

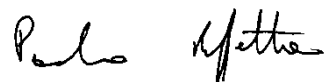
**Valutazione di Impatto Sanitario per la realizzazione, all'interno dell'area di
pertinenza della Raffineria di Livorno, di una sezione di bioraffineria destinata alla
produzione di biocarburanti**

**Integrazioni in risposta alla nota dell'Istituto Superiore della Sanità
"AOO-ISS - 15/03/2024 - 0012026 Class: DAS 01.00"**

Paolo Boffetta, Mahsa Abedini, Ohad Zivan

Meneswa srl, Torino

08 Aprile 2024



Prof. Paolo Boffetta
Università di Bologna
Stony Brook University
Meneswa Srl

SOMMARIO

PREMESSA 3

RISPOSTE ALLE RICHIESTE DI INTEGRAZIONI 4

ALLEGATI

Allegato 1	Esiti campagna di monitoraggio della qualità dell'aria Gennaio – Febbraio 2024	Int_VIS_BioRaLi_apr24_All1
Allegato 2	Tabella delle concentrazioni medie annue per sezione di censimento	Int_VIS_BioRaLi_apr24_All2
Allegato 3	Tabelle dei risultati delle deposizioni per categoria di uso del suolo	Int_VIS_BioRaLi_apr24_All3
Allegato 4	Mappe di deposizione su uso del suolo	Int_VIS_BioRaLi_apr24_All4
Allegato 5	Approfondimenti sulla stima delle emissioni da traffico navale	Int_VIS_BioRaLi_apr24_All5
Allegato 6	Lettere di richiesta dati a ARS Toscana e ISPRO	Int_VIS_BioRaLi_apr24_All6
Allegato 7	Indicatori tumori maligni e incidenza da registri tumori	Int_VIS_BioRaLi_apr24_All7

PREMESSA

A Novembre 2022 e con le successive integrazioni, Eni S.p.A. Raffineria di Livorno (di seguito il Proponente) ha presentato la documentazione necessaria per l'avvio del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale (ID: 9362) per il progetto "Bioraffineria Livorno".

Ad Aprile 2023 il Dipartimento Ambiente e Salute dell'Istituto Superiore di Sanità (di seguito ISS), con prot. AOO-ISS n. 18404 del 17/04/2023, ha richiesto di sottoporre il progetto a Valutazione di Impatto Sanitario (VIS), secondo le linee guida predisposte dall'ISS e pubblicate nei Rapporti Istisan 19/9 e 22/35.

Ad Agosto 2023 il Proponente ha presentato la Valutazione di Impatto Sanitario "*Valutazione di Impatto Sanitario per la realizzazione, all'interno dell'area di pertinenza della Raffineria di Livorno, di una sezione di bioraffineria destinata alla produzione di biocarburanti*", elaborato da Meneswa S.r.l..

A Dicembre 2023 l'ISS, con prot. AOO-ISS - 01/12/2023 - 0055810 Class: DAS 01.00, ha presentato la nota "Valutazione studio VIS aggiornato", in cui si richiede un'integrazione dello studio VIS, a cui il Proponente ha risposto con prot. RAFLI DIR 61/113-2024 del 06/02/2024 aggiornando il suddetto studio.

A Marzo 2024, con prot. AOO-ISS - 15/03/2024 - 0012026 Class: DAS 01.00, l'ISS ha richiesto ulteriori integrazioni allo studio VIS, a cui il presente documento costituisce risposta da leggersi come integrativa rispetto allo studio VIS presentato a febbraio 2024.

RISPOSTE ALLE RICHIESTE DI INTEGRAZIONI

1 - In generale, sebbene per gli attuali riferimenti di legge, la qualità dell'aria misurata nella zona possa essere considerata conforme alle indicazioni normative, ai fini della tutela della salute le misure di NO₂, PM₁₀ e PM_{2,5} mostrano valori sempre superiori alle raccomandazioni delle Air Quality Guidelines OMS del 2021.

Il Proponente specifica che le centraline della qualità dell'aria oggetto dell'analisi presentata nell'Appendice 3 alla Valutazione di Impatto Sanitario di Febbraio 2024 (LI-Lapira, LI-Carducci, LI-Cappiello e LI-Stagno) sono localizzate su tutta l'area del territorio dei due comuni di Livorno e Collesalveti e si trovano da ca. 1 a ca. 6,5 km di distanza dalla Raffineria. Si fa presente, pertanto, che la qualità dell'aria misurata dalle suddette centraline non è da intendersi come rappresentativa del solo contributo generato dalla Raffineria ma anche delle altre sorgenti emissive, industriali e non, che sussistono nell'area, vedasi tabella 1 della nota ISS "AOO-ISS - 15/03/2024 - 0012026 Class: DAS 01.00".

