

Inquinante	Considerato significativo	Considerazioni sulle sorgenti
SO ₂	NO	Questo inquinante non viene rilasciato in quantità significativa rispetto al limite di riferimento, comunque verranno valutate.
NO ₂	SI	Quantità significative principalmente in forma di NO, in ogni caso a scopo cautelativo verrà considerato come NO ₂
PM ₁₀	SI	Quantità significative durante le movimentazioni delle terre e dalle macchine operatrici.
PM _{2,5}	NO	Questo inquinante non viene rilasciato in quantità significativa rispetto al limite di riferimento.
CO	NO	Questo inquinante non viene rilasciato in quantità significativa rispetto al limite di riferimento, comunque verranno valutate.
Benzene	NO	Questo inquinante non viene rilasciato in quantità significativa rispetto al limite di riferimento di 5 µg/m ³ sull'anno civile
Ozono	NO	Questo inquinante non viene rilasciato.
Metalli pesanti, IPA	NO	Questo inquinante non viene rilasciato in quantità significativa rispetto al limite di riferimento sull'anno civile.

Tabella 6-B Considerazioni sugli inquinanti scelti.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 51 di 85	Rev. 0

6.2 Algoritmi di calcolo e valori di emissioni utilizzati per la valutazione delle caldaie.

Al fine di stimare le emissioni degli inquinanti di interesse si utilizzeranno:

- Caldaia esistente: in assenza di dati dichiarati dal costruttore verranno utilizzati i dati misurati in occasione del controllo periodico dei fumi eseguiti il 28/06/2021 dalla Frigomeccanica Group S.r.l.
- Nuove caldaie: dati tecnici dichiarati come valori massimi di emissione indicati nei datasheet forniti dal costruttore Bongioanni relativi al modello EuroBongas1/9 I.

6.2.1 Caldaia esistente

La caldaia esistente a servizio dell'impianto di Regolazione n. 645/A è installata all'interno di una cabina, il punto di emissione della caldaia è visibile in Figura 6-E mentre le caratteristiche salienti sono visibili in Figura 6-F e Figura 6-G.



Figura 6-E – Vista esterna Cabina di Riduzione (immagine a Sx), posizione edificio (immagine di Dx).

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 52 di 85	Rev. 0

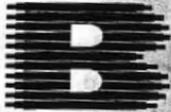
 BONGIOANNI S.p.A. 12010 VIGNOLO (CN) - Via Cervasca, 6 - Tel. (0171) 43.444 (5 linee) Telex: 226662 SARB I - Fax (0171) 43.467		
CALDAIA TIPO GX 6		
	KW	Kcal/h
Portata termica nominale	54,2	46.600
Potenza termica utile	48,8	42.000
Combustibili utilizzabili	GAS	
Pressione massima d'esercizio	5 BAR	133394
Pressione di collaudo	8 BAR	

Figura 6-F – Dati di targa della caldaia da sostituire.

CERTIFICATO DI PROVA IDRAULICA	
COSTRUTTORE S.p.A. RADIATORI BONGIOANNI Via Cervasca, 6 - 12010 VIGNOLO (Cuneo)	
I	I
I CALDAIA AD ELEMENTI PER ACQUA CALDA	I 1710006 I
I	I
I GX - 6 METANO	I
I	I
I	I
I MATRICOLA N° 133394	I
I	I
I COMPOSTA DA N° 1 elemento anteriore	I
I N° 4 elementi intermedi	I
I N° 1 elemento posteriore	I
I	I
I POTENZA TERMICA NOMINALE Kcal/h 42.000	I
I	I
I PORTATA TERMICA NOMINALE FOCOLARE Kcal/h 46.600	I
I	I
I TIPO DI COMBUSTIBILE UTILIZZABILE :	I
I	I Gas
I	I
I PRESSIONE MASSIMA DI ESERCIZIO Kg/cm² 5	I
I	I
I	I
I singoli elementi costituenti il generatore sono stati sottoposti a prova idraulica alla pressione di kg/cm² 8 con esito positivo.	
li. 8/02/95	S.p.a. RADIATORI BONGIOANNI VIGNOLO

Figura 6-G – Certificato di prova idraulica della caldaia da sostituire.

La dismissione della Cabina di Riduzione n. 645/A comporterà la rimozione di una caldaia Bongioanni GX-6 composta da 6 elementi della potenza di 42,5 kW installata nel 1995 a tutt'oggi in funzione.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 53 di 85	Rev. 0

Ad ulteriore riprova della vetustà della presente caldaia, si precisa che all'epoca dell'installazione non vigeva l'obbligo, da parte del costruttore, di fornire dati di emissione massima in quanto antecedente all'odierna normativa.

Si riportano in Tabella 6-C i dati necessari al calcolo dei tassi emissivi della caldaia esistente.

Dato	UM	Valore	Fonte del dato
Modello caldaia	-	GX 6 metano	(1)
Portata termica al focolare nominale	kcal/h	46600	(1)
Marca caldaia	-	Bongioanni	(1)
Temperatura fumi	°C	131	(2)
Contenuto di CO ₂ nei fumi secchi	%	4,24	(2)
Ossigeno nei fumi	%	13,4	(2)
livello di CO nei fumi	ppm	54	(2)
Livello di NOx nei fumi	ppm	23	(2)
Lambda	-	2,77	(2)

Tabella 6-C Dati utilizzati per il calcolo dei tassi emissivi.

Fonte dei dati: (1) Certificato di prova idraulica ditta Bongioanni; (2) Analisi chimica dei fumi del 28/06/2021 effettuata dalla Frigomeccanica Group S.r.l.

In base ai dati elencati nella precedente tabella si calcolano i dati necessari per caratterizzare la sorgente da inserire nel programma previsionale CALPUFF.

Dato calcolato:	UM	Valore
Portata fumi tq	m ³ /h	146
Diametro condotto	m	0,175
Velocità fumi tq	m/s	1,68
Altezza punto emissione dal PC	m	7
Livello di CO nei fumi	g/s	0,00273
Livello di NOx nei fumi	g/s	0,00191
Temperatura fumi	°k	404

Tabella 6-D Dati dei tassi emissivi della sorgente.

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 54 di 85	Rev. 0

6.2.2 Nuove caldaie

All'interno dell'impianto è prevista la realizzazione di un fabbricato di tipo B4 per il ricovero delle apparecchiature di strumentazione e controllo e di un fabbricato in c.a. dove saranno installate le caldaie per il preriscaldamento del gas. Le caldaie saranno due, una funzionante ed una di riserva, caratterizzate da tipologia a focolare pressurizzato ad alto rendimento, la posizione rispetto all'edificio è visibile nella Figura 6-H.

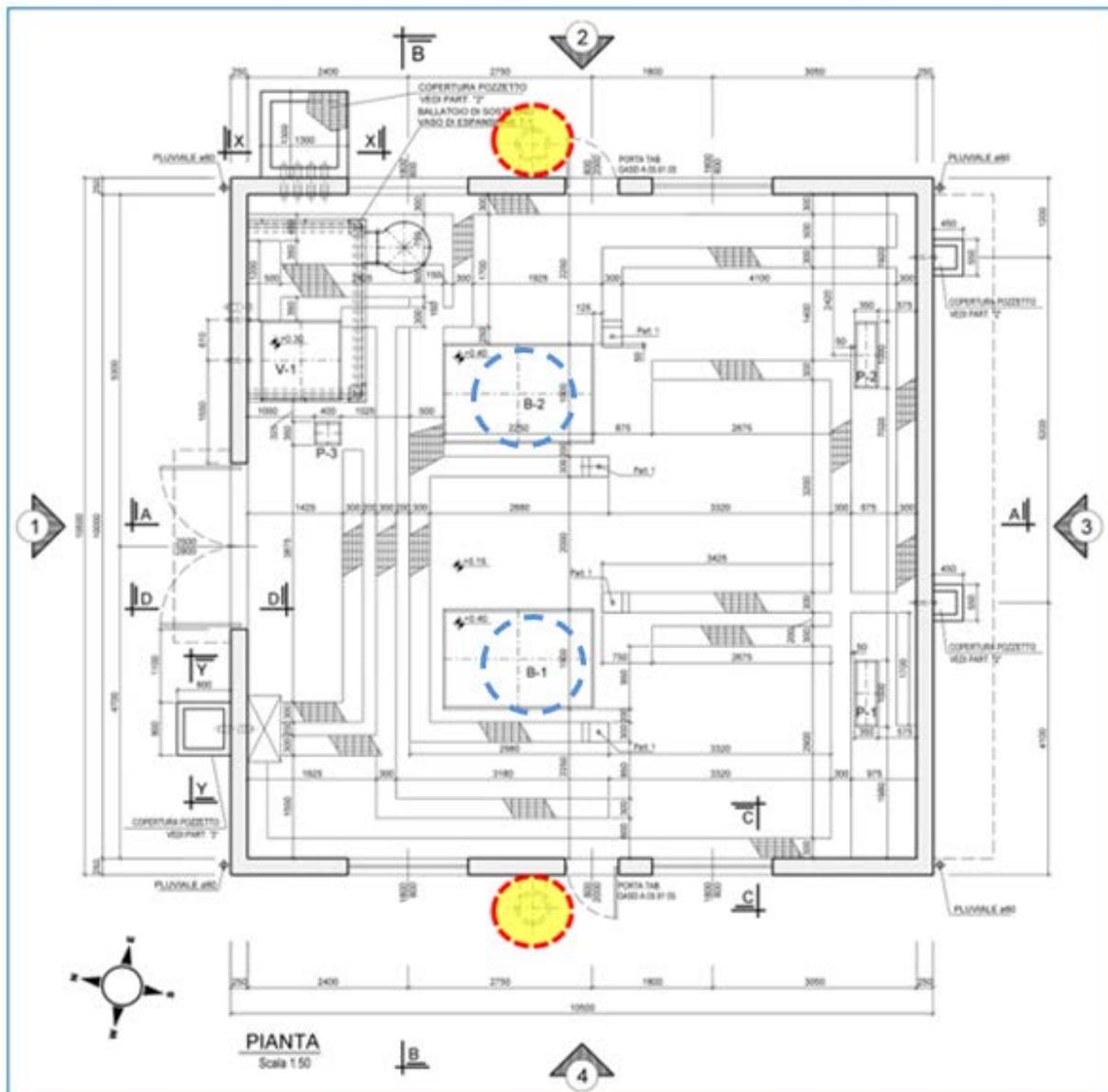


Figura 6-H – Planimetria del nuovo edificio B4 con all'interno le due caldaie, il cerchio con il tratteggio rosso individua la posizione dei punti emissivi, in blu la posizione delle caldaie.

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 55 di 85	Rev. 0

Le caratteristiche della caldaia sono state ricavate dal datasheet visibile in Figura 6-I.

