PRODOTTO AMBIENTE
INGEGNERIA AMBIENTALE
IGIENE INDUSTRIALE

AF PROPERTY

AF PROPERTY S.P.A.

PROGETTO DI INSEDIAMENTO DI NUOVA ATTIVITA' PRODUTTIVA
in Lacchiarella (MI)

PREVISIONE DI IMPATTO SULLA SALUTE UMANA

Giugno 2025

PRODOTTO AMBIENTE SERVIZI INDUSTRIALI SRL
Viale Don Minzoni, 61 - 28047 Oleggio (NO) - Italia
Tel: +39 0321 992299
Fax: +39 0321 994407
info@prodottoambiente.it
http://www.prodottoambiente.it

INDICE

1. PREMESSA 2
2. RICADUTA DI PM10, PM2.5, NO2, BENZENE E CO IN CONSEGUENZA DEL TRAFFICO INDOTTO- VALUTAZIONE DELLA SIGNIFICATIVITA' NEI CONFRONTI DELLA SALUTE UMANA 2
2.1. Particolato atmosferico PM10 4
2.2. Biossido di azoto NO2 6
2.3. Particolato atmosferico PM2.5 8
2.4. Monossido di carbonio CO 9
2.5. Benzene 10
2.6. Considerazioni 11
3. IMPATTO SULLA SALUTE UMANA DELLE EMISSIONI DI NO2 E PM2.5 DA TRAFFICO INDOTTO 11
3.1. Generalità sulla valutazione di impatto sanitario 11
3.2. Applicazione della valutazione di impatto sanitario al progetto di un'attività produttiva in Lacchiarella: materiali e metodi, campo di applicazione 14
3.3. Applicazione della valutazione di impatto sanitario al progetto di un'attività produttiva in Lacchiarella: funzione dose-risposta 15
3.4. Applicazione della valutazione di impatto sanitario al progetto di un'attività produttiva in Lacchiarella: popolazione esposta 15
3.4.1. Popolazione esposta all'emissione di NO2 16
3.4.2. Popolazione esposta all'emissione di PM2.5 17
3.5. Applicazione della valutazione di impatto sanitario al progetto di un'attività produttiva in Lacchiarella: occorrenza di base degli eventi sanitari considerati 17
3.6. Applicazione della valutazione di impatto sanitario al progetto di un'attività produttiva in Lacchiarella: risultati 19
3.6.1. Evento sanitario "morti per tutte le cause" a seguito dell'esposizione cronica a NO_2 19
3.6.2. Evento sanitario "bronchiti nei soggetti pediatrici asmatici" a seguito dell'esposizione cronica a NO2 19
3.6.3. Evento sanitario "mortalità per tutte le cause naturali nella popolazione adulta" a seguito dell'esposizione cronica a PM2.5 20
3.6.4. Evento sanitario "incidenza cancro ai polmoni" a seguito dell'esposizione cronica a PM2.5 21
4. CONCLUSIONI 22

1. PREMESSA

AF PROPERTY s.p.a. ha in previsione la costruzione di una nuova struttura destinata ad attività produttiva di imballaggio e confezionamento di prodotti non alimentari, oltre che alla riparazione di bancali in legno e di un'officina meccanica, nella periferia est del comune di Lacchiarella (MI), ai margini della frazione di Villa Maggiore. Con l'insediamento della nuova attività si prevede un incremento del traffico indotto e di conseguenza un impatto sulla qualità dell'aria locale e quindi sulla salute umana.

La presente relazione, redatta dallo studio PRODOTTO AMBIENTE SERVIZI INDUSTRIALI srl, riporta lo studio di impatto sulla salute umana, ad integrazione di quanto richiesto da ATS alla nota protocollo n. n. 119764 del 05/06/2025, in particolare relativamente al seguente punto:

[...]si ricorda che il D. Lgs. 155/2010 "attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" è una normativa volta alla tutela dell'ambiente; per quanto riguarda gli aspetti di tutela della salute è più indicato attenersi ai valori guida OMS (WHO Global air Quality Guidelines, 2021), definiti tenendo conto degli effetti nocivi dei maggiori inquinanti sulla salute umana. [...]

2. RICADUTA DI PM10, PM2.5, NO2, BENZENE E CO IN CONSEGUENZA DEL TRAFFICO INDOTTO- VALUTAZIONE DELLA SIGNIFICATIVITA' NEI CONFRONTI DELLA SALUTE UMANA

Nel documento "Previsione di impatto sulla qualità dell'aria dal traffico veicolare indotto dall'esercizio dell'attività – Rev.02" è stata valutata la ricaduta di NO_2, PM10, PM2,5, CO e benzene conseguente al traffico indotto dal progetto. Dal momento che il focus del suddetto documento è la valutazione dell'impatto del progetto sulla qualità dell'aria locale, la ricaduta di tali inquinanti al suolo, stimata mediante l'applicazione di modelli meteo dispersivi, è stata comparata con i limiti di qualità dell'aria definiti dal D. Lgs. 155/2010 e smi.

Come indicato da ATS, tali limiti non risultano però sufficientemente conservativi quando si vuole valutare l'impatto, non tanto sulla qualità dell'aria, quanto sulla salute umana.

In tal caso occorre fare riferimento ai limiti definiti dall'OMS nel documento "*WHO global air quality guidelines*" del 2021, ossia:

- Per il PM10: il documento fissa un limite per gli impatti long term di 15 $\mu g/m^3$ valutato come media annua e un limite per gli impatti short term di 45 $\mu g/m^3$, riferito alla media giornaliera, da non superarsi più di 3-4 volte l'anno;
- Per l'NO2: il documento fissa un limite per gli impatti long term di 10 $\mu g/m^3$ valutato come media annua e un limite per gli impatti short term di 25 $\mu g/m^3$, riferito alla media oraria, da non superarsi più di 3-4 volte l'anno;
- Per il CO: l'OMS considera i soli impatti short term fissando un limite di 4

mg/m^3, riferito alla massima media giornaliera, da non superarsi più di 3-4 volte l'anno;

- Per il PM2.5: il valore limite di riferimento definito dall'OMS per gli impatti short term è 15 µg/m^3, riferito alla media giornaliera, da non superarsi più di 3-4 volte l'anno. Il valore limite per gli impatti long term è 5 µg/m^3 valutato come media annua.

Si fa presente che il documento dell'OMS non considera il benzene. Per tale inquinante si ritiene dunque lecito far riferimento ai limiti definiti dal D. Lgs. 155/2010 anche per la salute umana.

Fatta tale premessa, nel presente capitolo si riportano le concentrazioni di PM10, PM2.5, NO2, benzene e CO attese a causa della sorgente traffico allo SDF e allo SDP e si valutata la significatività dell'incremento della concentrazione di tali inquinanti in atmosfera, atteso a causa del traffico indotto dal progetto, adottando come parametro di confronto i limiti definiti dall'OMS. Si riportano inoltre le mappe rappresentanti le aree territoriali potenzialmente esposte a un incremento della concentrazione di inquinanti in atmosfera potenzialmente significativo nei confronti della salute umana.

Per le modalità con cui è stata valutata la ricaduta degli inquinanti al suolo, ossia dati di traffico, fattori di emissione, caratteristiche del modello diffusivo utilizzato, si rimanda al documento "Previsione di impatto sulla qualità dell'aria dal traffico veicolare indotto dall'esercizio dell'attività – Rev.02".