Inoltre, dalla "Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana" pubblicata annualmente da ARPA Toscana, si evince come le centraline appartenenti alla "Zona Costiera", di cui fanno parte le centraline LI-Lapira, LI-Carducci e LI-Cappiello sopra menzionate, mostrino valori di qualità dell'aria generalmente più bassi in termini di inquinanti rilevati rispetto ad altre zone della Regione Toscana.

Infine, i valori misurati dalle suddette centraline, conformi al D.Lgs. 155/2010, sono lievemente disallineati per i parametri NO₂, PM₁₀ e PM_{2,5} rispetto alle Air Quality Guidelines dell'OMS del 2021. Tuttavia, si fa presente che suddette Guidelines rappresentano delle linee guida per i decisori degli Stati membri utili per fissare gli standard e gli obiettivi normativi per la gestione della qualità dell'aria a livello internazionale, nazionale e locale ma, al momento, non sono recepite nel corpo normativo dello Stato italiano, e, per quanto noto, neanche in quello di nessuno Stato Europeo.

2- Evidenze campagna di misura della qualità dell'aria per gli inquinanti di interesse relativi alle attività progettuali integrando il monitoraggio di Hg, Se, Cr (VI), PCDD/F, PCB, IPA e NH₃ tramite mezzo mobile posizionato in prossimità della Stazione esistente 'LI-ENI-STAGNO' effettuate a gennaio / febbraio.

Si riportano in Allegato 1 gli esiti della prima campagna di monitoraggio, eseguita a Gennaio / Febbraio 2024 in prossimità dell'esistente stazione Li-Stagno, a cui seguiranno le successive già pianificate per la primavera e l'estate 2024, al fine di avere, come richiesto, un panorama più completo delle misurazioni.

3 - Dal punto di vista della verifica dei potenziali impatti sulla salute determinati dall'esposizione agli inquinanti emessi dalla raffineria, si ricorda la necessità di posizionare un'ulteriore stazione di monitoraggio della qualità dell'aria nell'area abitata di Collesalvetti, zona che ha spesso lamentato la percezione di odori molesti riconducibili alla Raffineria.

Nel comune di Collesalvetti, frazione di Stagno, è già presente una centralina di monitoraggio della qualità dell'aria (parametri misurati NO₂; PM_{2,5}; PM₁₀; SO₂; H₂S; benzene) attiva dal marzo 2018.

Tale centralina si inserisce in un contesto di collaborazione con gli Enti locali e di attenzione al territorio all'interno del quale la Raffineria Eni di Livorno, nel marzo 2017, ha stipulato una Convenzione con Regione Toscana - Provincia di Livorno - Comune di Collesalvetti impegnandosi ad installare una centralina di monitoraggio della qualità dell'aria, denominata Li-Stagno, a gestione ARPAT, nella frazione di Stagno del Comune di Collesalvetti.

Dando seguito a quanto stabilito in Convenzione, in data 20 novembre 2023, la Regione Toscana ha deliberato l'acquisizione della centralina ai fini del suo inserimento nella rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria.

La frazione di Stagno occupa una superficie di ca. 15 chilometri quadrati nell'ambito del Comune di Collesalvetti (che comprende le frazioni di Vicarello, Guasticce, Nugola, Castell'Anselmo e Stagno-Villaggio Emilio e la cui superficie complessiva è pari a ca. 110 chilometri quadrati).

Qualora venga prescritta l'installazione di un'ulteriore centralina di monitoraggio della qualità dell'aria nel Comune di Collesalvetti, analoga a quella installata nel 2017, e la cui ubicazione sul territorio dovrà essere stabilita concordemente con gli Enti competenti (per territorio ed in materia), la Raffineria si rende sin d'ora disponibile a dar seguito alla richiesta.

4 - Il Proponente elabora le nuove simulazioni di ricaduta nei due scenari ante e post operam, dove l'emissione del camino E1 nel post operam è eliminata (messa fuori servizio Topping e di desolfurazione HD2, HD3 e HSW) mentre si aggiungono le emissioni E30, E31 e E32 che rappresentano i nuovi punti di emissione della sezione di bioraffineria. Le simulazioni sono state condotte per le emissioni di Polveri/PM10/PM2.5, NOx/NO2, SO2, CO, NH3, Benzo(a)pirene, Benzene, Arsenico, Cadmio, Nichel, Piombo, Cromo (VI), PCDD/F, PCB, Mercurio, Selenio, Naftalene. Si rappresenta che, ai fini delle valutazioni sanitarie, le emissioni di PCDD/F e PCB DL (dioxin-like) devono essere espresse in WHO-TEQ. Si richiede inoltre di specificare e distinguere le simulazioni per i PCB DL e PCB no DL. È opportuno quindi effettuare una valutazione integrata dell'impatto congiunto PCDD/F e PCB DL.