Scheda tecnica EuroBongas (1)							
	UNITÀ	1/5 I	1/6 I	1/7 I	1/8 I	1/9 I	1/10 I
DATI GENERALITÀ CALDAIA							
Tipo scarico fumi		B 11 bs	B 11 bs				
Numero elementi		5	6	7	8	9	10
Tipo combustibile		Metano/GPL	Metano/GPL	Metano/GPL	Metano/GPL	Metano/GPL	Metano/GPL
Portata termica al focolare nominale	kW (kcal/h)	59,7 (51.340)	74,3 (63.900)	79,5 (68.370)	89,0 (76.540)	102,3 (87.980)	114,0 (98.040)
Potenza termica utile nominale	kW (kcal/h)	53,1 (45.690)	66,1 (56.870)	71,6 (61.530)	80,1 (68.890)	92,1 (79.180)	102,6 (88.240)
Accensione		Ionizzazione	Ionizzazione	Ionizzazione	Ionizzazione	Ionizzazione	Ionizzazione
Certificazione CE	PIN	0051BL1861	0051BL1861	0051BL1861	0051BL1861	0051BL1861	0051BL1861
RENDIMENTI ENERGETICI (Dir. 92/42/CEE - Legge 10/91 - DPR 412/93)							
Rendimento termico utile alla potenza nominale	%	89,4	89,4	90,0	90,0	90,0	90,0
Rendimento termico utile al 30% del carico nominale	%	85,7	85,7	86,4	86,4	86,4	86,4
Rendimento energetico minimo (DPR 412/93)	%	87,5	87,6	87,7	87,8	87,9	88
Perdita al mantello ($\Delta T = 50 \text{ }^\circ\text{C}$) P_d	%	1,8	1,6	1,1	1,2	1,4	1,4
Perdita ai fumi a bruciatore acceso P_f	%	8,8	9,0	8,9	8,8	8,6	8,6
Perdita ai fumi a bruciatore spento P_{fbs}	%	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
DIMENSIONAMENTO CAMINO (Legge 46/90 - UNI9615)							
Temperatura fumi (Metano) potenza nominale - $T_{amb} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	127	144	136	139	134	136
Portata massica fumi (Metano) potenza nominale	g/s	46	51	57	62	72	79
Contenuto di CO_2 (Metano) nei fumi secchi	%	5	5,7	5,4	5,6	5,5	5,6
ϕ Attacco tubo fumi	mm	175	175	200	200	225	225
Pressione alimentazione necessaria (tiraggio necessario)	Pa	6	6	6	6	6	6
DATI COMBUSTIONE / GAS							
Consumo a potenza nominale Metano G20 (15 $^\circ\text{C}$, 1013 mbar)	m^3/h	6,32	7,86	8,41	9,42	10,83	12,07
Consumo a potenza nominale - GPL (G30 / G31)	kg/h	4,71/4,63	5,87/5,77	6,28/6,17	7,03/6,91	8,08/7,94	9,00/8,85
Livello MAX di emissione CO_2 % ≤ 0	ppm	60	60	60	60	60	60
Livello MAX di emissione NO_x 0_2 % ≤ 0	ppm	130	130	130	130	130	130
Volume camera di combustione	m^3	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
Superficie di scambio	m^2	2,80	3,50	4,20	4,90	5,60	6,30
Pressione dinamica gas in ingresso - Metano G20	mbar	20	20	20	20	20	20
Pressione dinamica gas in ingresso - GPL (G30 / G31)	mbar	30/37	30/37	30/37	30/37	30/37	30/37
Pressione bruciatore - Metano G20	mbar	10,5	10,5	10,5	11,5	11,5	11,5
Pressione bruciatore - GPL G30 / G31	mbar	27/35	27/35	27/35	27/35	27/35	27/35
Ugelli pilota Metano - G20	ϕ mm	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Ugelli pilota - GPL G30 / G31	ϕ mm	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Ugelli bruciatore - Metano G20	ϕ mm	3,80	4,20	4,50	4,60	5,00	5,30
Ugelli bruciatore - GPL G30 / G31	ϕ mm	2,25	2,40	2,55	2,70	2,90	3,00
Attacco gas	Pollici	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4
DATI IDRAULICI - LATO IMPIANTO RISCALDAMENTO							
Temperatura minima in mandata	$^\circ\text{C}$	40	40	40	40	40	40
Temperatura massima in mandata	$^\circ\text{C}$	90	90	90	90	90	90
Contenuto d'acqua del generatore	l	25	30	35	40	45	50
Pressione massima d'esercizio	bar	5	5	5	5	5	5
ϕ Andata - Ritorno impianto	Pollici	2	2	2	2	2	2
ΔT Massimo Mandata - Ritorno	$^\circ\text{C}$	20	20	20	20	20	20
Perdita di carico lato acqua ($\Delta T = 10 \text{ }^\circ\text{C}$)	mbar	16,5	19,5	23,0	26,8	30,8	34,4
DATI DIMENSIONALI							
Misure ingombro (L x h x p)	mm	450x1720x655	450x1720x755	450x1720x850	450x1720x945	450x1720x1040	450x1720x1135
Peso	kg	190	225	260	295	330	365
Numero colli per trasporto	Pezzi	3	3	3	3	3	3
DATI ELETTRICI							
Alimentazione elettrica	V/Hz	230/50	230/50	230/50	230/50	230/50	230/50
Potenza elettrica assorbita totale	W	20	20	20	20	20	20
Grado di protezione IP		20	20	20	20	20	20

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 56 di 85	Rev. 0

Figura 6-I – Datasheet della nuova caldaia prevista dal progetto (evidenziata dal rettangolo rosso).

Le caratteristiche salienti sono riassunte nella seguente tabella.

Dato	UM	Valore	Fonte del dato
Modello caldaia	-	1/9 I metano	(1)
Portata termica al focolare nominale	kcal/h	87980	(1)
Marca caldaia	-	Bongioanni	(1)
Temperatura fumi	°C	134	(1)
Contenuto di CO ₂ nei fumi secchi	%	5,5	(1)
Portata massiccia fumi potenza nominale	g/s	72	(1)
Livello MAX di emissione CO con O ₂ 0 %	ppm	60	(1)
Livello MAX di emissione NOx con O ₂ 0 %	ppm	130	(1)

Tabella 6-E Dati utilizzati per il calcolo dei tassi emissivi.

Fonte dei dati: (1) Datasheet fornito dalla ditta Bongioanni.

In base ai dati elencati nella precedente tabella si calcolano i dati necessari per caratterizzare la sorgente da inserire nel programma previsionale CALPUFF.

Dato calcolato:	UM	Valore
Portata fumi tq	m ³ /h	174
Diametro condotto	m	0,225
Velocità fumi tq	m/s	1,22
Altezza punto emissione dal PC	m	7
Livello di CO nei fumi	g/s	0,00216
Livello di NOx nei fumi	g/s	0,00770
Temperatura fumi	°k	407

Tabella 6-F Dati dei tassi emissivi della sorgente.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 57 di 85	Rev. 0

6.3 Algoritmi di calcolo e valori di emissioni utilizzati per la valutazione del cantiere.

Si procede di seguito a verificare previsionalmente l'impatto acustico generato dalle attività di cantiere per la realizzazione del nuovo impianto HPRS in progetto, nonché per la dismissione delle opere esistenti. Le attività di cantiere saranno svolte nel solo periodo diurno con durata di 10 ore e solamente nei giorni feriali.

Di seguito vengono illustrate le fasi costruttive più rilevanti da un punto di vista ambientale, inerenti all'opera oggetto della presente trattazione.

Realizzazione di infrastrutture provvisorie

Con questo termine si intendono le piazzole di stoccaggio per l'accatastamento del materiale di costruzione dell'impianto.

Le stesse saranno ubicate in prossimità dell'area di cantiere ed a ridosso della viabilità esistente, per l'accatastamento provvisorio dei tubi e delle varie componenti impiantistiche, quali pezzi speciali, valvole etc. L'area sarà scelta in posizione facilmente accessibile, pianeggiante e priva di vegetazione arborea.

Gli accessi provvisori alle aree sono previsti direttamente dalla viabilità ordinaria e/o con brevi tratti di raccordo a mezzo di strade di larghezza tale da permettere l'ingresso degli autocarri.

Tutto il terreno localmente movimentato per la predisposizione della superficie di stoccaggio sarà riposizionato in sito per ricostituire l'originale morfologia dei luoghi una volta terminati i lavori.

Apertura dell'area di lavoro

Le operazioni di scavo e di montaggio delle componenti impiantistiche richiederanno l'apertura di un'area di lavoro, che dovrà consentire la buona esecuzione dei lavori ed il transito dei mezzi di servizio e di soccorso, ed a margine della quale verrà effettuato l'accantonamento del terreno vegetale (humus).

Durante questa fase, quando necessario, vengono anche riposizionati i servizi interferenti i lavori quali:

- le linee elettriche;
- le linee telefoniche;
- gli acquedotti per irrigazione;
- le recinzioni (solo se necessario).

I mezzi che saranno utilizzati per la realizzazione di tale fase sono i seguenti:

- Ruspe;
- Escavatori;
- Pale meccaniche.

L'accesso dei mezzi di lavoro all'area di cantiere sarà garantito dalla stessa strada di accesso, che consente attualmente di raggiungere l'area impiantistica Ravenna – Bassette esistente.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 58 di 85	Rev. 0

Il terreno precedentemente accantonato sarà ricollocato ove possibile nella posizione originaria a fine lavori e rispettando la sequenza stratigrafica riscontrata.

Realizzazione dell'impianto

La realizzazione dell'impianto consiste nel montaggio delle valvole, dei relativi bypass e delle diverse apparecchiature.

L'impianto è adibito alla riduzione della pressione del gas naturale ed è costituito dai seguenti apparati:

- Intercettazione gas;
- filtraggio;
- preriscaldamento;
- riduzione della pressione;
- misura.

Le valvole principali sono generalmente poste interrate alla stessa quota della condotta di linea, mentre all'esterno è posizionato il volantino di manovra collegato alla valvola attraverso uno stelo di comando per regolare l'apertura e la chiusura della valvola stessa.

Anche queste attrezzature saranno collaudate e le aree di impianto sono recintate e collegate con brevi tratti di strada alla viabilità ordinaria.

L'impianto verrà recintato con pannelli in grigliato metallico aventi un'altezza superiore a 2 m, installati su cordolo di calcestruzzo armato.

L'ingresso all'impianto viene garantito da una strada di accesso che consente attualmente di raggiungere l'area impiantistica Ravenna – Bassette esistente, predisposta a partire dalla viabilità comunale e completata in maniera definitiva al termine dei lavori di realizzazione dell'impianto.

All'interno dell'impianto è prevista la realizzazione di un edificio prefabbricato per il ricovero delle apparecchiature di strumentazione e controllo.

L'impianto comprende, inoltre, apparecchiature per la protezione elettrica e per il monitoraggio.

Al termine dei lavori si procede al collaudo ed al collegamento dei sistemi alle linee.

Tutto il terreno idoneo movimentato sarà riutilizzato in loco.

Realizzazione dei ripristini

A completamento dei lavori di costruzione si effettueranno gli opportuni interventi di ripristino.

Lo scopo dei ripristini è di ristabilire, in tempi brevi, le condizioni naturali preesistenti, eliminando gli effetti della costruzione sull'ambiente. Allo stesso tempo si impedirà lo sviluppo di dissesti non compatibili con la sicurezza della condotta stessa.

Tali interventi saranno realizzati tenendo conto delle condizioni ambientali (geomorfologiche, pedologiche e vegetazionali) e sono descritti nel Par. 2.6.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 59 di 85	Rev. 0

Opera ultimata

Al termine dei lavori, le condotte di collegamento risulteranno completamente interrato e l'area di lavoro sarà interamente ripristinata. L'unico elemento fuori terra sarà l'area impiantistica ultimata, costituita dagli elementi descritti nel precedente paragrafo.

Gli interventi di ripristino concorrono sostanzialmente alla mitigazione degli impatti indotti dalla realizzazione dell'opera sull'ambiente e sono progettati al fine di riportare, per quanto possibile e nel tempo necessario, gli ecosistemi esistenti nella situazione preesistente ai lavori.

Fasi di rimozione impianto esistente

La rimozione completa dei tratti di linea e degli impianti, ivi comprese le opere accessorie messe a nudo con gli scavi (sfiati, cavi e cassette di protezione catodica con i relativi cavi e portacavi, supporti e basamenti in cls. ed in carpenteria metallica, etc.), fa parte della fase relativa alla dismissione del progetto relativo al metanodotto "Rifacimento Metanodotto Ravenna M. – Ravenna T. DN 650 (26") – DP 75 bar e Opere Connesse", già approvato in sede di VIA Ministeriale e autorizzato.

Le operazioni di rimozione consentono di eliminare ogni elemento estraneo ai luoghi di intervento ed è considerata come lo strumento più adatto per ripristinare al meglio le iniziali condizioni dei luoghi interessati dalle opere da dismettere.