Di seguito si riportano i criteri adottati per definire la significatività degli impatti nei confronti della salute umana. Come per la qualità dell'aria si fa riferimento all'approccio dell'Agenzia Ambientale britannica (UK Environmental Agency), ripresa dalle linee guida ISPRA "*Gli effetti sull'ambiente dovuti all'esercizio di un'attività industriale: identificazione, quantificazione ed analisi dell'ambito dei procedimenti di Autorizzazione Integrata Ambientale*", che considera non significativi gli impatti inferiori all'1% del valore di riferimento long term e al 10% del corrispondente valore limite short term. Tuttavia come valori limite si assumono quelli proposti dall'OMS anziché quelli definiti dal D. Lgs. 155/2010. Di conseguenza:

- Per l'NO_2: Il valore limite di riferimento per gli impatti short term è 25 µg/m^3, riferito alla media giornaliera, da non superarsi più di 3-4 volte l'anno; l'impatto short term causato dalla realizzazione dell'intervento in progetto è dunque da considerarsi non significativo se l'incremento atteso presso i ricettori, calcolato sulla base del 99-esimo percentile della distribuzione dei valori di concentrazione medi giornalieri, risulta inferiore a 2,5 µg/m^3. Per quanto riguarda gli impatto long term, il valore limite di riferimento è 10 µg/m^3 valutato come media annua; l'impatto long term del progetto è quindi trascurabile se l'incremento medio annuo della concentrazione di NO_2 atteso ai ricettori risulta inferiore a 0,1 µg/m^3.
- Per il PM10: Il valore limite di riferimento per gli impatti short term è 45 µg/m^3, riferito alla media giornaliera, da non superarsi più di 3-4 volte l'anno; l'impatto short term causato dalla realizzazione dell'intervento in progetto è dunque da considerarsi non significativo se l'incremento atteso ai ricettori, calcolato sulla base del 99-esimo percentile della distribuzione dei valori di concentrazione media giornaliera, risulta

inferiore a 4,5 µg/m^3. Per quanto riguarda gli impatto long term, il valore limite di riferimento è 15 µg/m^3 valutato come media annua; l'impatto long term dell'intervento in progetto è quindi trascurabile se l'incremento medio annuo della concentrazione di PM10 atteso ai ricettori risulta inferiore a 0,15 µg/m^3.

- Per il CO: si considerano i soli impatti short term. Il valore limite di confronto è 4 mg/m^3, riferito alla massima media giornaliera da non superarsi più di 3-4 volte l'anno; l'impatto short term causato dalla realizzazione dell'intervento in progetto è dunque da considerarsi non significativo se l'incremento atteso ai ricettori, calcolato sulla base del 99-esimo percentile della distribuzione dei valori di concentrazione medi giornalieri, risulta inferiore a 0,4 µg/m^3.
- Per il PM2.5: Il valore limite di riferimento per gli impatti short term è 15 µg/m^3, riferito alla media giornaliera, da non superarsi più di 3-4 volte l'anno; l'impatto short term causato dalla realizzazione dell'intervento in progetto è dunque da considerarsi non significativo se l'incremento atteso ai ricettori, calcolato sulla base del 99-esimo percentile della distribuzione dei valori di concentrazione medi giornaliera, risulta inferiore a 1,5 µg/m^3. Per quanto riguarda gli impatto long term, il valore limite di riferimento è 5 µg/m^3 valutato come media annua; l'impatto long term dell'intervento in progetto è quindi trascurabile se l'incremento medio annuo della concentrazione di PM2.5 atteso ai ricettori risulta inferiore a 0,05 µg/m^3.
- Per il benzene: si considerano i soli impatti long term. In assenza di valori limite proposti dall'Oms, si fa riferimento ai limiti del D. Lgs, 155/2010. Di conseguenza, il valore limite di confronto è 5 µg/m^3, riferito alla media annua; affinché l'impatto sulla qualità dell'aria causato dall'intervento in progetto sia da considerarsi non significativo, l'incremento medio annuo atteso della concentrazione di benzene in atmosfera deve risultare inferiore a 0,05 µg/m^3 presso tutti i ricettori

2.1. Particolato atmosferico PM10

In Tabella 1 si riporta la concentrazione di PM10 attesa presso i ricettori discreti allo SDF e allo SDP, in conseguenza della sola sorgente emissiva traffico. Al fine di garantire il confronto con i limiti proposti dall'OMS, si considerano le seguenti grandezze: concentrazione media annuale per gli impatti long term e 99esimo percentile della media giornaliera per gli impatti short term.

Non si prospettano impatti, sia di natura short term che di natura long term, di natura significativa presso nessuno dei ricettori discreti considerati.

In Figura 1 si riportano le mappe rappresentanti le aree territoriali esposte ad un incremento della concentrazione di PM10 in atmosfera conseguente al traffico indotto dal progetto di entità non trascurabile a priori, ossia le aree sottoposte ad un incremento della concentrazione media annua superiore a 0,15 µg/m^3 e un incremento del 99percentile della media giornaliera superiore a 4,5 µg/m^3.

Per quanto riguarda i valori medi annui, il massimo valore della concentrazione media annua attesa nel dominio di calcolo risulta pari a 0.174 µg/m^3, tuttavia, come si vede dalla mappa, le aree del territorio esposte ad un incremento della

concentrazione media annua di PM10 di natura significativa per la salute umana risultano di ampiezza sostanzialmente trascurabile. Di conseguenza si può ragionevolmente ritenere che non vi sia popolazione esposta ad un incremento della concentrazione di PM10 conseguente al traffico indotto che possa essere ritenuto significativo per la salute umana.

Per quanto riguarda il 99percentile della concentrazione giornaliera, il massimo valore previsto sul dominio di calcolo risulta pari a 0,7 $\mu g/m^3$. Di conseguenza non vi è popolazione esposta ad un incremento della concentrazione media giornaliera di PM10 da ritenersi significativo per la salute umana.

Tabella 1 - Concentrazioni di PM10 ai ricettori puntuali dovute al traffico veicolare nello stato di fatto (SDF) e nello stato di progetto (SDP). In rosso eventuali superamenti ritenuti significativi per la salute umana ai sensi dell'approccio della UK EPA.

RICETTORE	SDF ($\mu g/m^3$)	SDP ($\mu g/m^3$)	INCREMENTO ($\mu g/m^3$)	SDF ($\mu g/m^3$)	SDP ($\mu g/m^3$)	INCREMENTO ($\mu g/m^3$)
	99percentile media giornaliera			media annuale		
R1	2,357	2,420	0,063	1,150	1,175	0,026
R2	3,850	3,939	0,089	1,818	1,860	0,042
R3	2,612	2,725	0,113	1,414	1,478	0,064
R4	2,413	2,465	0,052	1,089	1,117	0,028
R5	2,900	2,972	0,072	1,393	1,431	0,037
R6	1,430	1,556	0,126	0,734	0,840	0,106
R7	1,291	1,388	0,097	0,748	0,788	0,040
R8	0,972	1,032	0,060	0,643	0,669	0,027
R9	1,258	1,296	0,038	0,524	0,537	0,014
R10	2,164	2,199	0,035	0,825	0,838	0,013
R11	1,497	1,540	0,043	0,578	0,593	0,014
R12	0,858	0,901	0,043	0,363	0,382	0,018
R13	0,690	0,730	0,040	0,302	0,316	0,014
R14	0,573	0,596	0,023	0,258	0,269	0,011
R15	0,542	0,560	0,018	0,268	0,281	0,013
R16	0,538	0,553	0,016	0,253	0,265	0,012
R17	0,462	0,474	0,012	0,225	0,237	0,012
R18	0,654	0,678	0,025	0,413	0,437	0,024
R19	0,502	0,543	0,041	0,274	0,295	0,021

Figura 1 – Aree esposte ad un'incremento della concentrazione media annua di PM10 di natura significativa per la salute umana. Non si riporta la mappa relativa al 99esimo percentile della concentrazione media giornaliera in quanto il massimo valore atteso sul dominio di calcolo è inferiore al relativo limite di significatività.

2.2. Biossido di azoto NO2

In Tabella 2 si riporta la concentrazione di NO2 attesa presso i ricettori discreti allo SDF e allo SDP, in conseguenza della sola sorgente emissiva traffico. Al fine di garantire il confronto con i limiti proposti dall'OMS, si considerano le seguenti grandezze: concentrazione media annuale per gli impatti long term e 99 esimo percentile della media giornaliera per gli impatti short term.