Per PCDD/F e PCB DL le simulazioni richiedono di essere condotte esprimendo sia le emissioni che le ricadute con le stesse unità (WHO-TEQ), in modo che le stime siano appropriate per le valutazioni degli impatti sulla salute.

Si specifica che i PCB considerati nello studio VIS di Febbraio 2024 sono tutti dioxin-like (DL) e sono espressi in WHO-TEQ; di conseguenza, l'espressione dei PCB in International TEQ (I-TEQ) nello studio VIS presentato a Febbraio 2024 costituisce solo un refuso a livello testuale.

Nello specifico, i valori di PCB già forniti nel precedente studio si riferiscono all'aggregazione dei seguenti composti e, come già anticipato, sono espressi in WHO-TEQ.

Speciazione dei PCB DL
3,3',4,4' TETRA-CB (PCB 77)
3,4,4',5 TETRA-CB (PCB 81)
2,3,3',4,4' PENTA-CB (PCB 105)
2,3,4,4',5 PENTA-CB (PCB 114)
2,3',4,4',5 PENTA-CB (PCB 118)
2',3,4,4',5 PENTA-CB (PCB 123)
3,3',4,4',5 PENTA-CB (PCB 126)
2,3,3',4,4',5 ESA-CB (PCB 156)
2,3,3',4,4',5' ESA-CB (PCB 157)
2,3',4,4',5,5' ESA-CB (PCB 167)
3,3',4,4',5,5' ESA-CB (PCB 169)
2,3,3',4,4',5,5' EPTA-CB (PCB 189)

Per quanto riguarda le Diossine, invece, i valori forniti nello studio VIS di Febbraio 2024 sono effettivamente espressi in I-TEQ. Si è proceduto pertanto con la conversione delle concentrazioni in WHO-TEQ (2005).

Per i camini dello scenario AO, le concentrazioni di diossine in emissione derivano dalla media dei monitoraggi semestrali effettuati dalla Raffineria dal 2019 al 2022. La conversione da I-TEQ a WHO-TEQ è stata pertanto effettuata sulla base della speciazione dei seguenti composti fornita dal laboratorio di analisi, considerando i coefficienti di aggregazione WHO-TEF anziché i coefficienti I-TEF:

Speciazione PCDD+PCDF
2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-diossina (TCDD)
1,2,3,7,8-pentaclorodibenzo-p-diossina (PeCDD)
1,2,3,4,7,8-esaclorodibenzo-p-diossina (HxCDD)
1,2,3,6,7,8-esaclorodibenzo-p-diossina (HxCDD)
1,2,3,7,8,9-esaclorodibenzo-p-diossina (HxCDD)
1,2,3,4,6,7,8-eptaclorodibenzo-p-diossina (HpCDD)
octaclorodibenzo-p-diossina (OCDD)
2,3,7,8-tetraclorodibenzofurano (TCDF)
1,2,3,7,8-pentaclorodibenzofurano (PeCDF)

Speciazione PCDD+PCDF
2,3,4,7,8-pentaclorodibenzofurano (PeCDF)
1,2,3,4,7,8-esaclorodibenzofurano (HxCDF)
1,2,3,6,7,8-esaclorodibenzofurano (HxCDF)
2,3,4,6,7,8-esaclorodibenzofurano (HxCDF)
1,2,3,7,8,9-esaclorodibenzofurano (HxCDF)
1,2,3,4,6,7,8-eptaclorodibenzofurano (HpCDF)
1,2,3,4,7,8,9-eptaclorodibenzofurano (HpCDF)
octaclorodibenzofurano (OCDF)

Nella tabella seguente si riporta il confronto tra le concentrazioni di diossine espresse in WHO-TEQ con le precedenti I-TEQ per i camini afferenti allo scenario AO.

Concentrazioni AO	E1	E4	E6C	E6D	E6bis	E7
WHO-TEQ (ng/Nmc)	0.002498	0.009524	0.002929	0.002869	0.001711	0.031771
I-TEQ (ng/Nmc)	0.002457	0.01	0.001925	0.003082	0.00179	0.02648
Variazione	+2%	-5%	+52%	-7%	-4%	+20%

Nel Post Operam (PO) sono state mantenute le stesse concentrazioni dello scenario AO, ad eccezione del camino E1 che sarà disattivato. In aggiunta, seguendo lo stesso identico approccio già descritto nel precedente studio VIS, per i nuovi camini E31 ed E32 sono state utilizzate le concentrazioni del camino E6bis. Per il camino E30, non essendo disponibili dati misurati sulla base dei quali effettuare la conversione da I-TEQ a WHO-TEQ, è stata considerata una concentrazione WHO-TEQ superiore del 10% rispetto alla I-TEQ precedentemente presentata (secondo quanto assunto nel documento "Assessment of the health risk of dioxins: re-evaluation of the Tolerable Daily Intake" del WHO¹). Di seguito una tabella di confronto delle concentrazioni di diossine espresse in WHO-TEQ con le precedenti I-TEQ per lo scenario PO.