Le attività di rimozione delle condotte di collegamento comprendono generalmente le seguenti fasi principali:

- Apertura dell'area di lavoro

Le operazioni di scavo della trincea e di rimozione dei tratti di tubazione relativi all'impianto da dismettere richiederanno l'apertura di un'area di lavoro analoga a quella prevista per la messa in opera della nuova area impiantistica.

- Scavo della trincea

Lo scavo destinato a portare a giorno le tubazioni da rimuovere sarà aperto con l'utilizzo di escavatori.

Il materiale di risulta dello scavo sarà depositato lateralmente allo scavo stesso, per essere riutilizzato in fase di rinterro della trincea. Tale operazione sarà eseguita in modo da evitare la miscelazione del materiale di risulta con lo strato humico accantonato, nella fase di apertura dell'area di lavoro.

Durante lo scavo si provvederà a rimuovere il nastro di avvertimento.

- Sezionamento delle condotte nella trincea

Al fine di rimuovere le tubazioni dalla trincea si procederà a tagliare le stesse in spezzoni di lunghezza adeguata con l'impiego di idonei dispositivi.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 60 di 85	Rev. 0

È previsto l'utilizzo di escavatori per il sollevamento delle stesse.

- Rimozione delle condotte

Gli spezzoni di tubazione sezionati nella trincea saranno sollevati e momentaneamente posati lungo la trincea per consentire il taglio in misura idonea al trasporto.

- Rimozione impianto concentrato

La rimozione dell'impianto consiste nello smontaggio delle valvole, dei relativi by-pass e dei diversi apparati (apparecchiature di controllo, ecc.) nonché nello smantellamento dei basamenti delle valvole in c.a., delle pavimentazioni e della recinzione, nonché di tutti i servizi presenti all'interno dell'impianto compresi gli eventuali impianti elettrici, di strumentazione e di telecomunicazioni.

L'area impiantistica di Bassette sarà soggetta a rimozione parziale e modifica per ampliamento; pertanto, parte dell'impianto e dei relativi servizi dovrà rimanere in esercizio, mentre la cabina di Riduzione n. 645/A, ubicata a circa 70 m dal nuovo Impianto HPRS-10 IS 75/12 bar in progetto che occupa una superficie di circa 100 m², verrà completamente rimossa.

La dismissione degli impianti relativi ai tracciati esistenti fa parte del progetto relativo all'opera "Rifacimento Metanodotto Ravenna M. – Ravenna T. DN 650 (26") – DP 75 bar e Opere Connesse" già approvata in sede di VIA Ministeriale ed autorizzata.

In generale, la rimozione degli impianti comprenderà:

- la rimozione delle valvole e delle tubazioni;
- la demolizione dei basamenti anche in c.a.;
- la rimozione della strumentazione e dei cavi;
- la demolizione dei fabbricati;
- la demolizione delle recinzioni, dei cunicoli, dei cordoli, ecc.;
- lo smaltimento dei materiali di risulta delle demolizioni;
- il sezionamento, la pulizia, trasporto ed accatastamento accantonamento del materiale ferroso (materiale tubolare, valvole, ecc.) e della carpenteria nelle aree di deposito temporaneo;
- le modifiche ai cavi di telecontrollo, elettrici e di strumentazione degli impianti che rimangono in esercizio qualora vengano interessati dalle rimozioni;
- il ripristino funzionale della rete di terra relativa agli impianti che rimangono in esercizio qualora venga danneggiata dalle operazioni di demolizione;
- la sistemazione delle aree interne agli impianti che rimangono in esercizio;
- la riprofilatura del terreno oggetto degli interventi secondo la morfologia originaria.

Al termine dei lavori si dovrà eseguire le verifiche funzionali sull'impianto elettrico, strumentale e telecontrollo di tutti gli impianti oggetto di interventi e che rimangono in esercizio.

Cronoprogramma delle attività

I lavori di costruzione del nuovo impianto, come illustrato nei precedenti paragrafi, iniziano con la preparazione delle piazzole di stoccaggio per l'accatastamento dei materiali e l'accantieramento.

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 61 di 85	Rev. 0

Successivamente al trasporto dei materiali si svolgeranno le attività specifiche alla realizzazione dell'impianto quale la prefabbricazione, le opere civili di fondazione e in elevazione e le opere impiantistiche.

A completamento dei lavori di costruzione si effettueranno gli opportuni interventi di ripristino. Tutte le attività di cantiere previste per la realizzazione del nuovo impianto si svolgeranno esclusivamente in orario diurno.

Di seguito si riporta il cronoprogramma dei lavori di massima che prevede la durata complessiva della attività di 8 mesi.

AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA-BASSETTE Nuovo impianto impianto HPRS-10 IS 75/12 bar										
Pos.	DESCRIZIONE ATTIVITA'	MESI	1	2	3	4	5	6	7	8
1	ACCANTIERAMENTO	0,5	■							
2	APERTURA AREA DI LAVORO	0,5		■						
3	TRASPORTO MATERIALE	0,5		■						
4	PREFABBRICAZIONE IMPIANTI	1		■	■					
5	SCAVI	1			■	■				
6	OPERE CIVILI DI FONDAZIONE	1,5			■	■	■			
7	POSA E ASSIEMMAGGIO	1				■	■			
8	OPERE P.E. ED ELE/SMI	1					■	■		
9	OPERE CIVILI IN ELEVAZIONE E DI FINITURA	2,5					■	■	■	
10	OPERE IMPIANTISTICHE	2,5					■	■	■	■
11	REINTERRI	1							■	■
12	COLLAUDI	1							■	■
13	RIPRISTINI	1,5								■
14	PAVIMENTAZIONI, RECINZIONE E OPERE DI FINITURA	1								■

Figura 6-J – Cronoprogramma fasi di cantiere.

Va considerato che le diverse fasi non sono consecutive ma esse si sovrappongono fra di loro e utilizzano le medesime attrezzature, per questo possono essere accorpate nelle seguenti macrofasi:

- **Apertura area di lavoro** comprendenti le posizioni da uno a tre del cronoprogramma di Figura 6-J in questa fase prevale la movimentazione dei materiali e delle terre.
- **Scavi e fondazioni** comprendenti le posizioni da quattro a sei del cronoprogramma di Figura 6-J in cui si realizzano gli scavi e opere in CLS.
- **Opere impianti e finiture** comprendenti le posizioni da sette a dieci del cronoprogramma di Figura 6-J in questa fase si realizzano gli impianti e le opere civili in elevazione.
- **Rinterri e collaudi** comprendenti le posizioni undici e dodici del cronoprogramma di Figura 6-J dove si rinterrano i tratti di tubazione e si eseguono i collaudi.
- **Ripristini** comprendenti le posizioni tredici e quattordici del cronoprogramma di Figura 6-J dove si eseguono le fasi di rimozione impianto esistente e si effettuano le ultime finiture.

Al fine di stimare le emissioni dei principali inquinanti caratteristici di ogni fase si utilizzano i seguenti approcci.

6.3.1 SOLLEVAMENTO DI POLVERI PRODOTTE DURANTE LA FASE DI SCORTICO

L'attività di scortico (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

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 62 di 85	Rev. 0

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 60% PM₁₀).

Nel caso in esame, considerando una ruspa di dimensioni medie 3,5 m e che in una giornata tipo (considerata di 10 ore) possa effettuare uno scotico pari a 3000 m² su una profondità di 0,40 m si può stimare una emissione di

- PTS: 4.89 kg/giorno
- PM10: 3.42 kg/giorno.

Considerando le effettive superficie da destinare al cantiere (pari a circa 15000 m² al netto delle aree cementare già esistenti) tali lavorazioni si protrarranno per circa 5 giorni lavorativi.

6.3.2 FORMAZIONE E STOCCAGGIO DI CUMULI DI INERTI.

Per la formazione e lo stoccaggio dei cumuli di inerti è stata impiegata la metodologia "Aggregate Handling and Storage Piles" dell'AP-42 (US-EPA).

Tale modello risulta così definito:

Equazione 1 Calcolo del fattore di emissione specifico

$$E = 0.0016 \cdot k \cdot \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

Dove:

E= Fattore di emissione calcolato espresso in kg/ Mg

U = Velocità del vento media in m/s

M= contenuto in percentuale di umidità del materiale

K= fattore che dipende dalla dimensione del particolato; k=0,35 per il PM₁₀.

Il valore della velocità del vento U viene calcolato come media dei valori dell'anno 2020 relativi al periodo diurno ricavati dai dataset meteorologici delle stazioni meteo più prossime all'area del cantiere in particolar modo sono state considerate le seguenti stazioni:

ID	ID staz	Rete stazione	X cord. (Km)	Y cord. (Km)	UTM	Valore medio diurno del vento
1	5200	ARPAE	277.084	4921.781	33	2,4 m/s
2	161400	SYNOP	205.156	4937.998	33	2,7 m/s

Tabella 6-G Stazioni metereologiche utilizzate per la determinazione della velocità media del vento nell'area cantiere.

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 63 di 85	Rev. 0

Il valore dell'umidità è stato ricavato dalla tabella 13.2.4-1 indicata dalla AP-42 (US-EPA), ai fini di una stima maggiormente conservativa è stato utilizzato il valore medio di umidità contenuto sul terreno superficiale per le miniere di carbone.

Industry	No. Of Facilities	Material	Silt Content (%)			Moisture Content (%)		
			No. Of Samples	Range	Mean	No. Of Samples	Range	Mean
Iron and steel production	9	Pellet ore	13	1.3 - 13	4.3	11	0.64 - 4.0	2.2
		Lump ore	9	2.8 - 19	9.5	6	1.6 - 8.0	5.4
		Coal	12	2.0 - 7.7	4.6	11	2.8 - 11	4.8
		Slag	3	3.0 - 7.3	5.3	3	0.25 - 2.0	0.92
		Flue dust	3	2.7 - 23	13	1	—	7
		Coke breeze	2	4.4 - 5.4	4.9	2	6.4 - 9.2	7.8
		Blended ore	1	—	15	1	—	6.6
		Sinter	1	—	0.7	0	—	—
		Limestone	3	0.4 - 2.3	1.0	2	ND	0.2
Stone quarrying and processing	2	Crushed limestone	2	1.3 - 1.9	1.6	2	0.3 - 1.1	0.7
		Various limestone products	8	0.8 - 14	3.9	8	0.46 - 5.0	2.1
Taconite mining and processing	1	Pellets	9	2.2 - 5.4	3.4	7	0.05 - 2.0	0.9
		Tailings	2	ND	11	1	—	0.4
Western surface coal mining	4	Coal	15	3.4 - 16	6.2	7	2.8 - 20	6.9
		Exposed ground	3	5.1 - 21	15	3	0.8 - 6.4	3.4
Coal-fired power plant	1	Coal (as received)	60	0.6 - 4.8	2.2	39	2.7 - 7.4	4.3
Municipal solid waste landfills	4	Sand	1	—	2.6	1	—	7.4
		Slag	2	3.0 - 4.7	3.8	2	2.3 - 4.9	3.6
		Cover	5	5.0 - 16	9.0	5	8.9 - 16	12
		Clay/dirt mix	1	—	9.2	1	—	14
		Clay	2	4.5 - 7.4	6.0	2	8.9 - 11	10
		Fly ash	4	78 - 81	80	4	26 - 29	27
		Misc. fill materials	1	—	12	1	—	11

^a References 1-10. ND = no data.

Tabella 6-H Valori indicati metodologia "AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13.2.2: Miscellaneous Sources – Aggregate Handling And Storage Piles" (USEPA 2006) nella tabella 13.2.4-1.