In Figura 2 si riportano le mappe rappresentanti le aree territoriali esposte ad un incremento della concentrazione di NO2 in atmosfera conseguente al traffico indotto dal progetto di entità non trascurabile a priori, ossia le aree sottoposte ad un incremento della concentrazione media annua superiore a 0,10 $\mu g/m^3$ e un incremento del 99 percentile della media giornaliera superiore a 2,5 $\mu g/m^3$.

Per quanto riguarda il 99percentile della concentrazione giornaliera, il massimo valore previsto sul dominio di calcolo risulta pari a 1,9 $\mu g/m^3$. Di conseguenza non vi è popolazione esposta ad un incremento della concentrazione media giornaliera di NO2 da ritenersi significativo per la salute umana.

Per quanto riguarda, invece, i valori medi annui, il massimo valore della concentrazione media annua attesa nel dominio di calcolo risulta pari a 0,93 $\mu g/m^3$, con tutta l'area prossima al sedime stradale esposta a concentrazioni di NO2 potenzialmente significative per gli impatti long term sulla salute umana. In particolare, risultano sottoposti ad un incremento della concentrazione media annua potenzialmente significativo i ricettori R2, R3 ed R6.

Tabella 2 - Concentrazioni di NO2 ai ricettori puntuali dovute al traffico veicolare nello stato di fatto (SDF) e nello stato di progetto (SDP). In rosso eventuali superamenti ritenuti significativi per la salute umana ai sensi dell'approccio della UK EPA.

RICETTORE	SDF	SDP	INCREMENTO	SDF	SDP	INCREMENTO
	($\mu g/m^3$)	($\mu g/m^3$)	($\mu g/m^3$)	($\mu g/m^3$)	($\mu g/m^3$)	($\mu g/m^3$)
	99 percentile media giornaliera			media annuale		
R1	6,796	6,988	0,192	3,313	3,410	0,096
R2	7,776	7,997	0,221	3,943	4,063	0,119
R3	3,681	3,870	0,189	1,856	1,977	0,121
R4	4,268	4,413	0,145	1,693	1,754	0,061
R5	4,829	5,022	0,193	2,490	2,585	0,095
R6	2,716	3,083	0,368	1,513	1,852	0,339
R7	1,705	1,903	0,198	1,086	1,148	0,063
R8	1,103	1,147	0,044	0,837	0,866	0,029
R9	1,641	1,667	0,026	0,621	0,630	0,009
R10	3,916	3,948	0,033	1,521	1,532	0,011
R11	2,231	2,272	0,040	0,790	0,800	0,010
R12	0,998	1,061	0,063	0,402	0,432	0,030
R13	0,683	0,755	0,072	0,290	0,311	0,021
R14	0,536	0,584	0,048	0,225	0,239	0,014
R15	0,535	0,582	0,048	0,254	0,269	0,015
R16	0,482	0,524	0,042	0,217	0,230	0,013
R17	0,387	0,407	0,020	0,162	0,173	0,012
R18	0,715	0,729	0,014	0,438	0,481	0,043
R19	0,474	0,570	0,095	0,204	0,238	0,034

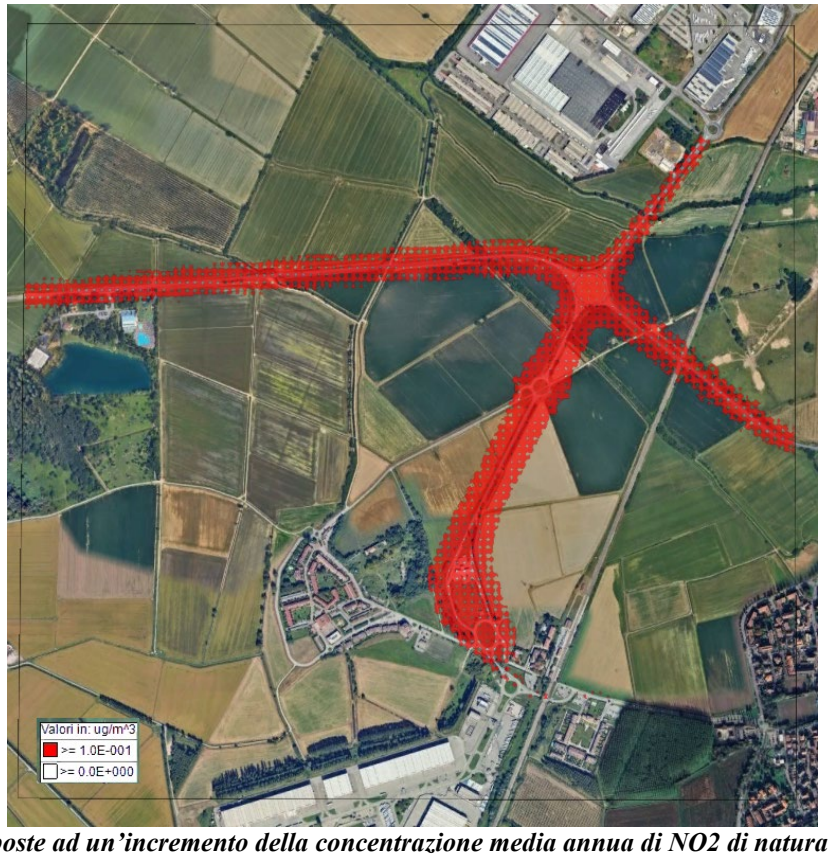

Figura 2 – Aree esposte ad un'incremento della concentrazione media annua di NO2 di natura significativa per la salute umana. Non si riporta la mappa relativa al 99esimo percentile della concentrazione media giornaliera in quanto il massimo valore atteso sul dominio di calcolo è inferiore al relativo limite di significatività.

2.3. Particolato atmosferico PM2.5

In Tabella 3 si riporta la concentrazione di PM2.5 attesa presso i ricettori discreti allo SDF e allo SDP, in conseguenza della sola sorgente emissiva traffico. Al fine di garantire il confronto con i limiti proposti dall'OMS, si considerano le seguenti grandezze: concentrazione media annuale per gli impatti long term e 99 esimo percentile della media giornaliera per gli impatti short term.

In Figura 3 si riportano le mappe rappresentanti le aree territoriali esposte ad un incremento della concentrazione di PM2.5 in atmosfera conseguente al traffico indotto dal progetto di entità non trascurabile a priori, ossia le aree sottoposte ad un incremento della concentrazione media annua superiore a 0,05 $\mu g/m^3$ e un incremento del 99 percentile della media giornaliera superiore a 1,5 $\mu g/m^3$.

Per quanto riguarda il 99percentile della concentrazione giornaliera, il massimo valore previsto sul dominio di calcolo risulta pari a 0,27 $\mu g/m^3$. Di conseguenza non vi è popolazione esposta ad un incremento della concentrazione media giornaliera di PM2.5 da ritenersi significativo per la salute umana.

Per quanto riguarda, invece, i valori medi annui, si osserva un'area di estensione ridotta, posta lungo la via cascina Nuova, che potrebbe essere interessata da un incremento della concentrazione media annua di entità potenzialmente significativa per salute umana. All'interno di tale area ricade il recettore discreto R6. Il valore massimo osservato sul dominio di calcolo è pari a 0,176 $\mu g/m^3$.

Tabella 3 - Concentrazioni di PM2.5 ai ricettori puntuali dovute al traffico veicolare nello stato di fatto (SDF) e nello stato di progetto (SDP). In rosso eventuali superamenti ritenuti significativi per la salute umana ai sensi dell'approccio della UK EPA.