Considerando i dati possiamo calcolare il fattore E specifico di PM₁₀ per tonnellata di materiale movimentato:

$$0,000331 \text{ kg/Mg} = 0,0016 \cdot 0,35 \cdot \frac{\left(\frac{2,6}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{3,4}{2}\right)^{1,4}}$$

U = 2,6 velocità media del vento dell'area progetto

M = 3,4% nel caso specifico previsto dalla AP-42 (US-EPA)

K = 0,35 fattore per il PM₁₀.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 64 di 85	Rev. 0

Nel caso specifico i volumi di terre movimentare durante le fasi di scavo fondamenta e banchine dell'area di impianto di superficie di 1560 m² con una profondità media di 1,5 metri dal piano di scotico corrispondono una quantità movimentata di 4212 tonnellate considerando una densità dei terreni di 1800 Kg/m³. A scopo cautelativo sono state considerate movimentate un'unica giornata di lavoro.

La stessa quantità è stata considerata anche nella fase di rinterri e collaudi.

6.3.3 EMISSIONI MOVIMENTO DEI MEZZI SU PISTE NON ASFALTATE

Per quanto riguarda l'emissione di polveri PM₁₀ in atmosfera dovuta alla circolazione degli automezzi su strade non pavimentate, si fa riferimento alla metodologia, "Unpaved Roads" dell'AP-42 (US-EPA). Essa è definita nel modo seguente:

Equazione 2 Calcolo fattore emissione piste non asfaltate.

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

dove

- E = fattore di emissione espresso in libbre per miglia (1 lb/mile = 281,9 g/km);
- k = fattore che dipende dalla dimensione del particolato; k=1,5 per il PM₁₀;
- s = contenuto percentuale di limo (silt- vedi Tabella 6-I)
- W = peso medio del veicolo
- a = esponente che dipende dalle dimensioni del particolato; a=0,9 per il PM₁₀;
- b = esponente che dipende dalle dimensioni del particolato; b=0,45 per il PM₁₀.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 65 di 85	Rev. 0

Industry	Road Use Or Surface Material	Plant Sites	No. Of Samples	Silt Content (%)	
				Range	Mean
Copper smelting	Plant road	1	3	16 - 19	17
Iron and steel production	Plant road	19	135	0.2 - 19	6.0
Sand and gravel processing	Plant road	1	3	4.1 - 6.0	4.8
	Material storage area	1	1	-	7.1
Stone quarrying and processing	Plant road	2	10	2.4 - 16	10
	Haul road to/from pit	4	20	5.0-15	8.3
Taconite mining and processing	Service road	1	8	2.4 - 7.1	4.3
	Haul road to/from pit	1	12	3.9 - 9.7	5.8
Western surface coal mining	Haul road to/from pit	3	21	2.8 - 18	8.4
	Plant road	2	2	4.9 - 5.3	5.1
	Scraper route	3	10	7.2 - 25	17
	Haul road (freshly graded)	2	5	18 - 29	24
Construction sites	Scraper routes	7	20	0.56-23	8.5
Lumber sawmills	Log yards	2	2	4.8-12	8.4
Municipal solid waste landfills	Disposal routes	4	20	2.2 - 21	6.4

*References 1,5-15.

Tabella 6-I Valori indicati metodologia "AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13.2.2: Miscellaneous Sources – Unpaved roads" (USEPA 2006) nella tabella 13.2.2.2-1

Considerando le tipologie di mezzi d'opera utilizzati si può calcolare il fattore di emissione chilometrico specifico di PM₁₀ in base alla sua massa, nella successiva tabella si riportano i valori così calcolati.

Tipologia Mezzi	Massa media	Polveri PM ₁₀ (fattore di emissione)	Percorrenza media considerata
Escavatori, ruspa, pala cingolata, autocarro 4x4 ecc	30 ton	874 g/km	0,5 Km
Autocarro (peso medio fra pieno carico 34 t e vuoto 15 t)	24,5 ton	781 g/km	2 Km
Fuoristrada	2 ton	258 g/km	2 Km
Pulmino	1 ton	185 g/km	2 Km

Tabella 6-J Fattore di emissione in funziona della tipologia dei mezzi

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 66 di 85	Rev. 0

6.3.4 EMISSIONI DELLE MACCHINE OPERATRICI

Una particolarità di questa classe di veicoli è che le emissioni dipendono dalla potenza sviluppata dal motore e non dai chilometri percorsi in relazione all'utilizzo di tali macchine: saranno quindi più sensibili al carico trasportato che alla velocità raggiunta del mezzo.

È da considerare, infatti, che le macchine operatrici compiono minimi spostamenti o addirittura restano ferme, pur mantenendo i motori accesi: una metodologia di calcolo che si basi soltanto sui chilometri percorsi condurrebbe inevitabilmente ad una sottostima delle emissioni in atmosfera.

Per la stima degli inquinanti emessi con i fumi di scarico delle macchine operatrici si fa riferimento dunque ai fattori di emissione stimati secondo la metodologia americana sviluppata dall'AQMD (South Coast Air Quality Management District) e contenuta in "Air Quality Analysis Guidance Handbook- Off-Road Mobile Source Emission Factors" dei mezzi relativamente al valore medio 2011-2019, tenendo conto del numero dei mezzi, della loro potenza e del numero di ore di lavoro giornaliere, di cui si riporta un estratto in Tabella 6-K relativo ai mezzi d'opera effettivamente utilizzati in questo progetto.

Equipment	MaxHP	CO	NO _x	SO _x	PM
		(g/hr)	(g/hr)	(g/hr)	(g/hr)
Escavatore	250	157,3	415,2	0,8	13,9
Escavatore	120	232,0	265,4	0,4	21,2
Pala meccanica (pala cingolata)	250	159,3	457,2	0,8	15,8
Betoniera	175	394,1	521,4	0,8	26,7
Pale compatte	120	123,4	124,5	0,2	8,4
Carrelli elevatori fuoristrada	120	193,6	235,6	0,3	19,3
Generatore	250	190,7	629,7	1,1	17,6
Compressore	250	128,9	424,3	0,7	13,2

Tabella 6-K: Fattori di emissione stimati secondo la metodologia americana sviluppata dall'AQMD dei mezzi utilizzati relativamente alla media 2011-2019 espressi in grammi ora.

6.3.5 EMISSIONI VEICOLARI DEI MEZZI STRADALI

La metodologia elaborata ed applicata alla stima delle emissioni degli inquinanti atmosferici è basata sulla banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA basata sull'EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 ed è coerente con le Guidelines IPCC 2006 relativamente ai gas serra.

I fattori di emissione sono calcolati sia rispetto ai km percorsi che rispetto ai consumi, con riferimento sia al dettaglio delle tecnologie che all'aggregazione per settore e combustibile, elaborati sia a livello totale che distintamente per l'ambito urbano, extraurbano ed autostradale.

Nel caso specifico sono stati utilizzati i fattori emissivi più penalizzanti che corrispondono al ciclo urbano (U) che sono riportati in Tabella 6-L.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 67 di 85	Rev. 0

Category	CO 2018 g/km U	NOx 2018 g/km U	PM10 2018 g/km U	SO ₂ 2018 g/km U
Passenger Cars (pulmino)	2,0745	0,4984	0,0436	0,0009
Light Commercial Vehicles (fuoristrada)	0,7616	1,1495	0,0876	0,0015
Heavy Duty Trucks (camion)	1,7871	6,5139	0,2484	0,0045

Tabella 6-L: Fattori di emissione utilizzati per i mezzi stradali.

In linea generale sono stati considerati i seguenti percorsi giornalieri.

6.3.6 CONFIGURAZIONE DEI MEZZI IMPIEGATI NEI CANTIERI

Nella successiva tabella si riportano l'utilizzo dei mezzi che possono produrre emissione di inquinanti significative in corrispondenza delle varie fasi di cantiere.

Equipment	MaxHP	Ap.area di lavoro	Scavi e fondaz.	Impianti e finiture	Rinterri e collaudi	Ripristini
Escavatore	250	N°1 (10H)	-	-	-	N°1 (10H)
Escavatore	120	-	N°1 (10H)	-	N°1 (10H)	-
Pala meccanica (pala cingolata)	250	N°1 (10H)	-	-	-	-
Betoniera	175	-	N°1 (4H)	-	-	-
Pale compatte	120	-	N°1 (10H)	-	N°1 (10H)	N°1 (10H)
Carrelli elevatori fuoristrada	120	-	-	N°1 (10H)	-	-
Generatore	250	-	-	N°1 (4H)	-	-
Compressore	250	-	-	N°1 (4H)	-	-
Camion	-	N°1 (2Km)	N°1 (2Km)	N°1 (2Km)	N°1 (2Km)	N°1 (2Km)
Fuori strada	-	N°1 (2Km)	N°1 (2Km)	N°1 (2Km)	N°1 (2Km)	N°1 (2Km)
Pulmino	-	N°1 (2Km)	N°1 (2Km)	N°1 (2Km)	N°1 (2Km)	N°1 (2Km)

Tabella 6-M: Numero mezzi e ore al giorno di attività o chilometri percorsi fra parentesi.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 68 di 85	Rev. 0

6.3.7 GEOMETRIE DELL' SORGENTI EMISSIVE CONSIDERATE

Nella Figura 6-K si riporta l'estensione del cantiere destinato alla realizzazione del nuovo HPRS 10, l'area considerata a una superficie di circa 15000 metri quadrati netti considerando che le aree del vecchio impianto non saranno interessate alle operazioni iniziali quali scortico superficiale, scavi, opere edili ecc.

I contaminanti presi in considerazione nella stima degli impatti associati alle attività di cantiere allestito sono le Polveri e gli Ossidi di Azoto legate ai gas esausti dei mezzi di cantiere ed anche, limitatamente alle polveri, alle operazioni di scavo e movimentazione del terreno oltre che al transito dei mezzi lungo le piste (non asfaltate) di cantiere.

Per tali mezzi e per le attività polverigene non si prevede una collocazione fissa all'interno dell'area di cantiere, pertanto, nelle valutazioni che seguono, la sorgente tipo considerata è una sorgente areale le cui misure coincidono con quelle dei cantieri stessi ed in cui le emissioni legate ai fumi esausti dei mezzi ed al sollevamento polveri si ipotizzano distribuite uniformemente.

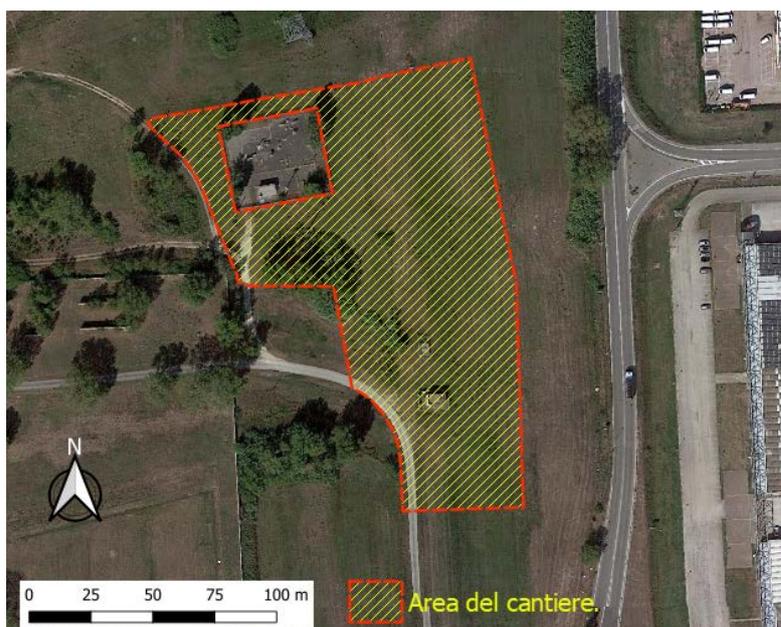


Figura 6-K – Area destinata al cantiere.

In ogni caso, ultimate le operazioni previste dalle singole fasi di lavoro nel cantiere, ogni sorgente non produrrà più effetti.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 69 di 85	Rev. 0

6.3.8 DEFINIZIONE QUANTITATIVA DELLE SORGENTI EMISSIVE CONSIDERATE

In base agli algoritmi di calcolo citati nel presente paragrafo sono state calcolate le polveri della fase di scortico (13.2.3 "Heavy construction operations" dell'AP-42), le polveri durante le fasi scavo terre (Aggregate Handling and Storage Piles" dell'AP-42), le polveri dovute al transito mezzi (*Unpaved Roads*" dell'AP-42) ed infine i gas di combustione delle macchine operatrici (metodologia AQMD) e dai veicoli commerciali (ISPRA- EMEP/EEA).

Nella Tabella 6-N sono riassunti i valori calcolati sulle singole fasi.

Fase	Contributo	CO	NO _x	SO _x	PM
		(g/gg)	(g/gg)	(g/gg)	(g/gg)
Apertura area di lavoro	Polveri fase scortico	-	-	-	2931,4
	Polveri fase scavo	-	-	-	-
	Polveri transito mezzi	-	-	-	2658,2
	Gas macchine oper.	3169,5	8736,3	15,7	297,5
	Totale fase	3169,5	8736,3	15,7	5887,1
Scavi e fondazioni	Polveri fase scortico	-	-	-	-
	Polveri fase scavo	-	-	-	1694,6
	Polveri transito mezzi	-	-	-	2410,4
	Gas macchine oper.	5139,3	6001,5	9,5	403,2
	Totale fase	5139,3	6001,5	9,5	4508,3
Opere impianti e finiture	Polveri fase scortico	-	-	-	-
	Polveri fase scavo	-	-	-	-
	Polveri transito mezzi	-	-	-	1385,6
	Gas macchine oper.	3218,3	6579,0	10,3	317,1
	Totale fase	3218,3	6579,0	10,3	1702,7
Rinterri e collaudi	Polveri fase scortico	-	-	-	-
	Polveri fase scavo	-	-	-	1694,6
	Polveri transito mezzi	-	-	-	2410,4
	Gas macchine oper.	3561,5	3913,6	6,2	296,3
	Totale fase	3561,5	3913,6	6,2	4401,4
Ripristini	Polveri fase scortico	-	-	-	-
	Polveri fase scavo	-	-	-	596,5
	Polveri transito mezzi	-	-	-	2410,4
	Gas macchine oper.	2816,1	5413,1	10,4	223,1
	Totale fase	2816,1	5413,1	10,4	3230,0

Tabella 6-N: Calcolo quantitativo emissione inquinanti per ogni fase.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 70 di 85	Rev. 0

Dai dati esposti in Tabella 6-N si può calcolare la fase più impattante che verrà valutato con il modello previsionale, va considerato che in modo cautelativo si considera questa fase attiva su ogni giorno feriale dell'anno considerato (2020) calcolato dal modello per verificare la combinazione più sfavorevole rispetto alle condizioni meteorologiche.

Nel caso specifico verranno considerate le emissioni di polveri PM₁₀ e di NO_x, mentre per il monossido di carbonio e l'anidride solforosa non sono considerate significative rispettivamente perché il primo con limite molto elevato pari a 10 mg/m³ (ossia 10.000 µg/m³), il secondo per le quantità rilasciate irrisorie.

La fase più impattante è quella della **apertura area di lavoro** a cui verrà assegnata una quantità di polveri **PM₁₀** pari a 5887,1 g/gg che corrisponde sull'intera area di cantiere (15000 m²) ad un flusso unitario di 0,0000109 g/m²*sec considerando 10 ore di attività giornaliera. Mentre per gli ossidi di azoto **NO_x** le quantità giornaliere assegnate sono 8736,3 g/gg che corrisponde sull'intera area di cantiere (15000 m²) ad un flusso unitario di 0,0000162 g/m²*sec considerando 10 ore di attività giornaliera.

Va considerato che gli ossidi di azoto che al momento dell'emissione gran parte degli Ossidi di Azoto è in forma di NO, con un rapporto NO/NO₂ decisamente a favore del primo. La letteratura fornisce, come dato relativo al contenuto di NO₂ nelle emissioni, un valore compreso tra il 5 ed il 10% del totale degli Ossidi di Azoto.

Dei due composti, il biossido di Azoto (NO₂) è quello soggetto alla normativa con limiti in base oraria, mentre gli ossidi di azoto (NO_x) il limite è annuale (protezione della vegetazione) pertanto vista la durata limitata delle attività impattanti quest'ultimo limite assume una importanza secondaria.

Una volta emessi, gli Ossidi di Azoto (costituiti dal 5-10% di NO₂ e dal 90-95% di NO) si mescolano con l'aria circostante (dispersione turbolenta) e reagiscono con le altre molecole presenti in aria andando a modificare la proporzionalità iniziale fra NO ed NO₂. In particolare, il rapporto iniziale NO₂/NO_x (pari a ca. 0,05-0,10) tende ad aumentare con la distanza dalla sorgente per effetto delle reazioni chimiche che si innescano, nello stesso tempo però aumenta la diluizione in aria.

Numerosi studi di letteratura hanno trattato l'argomento per tenere conto di entrambi questi aspetti: in Tabella 6-O è riportato, indicativamente, l'andamento che può essere assunto per tale rapporto in funzione della distanza dal punto di emissione (Vilà-Guerau de Arellano J., Talmon A.M., Builtjes P.J.H., 1990, "A chemically reactive plume model for the NO-NO₂-O₃ system", Atmospheric Environment, 24A, 2237-2246) e che dovrebbe tenere conto tanto dell'incremento, con la distanza, del rapporto NO₂/NO_x quanto della progressiva riduzione per diluizione della sua concentrazione.

Distanza	500 m	1000m	2000m	3000m	4000m	5000 m	6000 m	7000 m
$\frac{NO_2}{NO_x}$	14%	21%	29%	33%	35%	39%	48%	57%

Tabella 6-O: Rapporto NO₂/NO_x in funzione della distanza.

A scopo cautelativo è stato considerato un rapporto NO₂/NO_x pari al 70 %.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 71 di 85	Rev. 0

7 RISULTATI RELATIVI ALLA SOSTITUZIONE DELLA CALDAIA.

Lo studio modellistico relativo alla dispersione degli inquinanti in atmosfera rilasciati durante il funzionamento della caldaia nello stato di fatto e delle caldaie nello stato di progetto è stato condotto sulla base di stime di emissioni di NO_x e CO secondo standard internazionali consolidati.

Inoltre gli studi modellistici sono stati condotti secondo le seguenti ipotesi conservative:

- Fattori di emissione stimati ipotizzando un'attività continua di una delle caldaie della durata pari a 24 h per tutte le simulazioni (la seconda è di emergenza), questo porta ad una sovrastima cautelativa perché in realtà la caldaia funziona in modo discontinuo a seconda della necessità di calore dovuto alla espansione del gas.
- Tutte le emissioni di ossidi di azoto sono state considerate come biossido di azoto, anche questa scelta effettuata in modo conservativo porta ad una sovrastima perché solo una parte degli ossidi di azoto emessi effettivamente si trasforma in NO₂ (rapidamente in estate in presenza di ozono).

Si riportano i valori numerici e le mappe riguardanti i valori:

- del 99,8-esimo percentile del valore su media oraria degli NO₂ (coerentemente con i limiti di legge).
- Della media annuale di NO₂ (coerentemente con i limiti di legge).
- Del massimo annuale in media mobile 8 ore del CO (coerentemente con i limiti di legge).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 72 di 85	Rev. 0

7.1 Valutazione dello stato di fatto

Nei successivi paragrafi 7.1.1 e 7.1.2 si riportano i valori calcolati dal modello previsionale considerando la caldaia esistente come sempre attiva al carico nominale (scenario massimo ipotizzabile).

7.1.1 Concentrazione del monossido di carbonio (CO)

Va considerato che il limite di riferimento è pari a 10 mg/m³ espresso come valore massimo annuale media mobile 8 ore.

Nella Figura 7-A si riportano le isoconcentrazioni dei valori calcolati dal modello come valore massimo annuale della media mobile di 8 ore, i dati così calcolati non evidenziano particolari ricadute sui recettori considerati con valori inferiori a 0,001 mg/m³ (Vedi Tabella 7-A), pertanto non significativi rispetto al valore limite di 10 mg/m³.

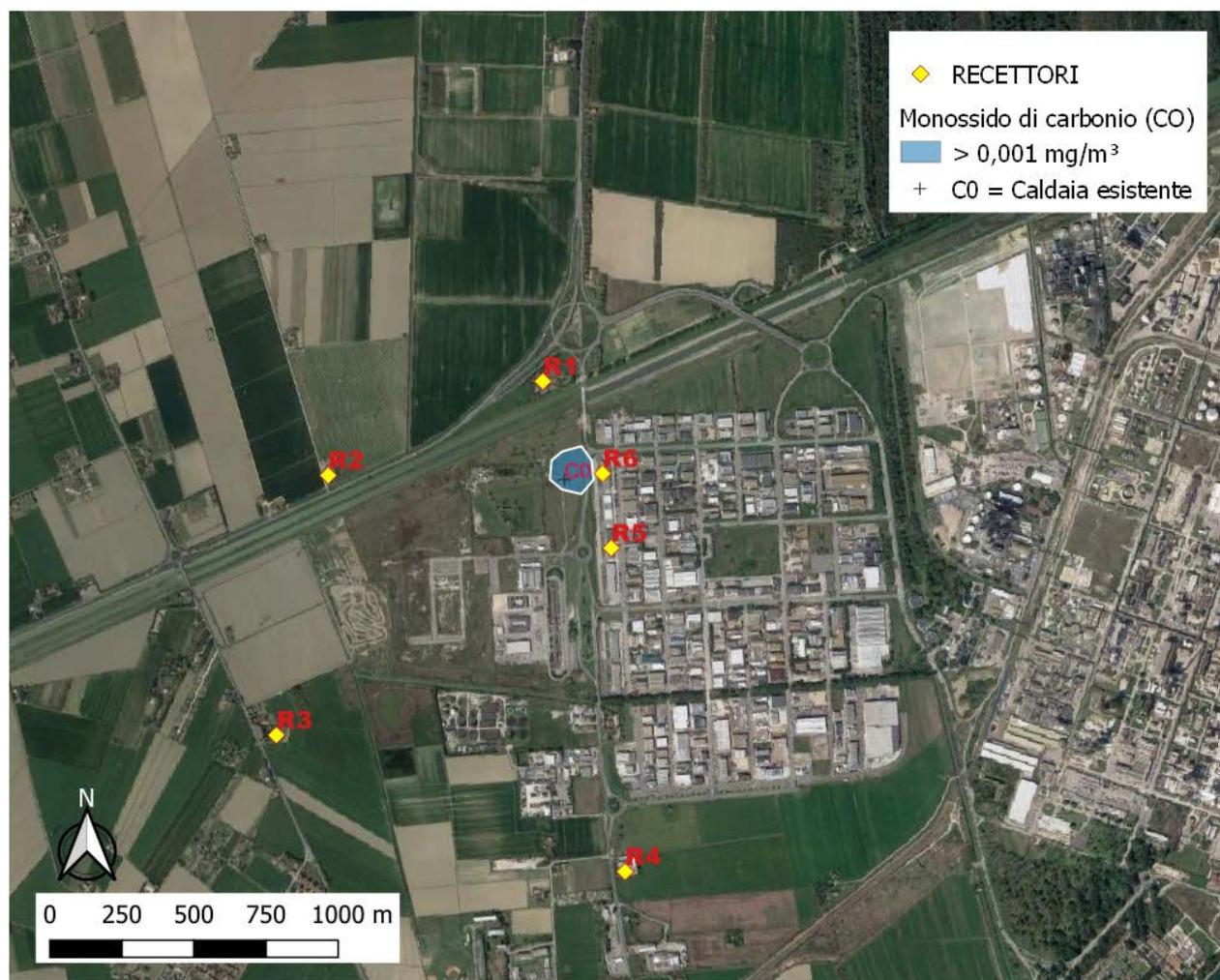


Figura 7-A: Mappa isoconcentrazioni di CO come massima annuale della media mobile di 8 ore indotto dall'impianto nello stato attuale.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 73 di 85	Rev. 0

Nella Tabella 7-A si riportano i valori numerici considerati come fondo naturale (valore medio dati ARPAE delle stazioni di riferimento utilizzate), quelli incrementali ottenuti dal modello e conseguentemente la somma totale da riferire al limite.