RICETTORE	SDF ($\mu g/m^3$)	SDP ($\mu g/m^3$)	INCREMENTO ($\mu g/m^3$)	SDF ($\mu g/m^3$)	SDP ($\mu g/m^3$)	INCREMENTO ($\mu g/m^3$)
	99percentile media giornaliera			media annuale		
R1	1,497	1,538	0,041	0,730	0,747	0,017
R2	2,445	2,503	0,058	1,155	1,182	0,027
R3	1,660	1,731	0,071	0,897	0,938	0,042
R4	1,528	1,562	0,034	0,690	0,708	0,018
R5	1,836	1,883	0,047	0,882	0,907	0,024
R6	0,904	0,987	0,083	0,464	0,533	0,069
R7	0,816	0,879	0,063	0,473	0,499	0,026
R8	0,615	0,654	0,039	0,407	0,424	0,017
R9	0,796	0,821	0,025	0,332	0,340	0,009
R10	1,370	1,392	0,022	0,523	0,531	0,008
R11	0,948	0,975	0,028	0,366	0,375	0,009
R12	0,542	0,570	0,028	0,229	0,241	0,012
R13	0,436	0,461	0,025	0,190	0,199	0,009
R14	0,360	0,375	0,015	0,162	0,170	0,007
R15	0,341	0,353	0,012	0,169	0,177	0,008
R16	0,339	0,349	0,010	0,159	0,167	0,008
R17	0,292	0,300	0,008	0,142	0,150	0,008
R18	0,412	0,428	0,016	0,260	0,276	0,016
R19	0,317	0,344	0,027	0,173	0,186	0,014

Figura 3 – Aree esposte ad un'incremento della concentrazione media annua di PM2.5 di natura significativa per la salute umana. Non si riporta la mappa relativa al 99esimo percentile della concentrazione media giornaliera in quanto il massimo valore atteso sul dominio di calcolo è inferiore al relativo limite di significatività.

2.4. Monossido di carbonio CO

In Tabella 4 si riporta la concentrazione di CO attesa presso i ricettori discreti allo SDF e allo SDP, in conseguenza della sola sorgente emissiva traffico. Al fine di garantire il confronto con i limiti proposti dall'OMS, si considera il 99 esimo percentile della media giornaliera.

Il modello diffusionale restituisce un valore massimo del 99esimo percentile dell'incremento della media giornaliera di CO pari a 0,02 mg/mc. Di conseguenza non vi è popolazione esposta ad un incremento della concentrazione di CO conseguente alla realizzazione dell'opera in progetto potenzialmente impattante sulla salute umana.

Tabella 4 - Concentrazioni di CO ai ricettori puntuali dovute al traffico veicolare nello stato di fatto (SDF) e nello stato di progetto (SDP). In rosso gli eventuali incrementi ritenuti significativi per la salute umana ai sensi dell'approccio della UK EPA.

RICETTORE	SDF	SDP	INCREMENTO
	(mg/m^3)	(mg/m^3)	(mg/m^3)
	99percentile media giornaliera		
R1	0,0157	0,0160	3,14E-04
R2	0,0255	0,0259	4,20E-04
R3	0,0174	0,0177	2,88E-04
R4	0,0156	0,0159	2,74E-04
R5	0,0187	0,0190	3,82E-04
R6	0,0093	0,0100	7,06E-04
R7	0,0084	0,0090	5,76E-04
R8	0,0063	0,0067	3,89E-04
R9	0,0082	0,0084	2,20E-04
R10	0,0143	0,0145	1,91E-04
R11	0,0099	0,0101	2,41E-04
R12	0,0056	0,0058	2,17E-04
R13	0,0044	0,0046	2,15E-04
R14	0,0035	0,0037	1,33E-04
R15	0,0033	0,0035	1,27E-04
R16	0,0033	0,0034	7,57E-05
R17	0,0029	0,0030	6,25E-05
R18	0,0041	0,0042	1,39E-04
R19	0,0032	0,0034	2,28E-04

2.5. Benzene

In Tabella 5 si riporta la concentrazione di benzene attesa presso i ricettori discreti allo SDF e allo SDP, in conseguenza della sola sorgente emissiva traffico. In assenza di indicazioni specifiche da parte dell'OMS, si fa riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/2010.

Il modello diffusionale restituisce un valore massimo dell'incremento della concentrazione media annua di benzene pari a 0,04 μg/mc, ossia inferiore al valore limite assunto come riferimento per valutare la significatività dell'impatto. Di conseguenza non vi è popolazione esposta ad un incremento della concentrazione di benzene conseguente alla realizzazione dell'opera in progetto potenzialmente impattante sulla salute umana.

Tabella 5 - Concentrazioni di benzene ai ricettori puntuali dovute al traffico veicolare nello stato di fatto (SDF) e nello stato di progetto (SDP). In rosso gli eventuali incrementi ritenuti significativi per la salute umana ai sensi dell'approccio della UK EPA.

RICETTORE	SDF	SDP	INCREMENTO
	(µg/m^3)	(µg/m^3)	(µg/m^3)
	media annuale		
R1	0,0446	0,0450	0,0004
R2	0,0663	0,0668	0,0005
R3	0,0542	0,0550	0,0008
R4	0,0414	0,0417	0,0003
R5	0,0543	0,0547	0,0004
R6	0,0303	0,0319	0,0016
R7	0,0296	0,0304	0,0008
R8	0,0255	0,0260	0,0005
R9	0,0206	0,0208	0,0003
R10	0,0324	0,0327	0,0003
R11	0,0228	0,0231	0,0003
R12	0,0149	0,0153	0,0004
R13	0,0124	0,0127	0,0003
R14	0,0105	0,0107	0,0002
R15	0,0110	0,0112	0,0002
R16	0,0103	0,0105	0,0002
R17	0,0091	0,0093	0,0002
R18	0,0167	0,0170	0,0004
R19	0,0110	0,0114	0,0004

2.6. Considerazioni

Sulla base di quanto sopra esposto, emerge che gli unici inquinanti per i quali si attende un incremento della concentrazione a seguito della realizzazione del progetto di entità potenziale significativa per la salute umana sono:

- NO2: limitatamente agli impatti di natura long term;
- PM2.5: limitatamente agli impatti di natura long term.

3. IMPATTO SULLA SALUTE UMANA DELLE EMISSIONI DI NO2 E PM2.5 DA TRAFFICO INDOTTO

3.1. Generalità sulla valutazione di impatto sanitario

Per la valutazione di impatto sanitario del progetto oggetto di valutazione, si fa riferimento alle indicazioni riportate nella D.G.R. 8 febbraio 2016 - n. X/4792, Approvazione delle «Linee guida per la componente salute pubblica negli studi di impatto ambientale e negli studi preliminari ambientali» e nelle linee guida SNPA "Linee guida per la valutazione integrata di impatto ambientale e sanitario (VIIAS) nelle procedure di autorizzazione ambientale (VAS, VIA, AIA)" del 2016, con particolare riferimento al capitolo 4.3.

In quest'ultimo documento, la Valutazione Integrata di Impatto Ambientale e Sanitario (VIAAS) viene definita come una *combinazione di procedure, metodi e strumenti con i quali si possono stimare gli effetti potenziali sulla salute e la distribuzione di tali effetti all'interno della popolazione nell'ambito delle procedure correnti di valutazione in campo ambientale*.

Vengono indicati due possibili approcci per quantificare l'impatto di un'opera sulla salute umana:

- Approccio tossicologico o metodo *Risk Assessment*: è un processo tecnico scientifico che, correlando i dati tossicologici con il livello di esposizione, permette di stimare quantitativamente il rischio derivante dall'esposizione a sostanze tossiche e/o cancerogene. La nozione di rischio implica l'esistenza di una sorgente di pericolo e la possibilità che essa si trasformi in un danno.

  Il rischio viene espresso come

  $$R=E*T$$

  con E che rappresenta il fattore di esposizione, ossia la dose giornaliera di un dato contaminante assunta dal recettore umano (definita ADD *Average Daily Dose* per le sostanze non cancerogene e LADD *Liftime Average Daily Dose* per quelle cancerogene) e la T è la tossicità del contaminante stesso, definita mediante studi tossicologici.

  Nel caso di esposizione per inalazione, E può essere valutata come:

  $$E=C_{aria}*EM$$

  con C_{aria} pari alla concentrazione in aria del contaminante, valutata mediante modelli meteodispersivi, e EM pari alla portata effettiva di esposizione, ossia la quantità giornaliera di aria inalata per unità di peso corporeo.