Recettore		CO - Valore media annuale	CO – Valore massimo annuale media mobile 8 ore (limite 10 mg/m³)	
Nome	Distanza dalla sorgente (m)	Valore centraline ARPAE A	Valore calcolato B (Calpuff)	Valore totale A+B
R1	240	0,4	< 0,001	0,4
R2	790	0,4	< 0,001	0,4
R3	1400	0,4	< 0,001	0,4
R4	1475	0,4	< 0,001	0,4
R5	380	0,4	< 0,001	0,4
R6	180	0,4	< 0,001	0,4

Tabella 7-A Valori di CO in mg/m³ calcolati sui singoli recettori.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 74 di 85	Rev. 0

7.1.2 Concentrazione del biossido di azoto NO₂

Si precisa che i fattori di emissione stimati ai paragrafi precedenti fanno riferimento agli ossidi di azoto totali (NO_x), mentre i limiti di legge è fissato solo per gli NO₂.

È necessario quindi definire il rapporto NO₂/NO_x nell'area, che può variare in funzione di molti fattori, quali le concentrazioni dei rispettivi inquinanti e la presenza di ozono. Nel presente studio è stato cautelativamente considerato che tutti gli NO_x emessi siano formati da NO₂.

Va considerato che il limite di riferimento è pari a 200 µg/m³ NO₂ da non superare più di 18 volte per l'anno civile che corrisponde al 99,8 percentile dei valori orari.

Nella Figura 7-B si riportano le isoconcentrazioni dei valori calcolati dal modello come valore del 99,8 percentile delle medie orarie, i dati così calcolati non evidenziano particolari ricadute sui recettori considerati con valori inferiori a µg/m³ (Vedi Tabella 7-B), pertanto non significativi rispetto al valore limite di 200 µg/m³.

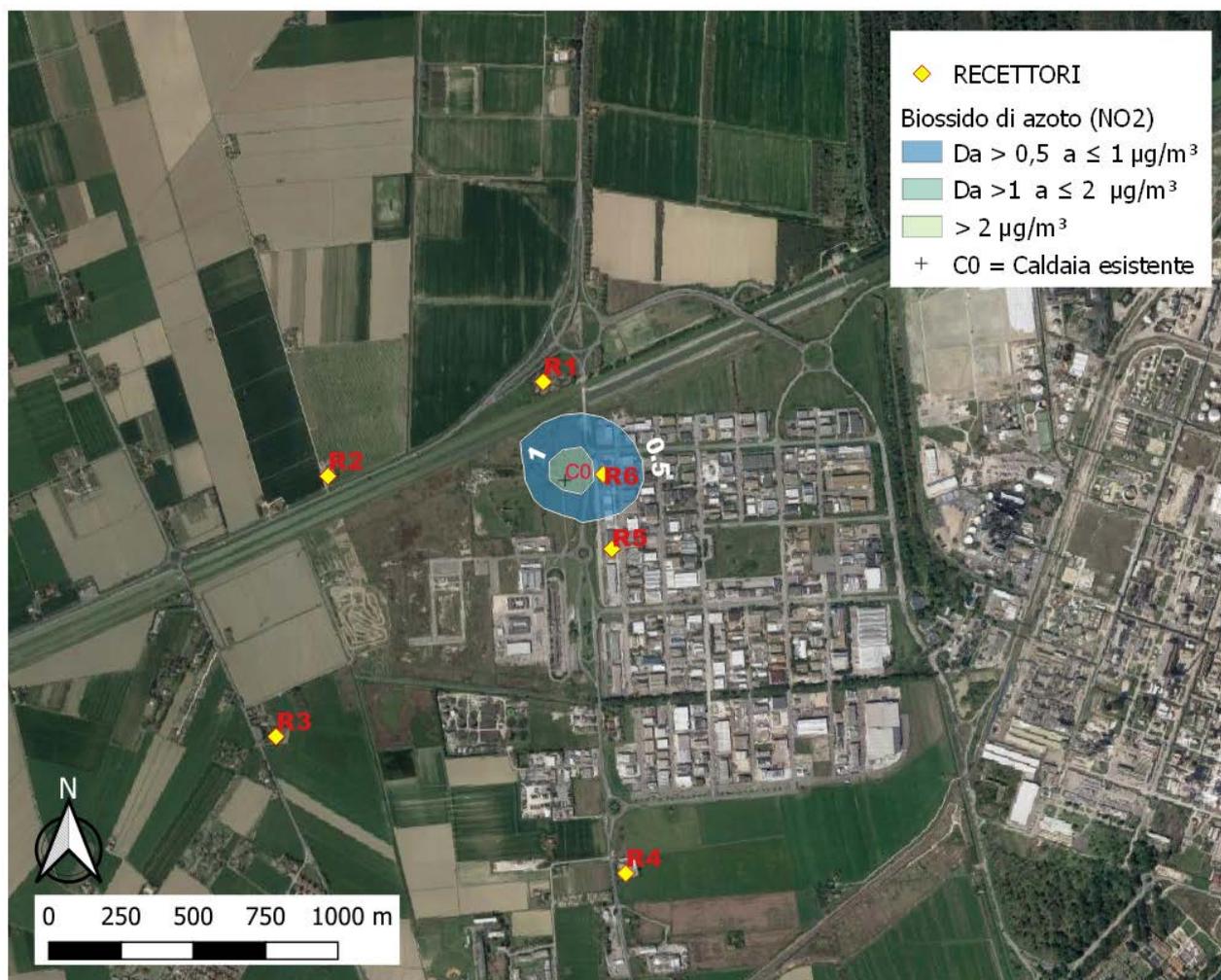


Figura 7-B: Mappa isoconcentrazioni di NO₂ al 99,8 % delle medie orarie indotte dall'impianto nello stato attuale.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 75 di 85	Rev. 0

Nella Tabella 7-B si riportano i valori numerici considerati come fondo naturale (valore medio dati ARPAE delle stazioni di riferimento utilizzate), quelli incrementali ottenuti dal modello e conseguentemente la somma totale da riferire al limite.

Recettore		NO ₂ - Valore media annuale	NO ₂ - 99,8 percentile media oraria (limite 200 µg/m ³)	
Nome	Distanza dalla sorgente (m)	Valore centrale ARPAE A	Valore calcolato B (Calpuff)	Valore totale A+B
R1	240	21,5	0,4	21,9
R2	790	21,5	0,2	21,7
R3	1400	21,5	0,1	21,6
R4	1475	21,5	0,1	21,6
R5	380	21,5	0,4	21,9
R6	180	21,5	0,8	22,3

Tabella 7-B Valori di NO₂ in µg/m³ calcolati sui singoli recettori espressi come 99,8 percentile delle medie orarie.

Al fine di valutare il rispetto del limite in media annuale del NO₂ (40 µg/m³) sono state calcolate per ogni recettore le medie annuali i cui valori sono riportati nella Tabella 7-C.

Recettore		NO ₂ - Valore media annuale	NO ₂ - media annuale (limite 40 µg/m ³)	
Nome	Distanza dalla sorgente (m)	Valore centrale ARPAE A	Valore calcolato B (Calpuff)	Valore totale A+B
R1	240	21,5	0,01	21,5
R2	790	21,5	<0,01	21,5
R3	1400	21,5	<0,01	21,5
R4	1475	21,5	<0,01	21,5
R5	380	21,5	0,01	21,5
R6	180	21,5	0,05	21,5

Tabella 7-C Valori di NO₂ in µg/m³ calcolati sui singoli recettori in media annuale.

Anche per questo limite non si registrano contributi significativi.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 76 di 85	Rev. 0

7.2 Valutazione dello stato di progetto

Nei successivi paragrafi 7.2.1 e 7.2.2 si riportano i valori calcolati dal modello previsionale considerando una delle due nuove caldaie come sempre attiva al carico nominale e la seconda di backup spenta (scenario massimo ipotizzabile).

7.2.1 Concentrazione del monossido di carbonio (CO)

Va considerato che il limite di riferimento è pari a 10 mg/m³ espresso come valore massimo annuale media mobile 8 ore.

Nella Figura 7-C si riportano le isoconcentrazioni dei valori calcolati dal modello come valore massimo annuale della media mobile di 8 ore; i dati così calcolati non evidenziano particolari ricadute sui recettori considerati con valori inferiori a 0,001 mg/m³ (Vedi Tabella 7-D), pertanto non significativi rispetto al valore limite di 10 mg/m³.

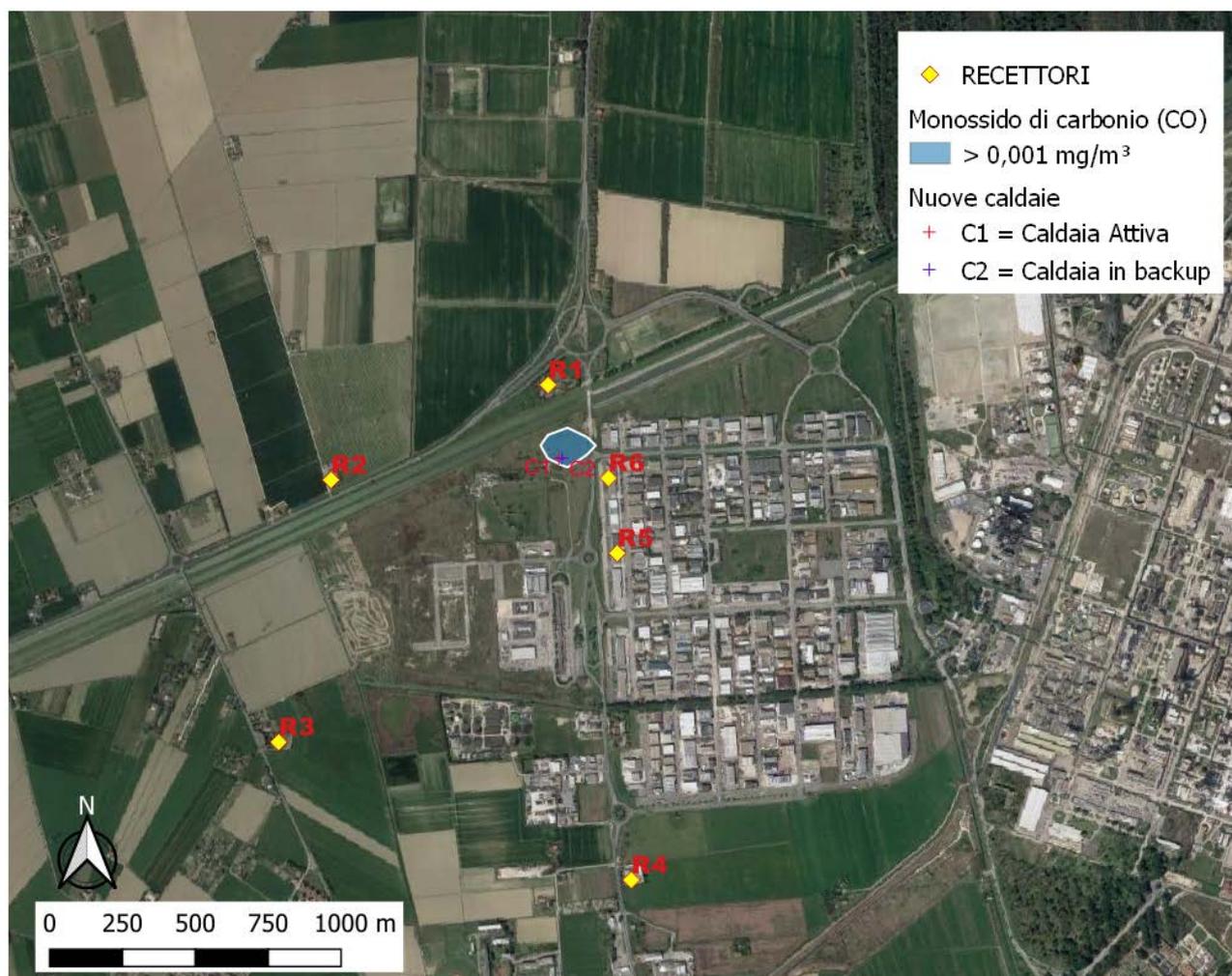


Figura 7-C: Mappa isoconcentrazioni di CO come massima annuale della media mobile di 8 ore indotto dall'impianto nello stato di progetto.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 77 di 85	Rev. 0

Recettore		CO - Valore media annuale	CO – Valore massimo annuale media mobile 8 ore (limite 10 mg/m³)	
Nome	Distanza dalla sorgente (m)	Valore centraline ARPAE A	Valore calcolato B (Calpuff)	Valore totale A+B
R1	240	0,4	< 0,001	0,4
R2	790	0,4	< 0,001	0,4
R3	1400	0,4	< 0,001	0,4
R4	1475	0,4	< 0,001	0,4
R5	380	0,4	< 0,001	0,4
R6	180	0,4	< 0,001	0,4

Tabella 7-D Valori di CO in mg/m³ calcolati sui singoli recettori.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 78 di 85	Rev. 0

7.2.2 Concentrazione del biossido di azoto NO₂

Si precisa che i fattori di emissione stimati ai paragrafi precedenti fanno riferimento agli ossidi di azoto totali (NO_x), mentre i limiti di legge è fissato solo per gli NO₂.

È necessario quindi definire il rapporto NO₂/NO_x nell'area, che può variare in funzione di molti fattori, quali le concentrazioni dei rispettivi inquinanti e la presenza di ozono. Nel presente studio è stato cautelativamente considerato che tutti gli NO_x emessi siano formati da NO₂.

Va considerato che il limite di riferimento è pari a 200 µg/m³ NO₂ da non superare più di 18 volte per l'anno civile che corrisponde al 99,8 percentile dei valori orari.

Nella Figura 7-D si riportano le isoconcentrazioni dei valori calcolati dal modello come valore del 99,8 percentile delle medie orarie, i dati così calcolati non evidenziano particolari ricadute sui recettori considerati con valori inferiori a 2 µg/m³ (Vedi Tabella 7-E), pertanto non significativi rispetto al valore limite di 200 µg/m³.

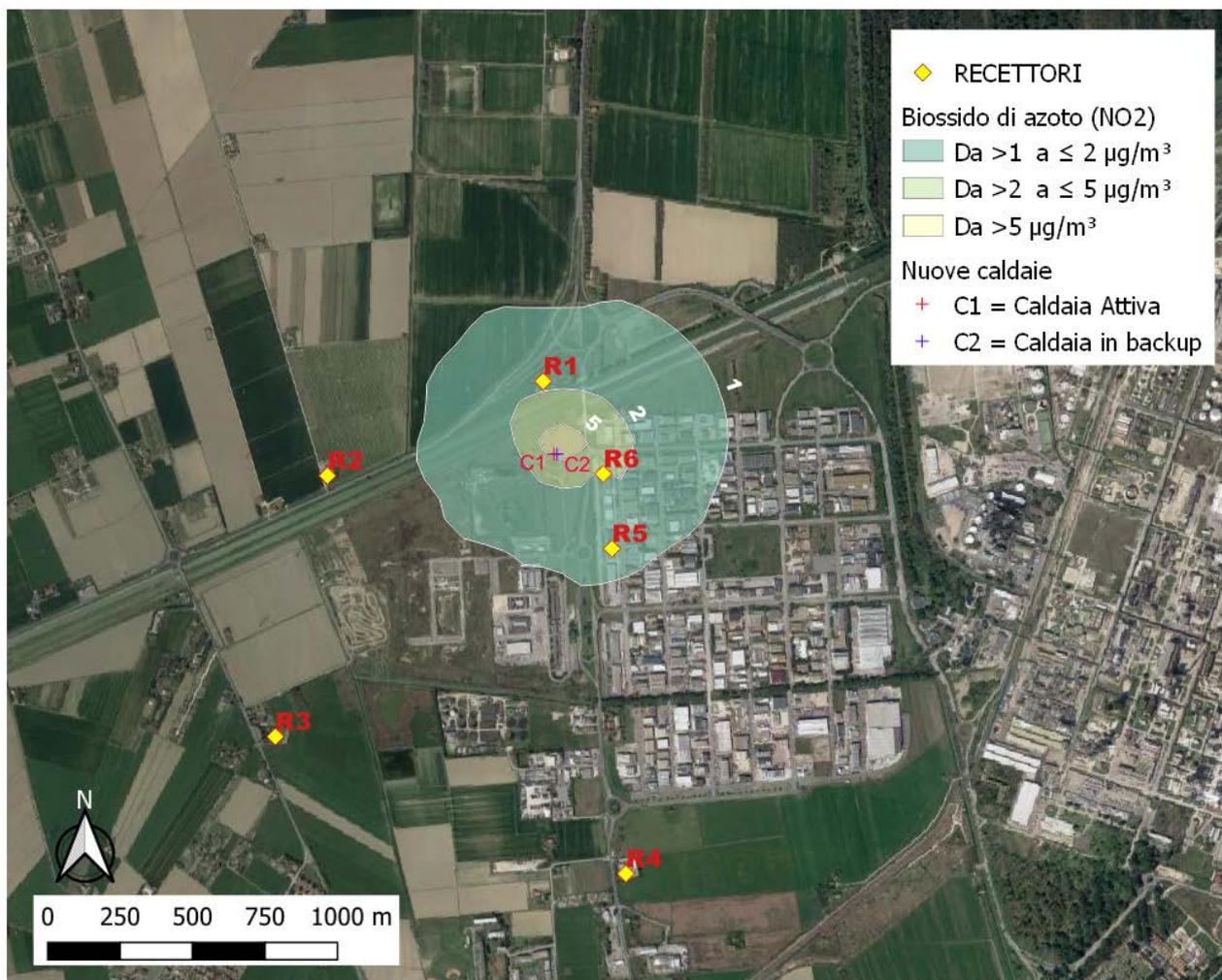


Figura 7-D: Mappa isoconcentrazioni di NO₂ al 99,8 % delle medie orarie indotte dall'impianto nello stato di progetto.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 79 di 85	Rev. 0

Recettore		NO ₂ - Valore media annuale	NO ₂ - 99,8 percentile media oraria (limite 200 µg/m ³)	
Nome	Distanza dalla sorgente (m)	Valore centraline ARPAE A	Valore calcolato B (Calpuff)	Valore totale A+B
R1	240	21,5	1,7	23,2
R2	790	21,5	0,6	22,1
R3	1400	21,5	0,2	21,7
R4	1475	21,5	0,2	21,7
R5	380	21,5	1,8	23,3
R6	180	21,5	2,0	23,5

Tabella 7-E Valori di NO₂ in µg/m³ calcolati sui singoli recettori espressi come 99,8 percentile delle medie orarie.

Al fine di valutare il rispetto del limite in media annuale del NO₂ (40 µg/m³) sono state calcolate per ogni recettore le medie annuali i cui valori sono riportati nella Tabella 7-F.

Recettore		NO ₂ - Valore media annuale	NO ₂ – media annuale (limite 40 µg/m ³)	
Nome	Distanza dalla sorgente (m)	Valore centraline ARPAE A	Valore calcolato B (Calpuff)	Valore totale A+B
R1	240	21,5	0,05	21,5
R2	790	21,5	0,01	21,5
R3	1400	21,5	<0,01	21,5
R4	1475	21,5	<0,01	21,5
R5	380	21,5	0,02	21,5
R6	180	21,5	0,10	21,6

Tabella 7-F Valori di NO₂ in µg/m³ calcolati sui singoli recettori in media annuale.

Anche per questo limite non si registrano contributi significativi anche nella configurazione di progetto.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 80 di 85	Rev. 0

8 RISULTATI RELATIVI ALLE FASI CANTIERE

Lo studio modellistico relativo alla dispersione degli inquinanti in atmosfera rilasciati durante le fasi di cantiere è stato condotto sulla base di stime di emissioni di NO_x e PM₁₀ secondo standard internazionali consolidati.

Inoltre gli studi modellistici sono stati condotti secondo le seguenti ipotesi conservative:

- Fattori di emissione stimati ipotizzando un'attività continua nei giorni feriali del cantiere durante il periodo di simulazione (un anno).
- Le emissioni di ossidi di azoto sono state considerate un rapporto NO₂/NO_x pari al 70 % anche questa scelta effettuata in modo conservativo porta ad una sovrastima perché solo una parte degli ossidi di azoto emessi effettivamente si trasforma in NO₂ (rapidamente in estate in presenza di ozono).

Si riportano i valori numerici e le mappe riguardanti i valori:

- del 99,8-esimo percentile del valore su media oraria degli NO₂ (coerentemente con i limiti di legge).
- del 90,4-esimo percentile del valore su media giornaliera del PM₁₀ (coerentemente con i limiti di legge).

8.1.1 CONCENTRAZIONE DEL BISSIDO DI AZOTO NO₂

Si precisa che i fattori di emissione stimati ai paragrafi precedenti fanno riferimento agli ossidi di azoto totali (NO_x), mentre i limiti di legge è fissato solo per gli NO₂.

Diversamente dalle caldaie dove per le quantità limitate in gioco si era previsto una trasformazione quantitativa degli ossidi di azoto in biossido di azoto nel caso del cantiere si è definito un rapporto più realistico per tale parametro.

È necessario quindi definire il rapporto NO₂/NO_x nell'area, che può variare in funzione di molti fattori, quali le concentrazioni dei rispettivi inquinanti e la presenza di ozono. Nel presente studio è stato cautelativamente considerato considerate un rapporto NO₂/NO_x pari al 70 %

Va considerato che il limite di riferimento è pari a 200 µg/m³ NO₂ da non superare più di 18 volte per l'anno civile che corrisponde al 99,8 percentile dei valori orari.