  La tossicità T del contaminante, che definisce la relazione dose-risposta, viene definita in maniera differente a seconda che la sostanza indagata sia cancerogena oppure no. Nel caso di sostanze cancerogene la tossicità viene valutata dal parametro CSF *Cancer Slope Factor* che esprime il potere cancerogeno di una sostanza e indica la probabilità incrementale di sviluppare un tumore se un individuo è esposto alla sostanza per tutta la vita. Nel caso di sostanze non cancerogene, la tossicità viene valutata dal parametro RfD_{inal} *Inhalation Reference Dose* che rappresenta la stima della quantità massima di sostanza che può essere inalata giornalmente e per tutta la vita senza comportare apprezzabili rischi per la salute umana.

  I valori di CSF e RfD_{inal} possono essere reperiti sulle banche date internazionali o nazionali e derivano da studi tossicologici svolti principalmente su animali. La banca dati più utilizzata è IRIS della USEPA.

  Il rischio calcolato come prima viene definito accettabile se minore di 1 per le sostanze non cancerogene e minore di 10^{-6} per quelle cancerogene.

- Approccio epidemiologico o metodo *dell'Health Impact Assessment* (HIA): in questo caso la relazione dose-risposta o, più propriamente, esposizione-risposta (incidenza) viene dedotta da studi epidemiologici mediante la definizione dei parametri di Rischio Relativo (RR), Odds Ratio (OR) o Rischio Attribuibile (RA). I valori di RR derivanti dall'evidenza Epidemiologica possono essere utilizzati per effettuare una stima degli eventi sanitari attribuibili alla differenza tra le concentrazioni osservate e un valore di concentrazione al di sotto del quale si ipotizza che l'effetto sanitario possa essere considerato trascurabile (approccio retrospettivo) oppure per effettuare una stima degli eventi sanitari attribuibili ad un incremento delle concentrazioni dovuto all'attivazione di nuove sorgenti emissive (approccio

prospettico). Nel caso in esame, e più in generale, nel caso delle Valutazioni di Impatto Ambientale, l'approccio seguito è quello prospettico. L'obiettivo dell'analisi è infatti quello di stimare l'incremento dell'incidenza di una tale patologia attualmente osservata per effetto dell'incremento atteso delle concentrazioni di un inquinante in conseguenza dell'attivazione di una nuova sorgente emissiva.

Una valutazione HIA richiede di identificare:

a. il valore di RR per l'effetto sanitario considerato derivato dalla funzione concentrazione risposta descritta
b. i valori di esposizione della popolazione in studio, ossia in un approccio prospettico, l'incremento delle concentrazioni dell'inquinante rispetto allo stato di fatto dovuto all'attivazione delle nuove sorgenti emissive (valore stimato mediante modelli o misure)
c. la dimensione della popolazione di riferimento dalla quale sono ricavati i dati relativi all'incidenza dell'evento sanitario in studio e la popolazione interessata dalla potenziale variazione dell'esposizione;
d. l'occorrenza di base (baseline) dell'evento sanitario in studio, morbosità o mortalità nella popolazione di riferimento.

La frazione di eventi attribuibili, in una data popolazione, ad una determinata esposizione può quindi essere valutata mediante il seguente algoritmo:

$$AC= A*B*\Delta C*P_{exp}$$

dove:

AC= numero di casi attribuibili all'esposizione in esame. Nel caso di valutazioni prospettiche, rappresenta l'incremento atteso rispetto a quanto attualmente osservato di un dato evento sanitario a seguito dell'attivazione di una nuova sorgente emissiva;
A= (RR-1), eccesso di rischio nella popolazione esposta attribuibile all'inquinamento atmosferico. RR è il rischio relativo desunto dalla letteratura disponibile per il dato esito sanitario;
B=tasso di morbosità/mortalità di background dell'esito sanitario considerato. Nel caso di valutazioni prospettiche, B rappresenta il tasso di morbosità/mortalità attualmente osservato (baseline), ottenuto dai dati statistici nella popolazione di riferimento;
ΔC= variazione delle concentrazioni ambientali di inquinanti per la quale si intende valutare l'effetto;
P_{exp}=popolazione esposta.

3.2. Applicazione della valutazione di impatto sanitario al progetto di un'attività produttiva in Lacchiarella: materiali e metodi, campo di applicazione

Nel caso specifico, l'analisi di impatto sanitario è stata limitata agli inquinanti NO_2 e PM2.5 per i quali le valutazioni effettuate al capitolo 2 hanno mostrato l'esistenza di criticità.

La valutazione è stata svolta secondo l'approccio epidemiologico descritto al capitolo 3.1, in quanto ritenuto preferibile rispetto all'approccio tossicologico.

Le linee guida SNAP sulla VIIAS consigliano di utilizzare come funzioni concentrazione-risposta quelle proposte nel progetto dell'Organizzazione Mondiale della Sanità *"Health aspects of air pollution and review of UE policies: the REVIHAAP and HRAPIE projects*" richiamate nello stesso documento dell'SNPA.

In particolare il documento fa riferimento:

- Per l'NO2

  - agli effetti a lungo termine (esposizione cronica) riguardanti gli eventi sanitari "mortalità complessiva (cause naturali) nella popolazione adulta" e "bronchiti in bambini asmatici";

  - agli effetti a breve termine (esposizione acuta) riguardanti l'evento "ospedalizzazione (ricovero) per in tutte le fasce d'età attribuibile a cause respiratorie"

- Per il PM2.5:

  - agli effetti a lungo termine (esposizione cronica) riguardanti gli eventi sanitari "mortalità complessiva (cause naturali) nella popolazione adulta", "incidenza cancro ai polmoni".

La valutazione di impatto sanitario sviluppata nel presente documento è stata limitata agli eventi sanitari associati agli effetti a lungo termine, in quanto per entrambi gli inquinanti sono emerse criticità esclusivamente per quanto riguarda la concentrazione media annuale.

3.3. Applicazione della valutazione di impatto sanitario al progetto di un'attività produttiva in Lacchiarella: funzione dose-risposta

Con riferimento alle linee guida SNPA sulla VIIAS del 2016, si considerano i seguenti eventi sanitari e le relative curve dose-risposta:

Tabella 6 – Funzioni concentrazioni-risposta raccomandate da HRAPIE Project.

Inquinante	Evento sanitario	Range concentrazione	RR (IC 95%)	Riferimento bibliografico
NO_2 (media annuale)	Mortalità, tutte le cause naturali, età 30+ anni	>20 µg/m^3	1,055 per 10 µg/m^3 (1,031-1,080)	Meta-analisi di tutti gli studi di coorte pubblicati prima di gennaio 2013 da Hoek et al (2013)
NO_2 (media annuale)	Bronchiti in bambini asmatici di età 5-14 anni	tutte	1,021 per 1 µg/m^3 (0,990-1,060)	McConnel et al., 2003
PM2.5 (media annuale)	Mortalità, tutte le cause naturali, età 30+ anni	tutte	1,062 per 10 µg/m^3 (1,040-1,083)	Meta-analisi di 13 studi pubblicati da Hoek et al (2013)
PM2.5 (media annuale)	Incidenza cancro ai polmoni	tutte	1,09 per 10 µg/m^3 (1,04-1,14)	Hamra G et al. (2014)

3.4. Applicazione della valutazione di impatto sanitario al progetto di un'attività produttiva in Lacchiarella: popolazione esposta

Ai fini dell'individuazione della popolazione esposta alle emissioni di NO_2 e PM2.5 dovute al traffico indotto dall'intervento in progetto, si fa riferimento alle mappe riportate al capitolo 2, in particolare alle mappe riportate in Figura 2 e in Figura 3.

Nel caso specifico si considera, dunque, come popolazione esposta:

- la popolazione residente nelle aree interessate da un incremento della concentrazione media annuale di NO_2 superiore all'1% del valore limite long term definito dall'OMS del 2021 *"WHO global air quality guidelines"* per gli eventi sanitari "mortalità per tutte le cause" e "bronchiti in bambini asmatici" associati ad un'esposizione cronica a NO_2;

- la popolazione residente nelle aree interessate da un incremento della concentrazione media annuale di PM2.5 superiore all'1% del valore limite long term definito dall'OMS del 2021 *"WHO global air quality guidelines* per gli eventi sanitari "mortalità per tutte le cause" e "incidenza cancro ai polmoni" associati ad un'esposizione cronica a PM2.5.

Si fa presente che le aree di esposizione riportate in Figura 2 e in Figura 3, che si ricorda essere state ottenute mediante modellizzazione delle ricadute di NO_2 e PM2.5 in ambiente con il software MMS Caline, ricalcano quanto riportato in numerosi studi di letteratura scientifica, ossia che la popolazione potenzialmente soggetta a conseguenze sanitarie causate dall'esposizione al traffico stradale (tipicamente patologie legate all'apparato cardiorespiratorio, inclusa la morte) è quella residente entro 50-100 m da strade trafficate (Gehring et al., 2006; Shikowski et al., 2005; Valutazione Ambientale Strategica del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS)).

3.4.1. *Popolazione esposta all'emissione di NO2*

L'area di interesse riporta in Figura 2 presenta un'estensione di circa 0,34 km^2. La popolazione residente nel comune di Lacchiarella al primo gennaio 2025 è riportata in Tabella 7 (dati ISTAT). Considerando che il comune di Lacchiarella presenta una superficie di 24,2 kmq, si stima una densità abitativa pari a 377,7 ab./km^2.

Tabella 7- Popolazione residente nel comune di Lacchiarella al 1° gennaio 2025 (dati ISTAT)

Fasce di età (anni)	Comune di Lacchiarella			
	Popolazione maschile	Popolazione femminile	Popolazione tot	% età
0-4	154	138	292	3,19
5-9	188	211	399	4,37
10-14	228	253	481	5,26
15-19	244	221	465	5,09
20-24	210	234	444	4,86
25-29	255	217	472	5,16
30-34	267	244	511	5,59
35-39	277	264	541	5,92
40-44	273	278	551	6,03
45-49	325	312	637	6,97
50-54	388	363	751	8,22
55-59	425	379	804	8,80
60-64	316	368	684	7,48
65-69	267	281	548	6,00
70-74	235	232	467	5,11
75-79	192	240	432	4,73
80-84	141	177	318	3,48
85-89	98	131	229	2,51
90-94	22	64	86	0,94
95-99	3	22	25	0,27
Oltre 100	0	3	3	0,03
totale	**4508**	**4632**	**9140**	100

A scopo cautelativo, la densità abitativa media del comune di Lacchiarella è stata applicata all'intera area individuata in Figura 2, interessata da un incremento atteso della concentrazione media annuale di NO_2 di natura significativa, sebbene nella realtà tale area sia occupata esclusivamente da campi agricoli.

Di conseguenza la popolazione calcolata come potenzialmente esposta ad impatti sanitari per esposizione cronica alle emissioni di NO2 dal traffico indotto dalla nuova attività in progetto risulta pari a 129 abitanti.

Al fine di ottenere il dettaglio utile ai calcoli successivi, la popolazione esposta all'incremento della concentrazione media annuale di 129 abitanti è stata suddivisa per fasce di età come riportato in Tabella 8.

Tabella 8 – Popolazione potenzialmente esposta ad un incremento della concentrazione media annuale di NO_2 di entità significativa. La distribuzione per età è stata effettuata considerando i dati medi comunali riportati in Tabella 7.

Popolazione esposta al traffico indotto dall'attività	
Popolazione totale	129
Popolazione pediatrica (0-14 anni)	17
Popolazione adulta (> 30 anni)	112

3.4.2. Popolazione esposta all'emissione di PM2.5

L'area di interesse riporta in Figura 3 presenta un'estensione di circa 0,1 km^2.

A scopo cautelativo, la densità abitativa media del comune di Lacchiarella è stata applicata all'intera area individuata in Figura 3, interessata da un incremento atteso della concentrazione media annuale di PM2.5 di natura significativa, sebbene nella realtà tale area sia occupata esclusivamente da campi agricoli.

Di conseguenza la popolazione calcolata come potenzialmente esposta ad impatti sanitari per esposizione cronica alle emissioni di PM2.5 dal traffico indotto dalla nuova attività in progetto risulta pari a 38 abitanti.

Al fine di ottenere il dettaglio utile ai calcoli successivi, la popolazione esposta è stata suddivisa per fasce di età come riportato in Tabella 9.

Tabella 9 – Popolazione potenzialmente esposta ad un incremento della concentrazione media annuale di PM2.5 di entità significativa. La distribuzione per età è stata effettuata considerando i dati medi comunali riportati in Tabella 7.

Popolazione esposta al traffico indotto dall'attività	
Popolazione totale	38
Popolazione pediatrica (0-14 anni)	5
Popolazione adulta (> 30 anni)	33

3.5. Applicazione della valutazione di impatto sanitario al progetto di un'attività produttiva in Lacchiarella: occorrenza di base degli eventi sanitari considerati

L'occorrenza di base degli eventi sanitari è stata valutata a partire dai dati riportati sul portale del sistema socio sanitario di Regione Lombardia per il comune di Lacchiarella.

Il tasso complessivo di mortalità annuo della popolazione residente nel comune di Lacchiarella per mille abitanti è riportato nella seguente Tabella 10. Tale valore si ritiene rappresentativo del tasso di mortalità per cause naturali, difatti da una disamina delle cause di morte, si rileva che nelle annualità considerate i casi di morte per eventi non naturali (traumatismi, suicidi ecc) sono numericamente trascurabili.

Tabella 10 – Mortalità annua osservata nel comune di Lacchiarella (fonte:https://portalestatosalute.ats-milano.it/..).

Anno	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
n. di decessi	82	62	60	59	70	61	64	53
Popolazione residente	8885	8885	8871	8927	9076	8965	9080	9073
Tasso di mortalità per 1000 abitanti	9,23	6,98	6,76	6,61	7,71	6,80	7,05	5,84
Tasso di mortalità complessiva media	**7,12**							

Per quanto riguarda il tasso di "occorrenza di bronchiti nella popolazione pediatrica", non è stato possibile reperire informazioni a tal riguardo. Sono dunque stati utilizzati i dati pubblicati sul portale regionale relativi ai ricoveri ospedalieri per malattie respiratorie in età pediatrica, dai quali è stato calcolato il tasso di occorrenza dell'evento sanitario (Tabella 11).

Tabella 11 – Tasso di ricovero per malattie dell'apparato respiratorio nella popolazione di età compresa tra gli 0 e i 14 anni.

anno	N° di ricoveri per il comune di Lacchiarella	Popolazione pediatrica	Tasso di incidenza nella popolazione residente in età pediatrica
2016	7	1332	0,00526
2017	25	1342	0,01863
2018	12	1306	0,00919
2019	21	1300	0,01615
2020	11	1319	0,00834
2021	8	1269	0,00630
2022	9	1270	0,00709
2023	13	1231	0,01056
Media			**0,01019**

Per quanto riguarda l'evento sanitario "cancro ai polmoni", si fa presente che sul portale dell'ATS sono disponibili i dati relativi alle patologie neoplastiche esclusivamente fino al 2019. Inoltre non sono disponibili dati relativi esplicitamente al solo cancro ai polmoni. Si fa dunque riferimento ai dati pubblicati da ATS, riportati in Tabella 12, per l'evento sanitario "cancro respiratorio e organi intratoracici".

Tabella 12 – Tasso di incidenza per mille abitanti di cancro respiratorio e a organi intratoracici.

anno	Incidenza cancro respiratorio per il comune di Lacchiarella	Popolazione	Tasso di incidenza per 1000 abitanti
2016	6	8885	0,675
2017	12	8885	1,351
2018	6	8871	0,676
2019	10	8927	1,120
Media			**0,956**

3.6. Applicazione della valutazione di impatto sanitario al progetto di un'attività produttiva in Lacchiarella: risultati

3.6.1. Evento sanitario "morti per tutte le cause" a seguito dell'esposizione cronica a NO_2

La frazione di morti attribuibili all'esposizione cronica all'NO_2 emesso dal traffico indotto dall'attività in progetto è stata calcolata tramite l'equazione:

$$AC= A*B*\Delta C*P_{exp}$$

dove

A=RR-1= 1,055-1= 0,055 per un incremento di 10 $\mu g/m^3$ di NO_2. (Rif. Tabella 6). Per un incremento di 1 $\mu g/m^3$ di NO_2, si assume il valore di 0,0055.