Nella Figura 8-A si riportano le isoconcentrazioni dei valori calcolati dal modello come valore del 99,8 percentile delle medie orarie, i dati così calcolati e evidenziano ricadute sui recettori (Vedi Tabella 8-A) pertanto conformi rispetto al valore limite di 200 µg/m³.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 81 di 85	Rev. 0

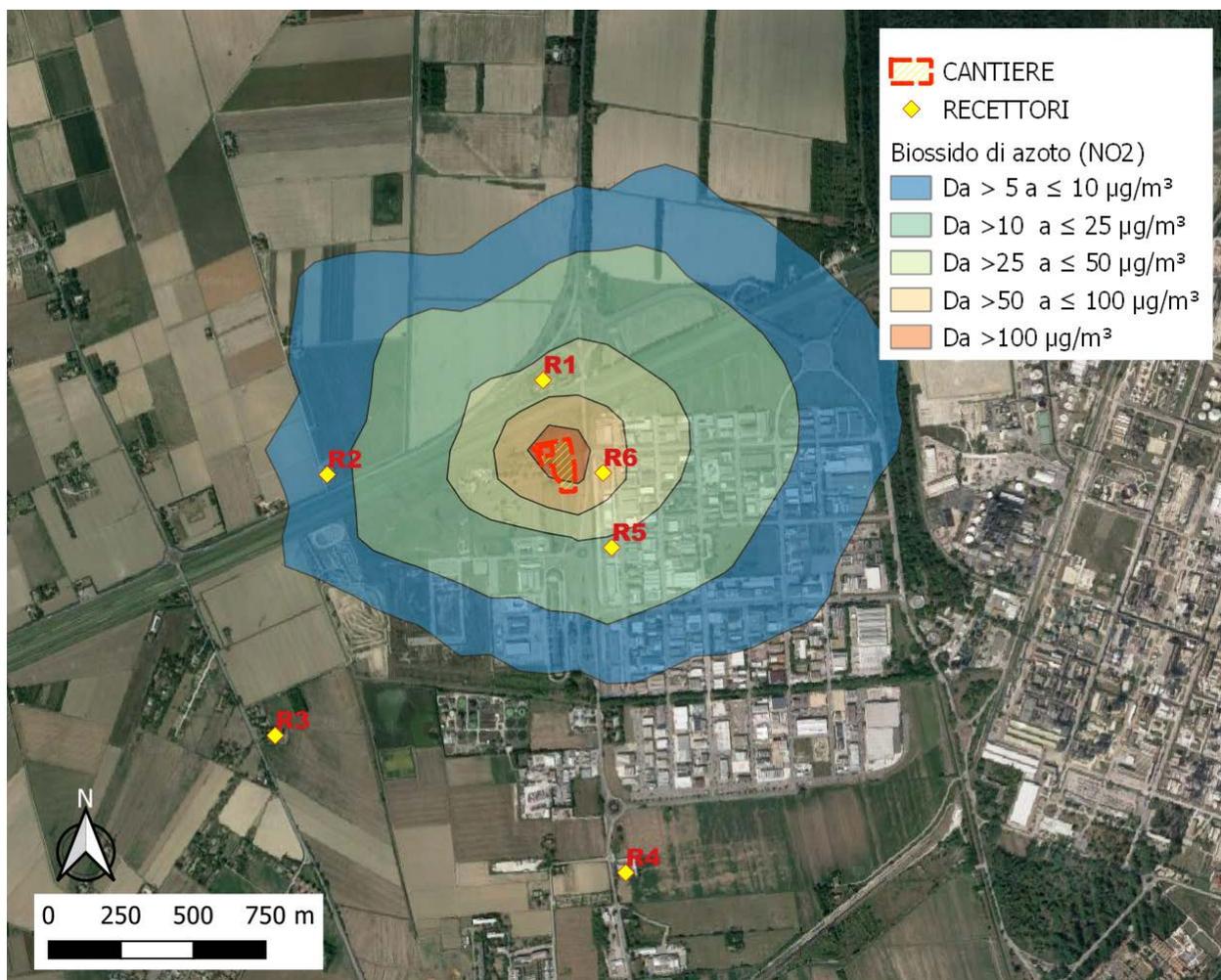


Figura 8-A: Mappa isoconcentrazioni di NO₂ al 99,8 % delle medie orarie indotte dal cantiere durante la fase di apertura area di lavoro.

Recettore		NO ₂ - Valore media annuale	NO ₂ - 99,8 percentile media oraria (limite 200 µg/m ³)	
Nome	Distanza dalla sorgente (m)	Valore centraline ARPAE A	Valore calcolato B (Calpuff)	Valore totale A+B
R1	240	21,5	31,6	53,1
R2	790	21,5	7,7	29,2
R3	1400	21,5	1,6	23,1
R4	1475	21,5	1,5	23
R5	380	21,5	20,2	41,7
R6	180	21,5	81,7	103,2

Tabella 8-A Valori di NO₂ in µg/m³ calcolati sui singoli recettori espressi come 99,8 percentile delle medie orarie.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 82 di 85	Rev. 0

8.1.2 CONCENTRAZIONE DELLE POLVERI PM₁₀

Va considerato che il limite di riferimento è pari a 50 µg/m³ PM₁₀ da non superare più di 35 volte per l'anno civile che corrisponde al 90,4 percentile dei valori orari.

Nella Figura 8-A si riportano le isoconcentrazioni dei valori calcolati dal modello come valore del 90,4 percentile delle medie giornaliere, i dati così calcolati e evidenziano ricadute sui recettori (Vedi Tabella 8-A) pertanto conformi rispetto al valore limite di 50 µg/m³.

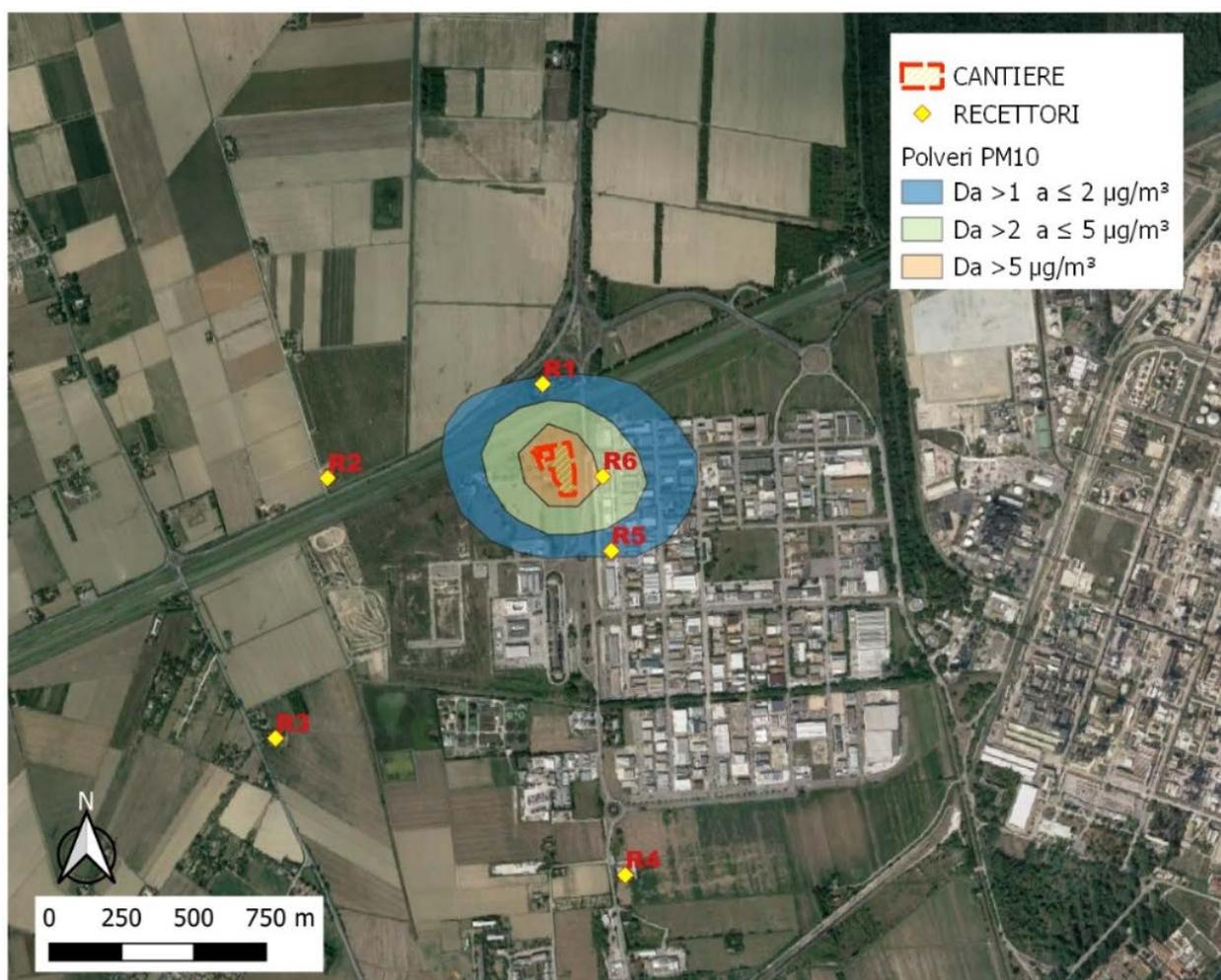


Figura 8-B: Mappa isoconcentrazioni di PM₁₀ al 90,4 % delle medie giornaliere indotte dal cantiere durante la fase di apertura area di lavoro.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 83 di 85	Rev. 0

Recettore		PM ₁₀ - Valore media annuale	PM ₁₀ - 90,4 percentile media giornaliera (limite 50 µg/m³)	
Nome	Distanza dalla sorgente (m)	Valore centrale ARPAE A	Valore calcolato B (Calpuff)	Valore totale A+B
R1	240	29	1,0	30,0
R2	790	29	0,3	29,3
R3	1400	29	0,1	29,1
R4	1475	29	0,1	29,1
R5	380	29	1,0	30,0
R6	180	29	4,9	33,9

Tabella 8-B Valori di PM₁₀ in µg/m³ calcolati sui singoli recettori espressi come 90,4 percentile delle medie giornaliere.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 84 di 85	Rev. 0

9 CONCLUSIONI

Lo stato ante-operam della qualità dell'aria della area di progetto, così come rilevato dal sistema di monitoraggio di qualità dell'aria presente nelle province di interesse, non evidenzia situazioni critiche per gli NO₂ tantomeno per la CO.

Lo studio in esame ha permesso di valutare l'impatto sulla qualità dell'aria presso i recettori nei seguenti scenari:

- dello stato di fatto attuale, cioè "in ante operam", ovvero sommando il contributo, in termini di concentrazione, determinato dalle emissioni di NO₂ e CO della caldaia esistente rispetto al fondo esistente nell'area dell'impianto.
- Delle emissioni prodotte dalle attività di cantiere durante la realizzazione dell'impianto HPRS10.
- Della configurazione di progetto "post operam" considerata la nuova caldaia che va a sostituire l'esistente determinando le emissioni di NO₂ e CO della nuova caldaia rispetto al fondo esistente nell'area dell'impianto.

Va considerato che a scopo cautelativo, nel presente studio, sono state considerate le caldaie (sia quella esistente sia quella in progetto) sempre in funzione al regime nominale al fine di avere la massima emissione di inquinanti possibile, mentre per il cantiere è stata simulata la fase più impattante ipotizzando un'attività continua nei giorni feriali del cantiere durante il periodo di simulazione (un anno), mentre in realtà tale fase dura pochi giorni.

Lo studio evidenzia valori irrilevanti rispetto ai valori dello stato attuale e conseguentemente senza rischi di superamento dei limiti normativi vigenti previsti.

Le nuove caldaie in progetto non modificano lo stato della qualità dell'aria nell'area in cui insiste l'impianto.

Durante le fasi di cantiere che hanno una durata limitata e con impatti reversibili le concentrazioni di mantengono nei limiti applicabili.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/17135	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE EMILIA-ROMAGNA	LSC-B-105	
	PROGETTO AREA IMPIANTISTICA DI RAVENNA - BASSETTE Nuovo impianto HPRS-10 IS 75/12 bar	Pagina 85 di 85	Rev. 0

10 BIBLIOGRAFIA

- [1] Rapporto sulla qualità dell'aria della Provincia di Ravenna per l'anno 2020 sito: <https://www.arpae.it/it/notizie/qualita-dellaria-in-provincia-di-ravenna>
- [2] Zannetti, P., 1990: Air Pollution Modeling: Theories, Computational Methods And Available Software, Computational Mechanics Publications, Southhampton, Boston
- [3] Pasquill F. (1974): Atmospheric diffusion – Wiley, New York, NY, USA) e in Approved Methods for the Modelling and Assessment of Air Pollutants in NSW
- [4] Vilà-Guerau de Arellano J., Talmon A.M., Builtjes P.J.H., 1990, “A chemically reactive plume model for the NO-NO₂-O₃ system”, Atmospheric Environment, 24A, 2237-2246