B= tasso medio di mortalità per cause naturali in Lacchiarella = 7,12 decessi per 1000 abitanti (rif. Tabella 10)

ΔC= incremento della concentrazione di NO_2 a cui è soggetta la popolazione. A scopo cautelativo si assume il massimo incremento stimato dal modello sul dominio di calcolo. Tale valore, pari a 0,93 $\mu g/m^3$ viene esteso a tutta l'area di indagine (Rif. Capitolo 2.2).

Pexp= 112 (Rif. Tabella 8).

Le morti attribuibili all'esposizione all'NO_2 emesso dal traffico indotto dall'opera in progetto possono, dunque, essere quantificati in:

- 0,0041 decessi all'anno.

Allo stato di fatto, i decessi medi nella popolazione esposta a ricadute di NO2 da traffico indotto possono essere quantificati in 0,8 decessi/anno (valore calcolato come B*Pexp).

A causa della realizzazione dell'opera, ed in particolare a causa dell'esposizione cronica all'NO2 emesso dal traffico indotto, ci si attende un incremento della mortalità locale pari allo 0,5% annuo.

Si fa presente che se si assume come incremento della concentrazione di NO2 a cui è soggetta la popolazione anziché il valore massimo riscontrato sul dominio, un valore più realistico, calcolabile, ad esempio, come media tra il limite di significatività ed il valore massimo previsto (media[0,1;0,93]=0,515), le morti attribuibili all'esposizione all'NO_2 emesso dal traffico indotto si riducono a 0,0023 decessi all'anno, con un incremento rispetto alla mortalità attuale dello 0,28%.

3.6.2. Evento sanitario "bronchiti nei soggetti pediatrici asmatici" a seguito dell'esposizione cronica a NO2

Per quanto riguarda l'impatto dell'opera in progetto sull'occorrenza delle bronchiti nei soggetti pediatrici asmatici, in assenza di dati a riguardo, la valutazione viene effettuata sull'evento sanitario "ricoveri ospedalieri per malattie dell'apparato respiratorio nella popolazione pediatrica", a cui viene attribuita cautelativamente la funzione dose risposta riportata in Tabella 6 per i casi di bronchiti in soggetti asmatici di età pediatrica.

Si fa presente che la maggior parte dei bambini con bronchite non viene

ricoverato, perciò assumere lo stesso valore di RR per l'evento "bronchiti" e l'evento "ospedalizzazione per malattie respiratorie" risulta estremamente cautelativo.

La frazione di ricoveri ospedalieri per malattie respiratorie nella popolazione pediatrica attribuibili all'esposizione all'NO_2 causato dal traffico indotto dall'attività in progetto è stata calcolata tramite l'equazione:

$$AC= A*B*\Delta C*P_{exp}$$

dove

A=RR-1= 1,021-1= 0,021 per un incremento di 1 $\mu g/m^3$ di NO_2. (Rif. Tabella 6). Si precisa che tale valore di RR riguarda l'evento "bronchiti in soggetti asmatici di età pediatrica"

B= tasso di ricoveri ospedalieri per malattie respiratore in residenti in età pediatrica = 0,01019 (rif. Tabella 11)

ΔC= incremento della concentrazione di NO_2 a cui è soggetta la popolazione. A scopo cautelativo si assume il massimo incremento stimato dal modello sul dominio di calcolo. Tale valore, pari a 0,93 $\mu g/m^3$ viene esteso a tutta l'area di indagine (Rif. Capitolo 2.2).

Pexp= 17 (Rif. Tabella 8).

I casi di ricovero ospedaliero per malattie respiratorie nella popolazione pediatrica attribuibili all'esposizione all'NO_2 emesso dal traffico indotto dall'opera in progetta possono, dunque, essere quantificati in:

- 0,0034 casi all'anno.

Allo stato di fatto, i casi di ricovero ospedaliero per malattie respiratorie nella popolazione esposta a ricadute di NO2 dal traffico indotto possono essere quantificati in 0,17 casi/anno (valore calcolato come B*Pexp).

A causa della realizzazione dell'opera, ed in particolare a cause dell'esposizione cronica alle emissioni di NO2 da traffico indotto, ci si attende un incremento dei ricoveri ospedalieri per malattie respiratore in età pediatrica pari all'1,9% annuo. Si precisa che tale valore è stato calcolato assumendo la relazione dose-risposta RR valutata per l'evento sanitario "casi di bronchiti in soggetti pediatrici asmatici", non essendo disponibile un valore di RR riferito alle ospedalizzazioni per malattie respiratore. Il valore calcolato risulta dunque sovrastimato rispetto alla realtà.

Si fa, inoltre, presente che se si assume come incremento della concentrazione di NO2 a cui è soggetta la popolazione anziché il valore massimo riscontrato sul dominio, un valore più realistico calcolabile, ad esempio, come media tra il limite di significatività ed il valore massimo previsto (media[0,1;0,93]=0,515), i ricoveri ospedalieri per malattie respiratorie in età pediatrica a causa dell'esposizione all'NO_2 emesso dal traffico indotto si riducono a 0,0019 casi all'anno, con un incremento rispetto ai ricoveri attuali dell'1%.

3.6.3. Evento sanitario "mortalità per tutte le cause naturali nella popolazione adulta" a seguito dell'esposizione cronica a PM2.5

La frazione di morti attribuibili all'esposizione cronica al PM2.5 emesso dal

traffico indotto dall'attività in progetto è stata calcolata tramite l'equazione:

$$AC= A*B*\Delta C*P_{exp}$$

dove

A=RR-1= 1,062-1= 0,062 per un incremento di 10 μg/m^3 di PM2.5. (Rif. Tabella 6). Per un incremento di 1 μg/m^3 di PM2.5, A assume il valore di 0,0062

B= tasso medio di mortalità per cause naturali in Lacchiarella = 7,12 decessi per 1000 abitanti (rif. Tabella 10)

ΔC= incremento della concentrazione di PM2.5 a cui è soggetta la popolazione. A scopo cautelativo si assume il massimo incremento stimato dal modello sul dominio di calcolo. Tale valore, pari a 0,176 μg/m^3 viene esteso a tutta l'area di indagine (Rif. Capitolo 2.3).

Pexp= 33 (Rif. Tabella 9).

Le morti attribuibili all'esposizione al PM2.5 emesso dal traffico indotto dall'opera in progetto possono, dunque, essere quantificati in:

- 0,00003 decessi all'anno.

Allo stato di fatto, i decessi medi nella popolazione interessata da una ricaduta delle emissioni di PM2.5 da traffico indotto possono essere quantificati in 0,23 decessi/anno (valore calcolato come B*Pexp).

A causa della realizzazione dell'opera, ed in particolare a causa dell'esposizione al PM2.5 emesso dal traffico indotto, ci si attende un incremento della mortalità locale pari allo 0,1% annuo.

Si fa presente che se si assume come incremento della concentrazione di PM2.5 a cui è soggetta la popolazione anziché il valore massimo riscontrato sul dominio, un valore più realistico calcolabile, ad esempio, come media tra il limite di significatività ed il valore massimo previsto (media[0,176;0,05]=0,113), le morti attribuibili all'esposizione al PM2.5 emesso dal traffico indotto si riducono a 0,0002 decessi all'anno, con un incremento rispetto alla mortalità attuale dello 0,07%.

3.6.4. Evento sanitario "incidenza cancro ai polmoni" a seguito dell'esposizione cronica a PM2.5

Per quanto riguarda l'impatto dell'opera in progetto sull'occorrenza del cancro ai polmoni, in assenza di dati a riguardo, la valutazione viene effettuata sull'evento sanitario "cancro respiratorio e a organi intratoracici".

L'incidenza di cancro respiratorio attribuibile all'esposizione al PM2.5 emesso dal traffico indotto dall'attività in progetto è stata calcolata tramite l'equazione:

$$AC= A*B*\Delta C*P_{exp}$$

dove

A=RR-1= 1,09-1= 0,09 per un incremento di 10 μg/m^3 di PM2.5. (Rif. Tabella 6). Per un incremento di 1 μg/m^3 di PM2.5, si assume il valore di 0,009

B= si fa riferimento all'evento "incidenza cancro respiratorio", con un valore di 0,956 ogni mille abitanti (rif. Tabella 12)

ΔC= incremento della concentrazione di PM2.5 a cui è soggetta la popolazione. A scopo cautelativo si assume il massimo incremento stimato dal modello sul dominio di calcolo. Tale valore, pari a 0,176 μg/m^3 viene esteso a tutta l'area di indagine (Rif. Capitolo 2.3).

Pexp= cautelativamente si considera l'intera popolazione, inclusa quella pediatrica, quindi 38 abitanti (Rif. Tabella 8).

I casi di cancro respiratorio attribuibili all'esposizione cronica al PM2.5 emesso dal traffico indotto dall'opera in progetto possono, dunque, essere quantificati in:

- 5,7*10^{-6} casi all'anno.

Allo stato di fatto, i casi nella popolazione esposta a ricadute di PM2.5 dal traffico indotto possono essere quantificati in 0,03decessi/anno (valore calcolato come B*Pexp).

A causa della realizzazione dell'opera, ed in particolare a causa dell'esposizione cronica al PM2.5 emesso dal traffico indotto, ci si attende un incremento dei casi di cancro respiratori pari allo 0,02% annuo.

Si fa presente che se si assume come incremento della concentrazione di PM2.5 a cui è soggetta la popolazione anziché il valore massimo riscontrato sul dominio, un valore più realistico calcolabile, ad esempio, come media tra il limite di significatività ed il valore massimo previsto (media[0,176; 0,05]=0,113), i casi di cancro respiratorio attribuibili all'esposizione al PM2.5 emesso dal traffico indotto si riducono a 3,6*10^{-6}, con un incremento rispetto all'incidenza attuale dello 0,01%.

4. CONCLUSIONI

Sulla base delle valutazioni sopra riportate (ai sensi delle linee guida OMS del 2021 *"WHO global air quality guidelines")*, il traffico indotto dalla realizzazione dell'opera in progetto determinerà un incremento della concentrazione media annuale di NO_2 e di $PM_{2.5}$ in atmosfera che potrebbe non essere trascurabile nell'intorno delle viabilità di interesse (dai 50 m ai 100 m circa nelle vie considerate), ossia nell'area dove ci si attende un incremento della concentrazione media annuale di NO_2> 0,10 μg/m^3 e di $PM_{2.5}$> 0,05 μg/m^3.

Non si prevedono invece incrementi di natura significativa della concentrazione media giornaliera di NO_2 e $PM_{2.5}$ e, in generale, della concentrazione degli altri inquinanti valutati, ossia PM_{10}, CO e benzene.

Con riferimento dunque all'esposizione cronica all'NO_2 e al $PM_{2.5}$, si stimano i seguenti impatti sulla salute umana

- *Mortalità nella popolazione adulta:* + 0,6% a causa dell'esposizione congiunta a NO_2 e $PM_{2.5}$
- *ricoveri ospedalieri per malattie respiratorie in età pediatrica:* + 1,9%
- *incidenza cancro respiratorio e agli organi intratoracici:* +0,02%.

Si lascia agli Enti Competenti e nello specifico all'ATS Milano Città Metropolitana, la valutazione della significatività dell'incremento dell'incidenza dei fattori mortalità, ricoveri ospedalieri per malattie respiratorie in età pediatrica e cancro respiratorio definito con la presente relazione.

Si fa esclusivamente presente, a commento dei risultati ottenuti, che:

1) Il valore calcolato per l'incremento del numero di ricoveri ospedalieri per malattie respiratorie nella popolazione pediatrica risulta ampiamente sovrastimato in quanto per il calcolo è stato utilizzato il valore di RR relativo al numero di casi di bronchiti in soggetti asmatici. È evidente che il rischio di sviluppare una bronchite è decisamente più elevato del rischio di essere ricoverato in ospedale a causa della bronchite stessa;
2) La valutazione è stata condotta con riferimento al massimo valore di concentrazione di NO_2 e $PM_{2.5}$ stimato sull'intero dominio di calcolo, e non sull'effettiva concentrazione media a cui la popolazione sarà esposta;
3) Cautelativamente, la popolazione esposta è stata valutata applicando la densità abitativa media del comune di Lacchiarella alla superficie delle aree interessate da una ricaduta di NO_2 e $PM_{2.5}$ non trascurabile a priori, senza considerare l'effettiva destinazione d'uso di tali aree. Si fa osservare che le aree interessate da una ricaduta non trascurabile di NO_2 e $PM_{2.5}$ sono in realtà occupate quali esclusivamente da campi agricoli; di conseguenza l'effettiva popolazione esposta è praticamente nulla;
4) La valutazione è stata eseguita in riferimento ad uno scenario privo di mitigazioni dell'impatto. Nello specifico è invece prevista la piantumazione di 293 alberi e la realizzazione di un impianto fotovoltaico da circa 1300 kWp. Tali interventi, in particolare quello relativo ad opere di piantumazione, porteranno a dei benefici in termini di qualità dell'aria locale. Per un maggiore dettaglio si faccia riferimento a quanto riportato nel documento precedente "Previsione di impatto sulla qualità dell'aria dal traffico veicolare indotto dall'esercizio dell'attività - Rev.02"

BIBLIOGRAFIA

Gehring U., Heinrich, J., Kramer, U., et al., 2006. Long-term exposure to ambient air pollution and cardiopulmonary mortality in women. Epidemiology 17, 545-551 (via Sarno et al., 2013)

Schikkowski, T., Sugiri, D., Ranft, U., Gehring, U. et al., 2005. Long-term air pollution exposure and living close to busy roads are associated with COPD in women. Respiratory Research 6, 151-161

SNPA, 2016. Linee guida per la valutazione integrata di impatto ambientale e sanitario (VIIAS) nelle procedure di autorizzazione ambientale (VAS, VIA, AIA)

Europe, W.R.O.f., Health aspects of air pollution and review of EU policies: the REVIHAAP and HRAPIE projects. 2013.

WHO Regional Office for Europe, Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project. Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. 2013.

Donateo, A, Contini, D., 2014. Correlation of dry deposition velocity and friction velocity over different surfaces for PM2.5 and particle number concentration. Adavances in meteorology, vol 2014. Article ID 760393, 12 pages, 2014. https://doi.org/10.1155/2014/760393

Giuseppe Sampietro, Alberto Zucchi. Atlante di Epidemiologia Geografica: Incidenza e mortalità oncologica in Provincia di Bergamo. (incidenza 2007-2017, mortalità 2009-2019)

D.g.r. 8 febbraio 2016 - n. X/4792 Approvazione delle «Linee guida per la componente salute pubblica negli studi di impatto ambientale e negli studi preliminari ambientali» in revisione delle «Linee guida per la componente ambientale salute pubblica degli studi di impatto ambientale» di cui alla d.g.r. 20 gennaio 2014, n. X/1266

World Health Organization – Europe - Linee guida globali OMS sulla qualità dell'aria: particolato (PM2,5 e PM10), ozono, biossido di azoto, anidride solforosa e monossido di carbonio. Sintesi - Numero del documento: WHO/EURO:2022-3162-42920-63947

STATO DI SALUTE DELLA POPOLAZIONE RESIDENTE NEI COMUNI DELLA ATS MILANO CITTÀ METROPOLITANA- Portale statosalute.ats-milano, Regione Lombardia, sistema socio-sanitario, ATS Milano – Città Metropolitana