Concentrazioni PO	E1	E4	E6C	E6D	E6bis	E7	E30	E31	E32
WHO-TEQ (ng/Nmc)	N.A.	0.009524	0.002929	0.002869	0.001711	0.031771	0.00099	0.001711	0.001711
I-TEQ (ng/Nmc)	N.A.	0.01	0.001925	0.003082	0.00179	0.02648	0.00090	0.00179	0.00179
Variazione	N.A.	-5%	+52%	-7%	-4%	+20%	+10%	-4%	-4%

Nelle seguenti tabelle viene riportato lo stesso confronto tra I-TEQ e WHO-TEQ, espresso in termini di flusso di massa di tonnellate pesate per la tossicità equivalente per i due scenari AO e PO.

Flussi emissivi AO	E1	E4	E6C	E6D	E6bis	E7	TOT
WHO-TEQ (teq/anno)	1.46E-09	7.87E-09	2.81E-09	1.04E-08	1.67E-08	5.47E-08	9.39E-08
I-TEQ (t/anno)	1.44E-09	8.27E-09	1.85E-09	1.11E-08	1.75E-08	4.56E-08	8.58E-08
Variazione	+2%	-5%	+52%	-7%	-4%	+20%	+10%

¹ [Meeting on Guidance for standard setting ICP EHH 018 VD96 \(who.int\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dioxin-and-furan-toxicology)

<i>Flussi emissivi PO</i>	E1	E4	E6C	E6D	E6bis	E7	E30	E31	E32	TOT
WHO-TEQ (t _{eq} /anno)	N.A.	6.67E-09	2.81E-09	1.04E-08	1.67E-08	2.73E-08	2.16E-10	6E-10	8.67E-10	6.56E-08
I-TEQ (t/anno)	N.A.	7.01E-09	1.85E-09	1.11E-08	1.75E-08	2.28E-08	1.96E-10	6E-10	9.07E-10	6.20E-08
Variazione	N.A.	-5%	+52%	-7%	-4%	+20%	+10%	-4%	-4%	+6%

Come è possibile osservare, il flusso emissivo di diossine espresso in WHO-TEQ presenta una tossicità equivalente lievemente superiore rispetto ai precedenti flussi emissivi espressi in I-TEQ, pari a circa il 10% per l'Ante Operam e di circa il 6% per il Post Operam, come media delle emissioni dei camini. Tale variazione, che riguarda esclusivamente l'espressione della tossicità equivalente, risulta essere molto contenuta; di conseguenza il Proponente ritiene che tale variazione non alteri gli effetti delle ricadute e delle deposizioni al suolo contenuti nello studio VIS di Febbraio 2024.

Infine, nella tabella seguente si riporta un confronto tra i flussi emissivi espressi in WHO-TEQ per lo scenario ante operam e per quello post operam. Come è possibile osservare, nello scenario post operam si assiste comunque ad una diminuzione dei flussi emissivi anche se espressi in tossicità equivalente WHO-TEQ rispetto alla precedente I-TEQ.

WHO-TEQ (t/anno)	E1	E4	E6C	E6D	E6bis	E7	E30	E31	E32	TOT
Ante Operam	1.464E-09	7.874E-09	2.815E-09	1.036E-08	1.672E-08	5.468E-08	0	0	0	9.392E-08
Post Operam	0	6.675E-09	2.815E-09	1.036E-08	1.672E-08	2.734E-08	2.156E-10	5.79E-10	8.672E-10	6.558E-08
Variazione (%)	N.A.	-15%	0%	0%	0%	-50%	N.A.	N.A.	N.A.	-30%

Sulla base di quanto sopra, è stato aggiornato il calcolo dell'*hazard quotient* (HQ) e del rischio cancerogeno (R) congiunto di diossine e PCB-DL, come mostrato nelle tabelle seguenti.

Calcolo dell'*hazard quotient* (HQ) congiunto di diossine e PCB-DL

Scenario di esposizione	Durata esposizione 30 anni			Durata esposizione 70 anni		
	HQA	HQP	Differenza	HQA	HQP	Differenza
Ricadute massime	1.22E-06	1.05E-06	-1.64E-07	2.84E-06	2.46E-06	-3.83E-07
Ricadute medie	5.82E-07	4.93E-07	-8.82E-08	1.36E-06	1.15E-06	-2.06E-07

Calcolo del rischio cancerogeno (R) congiunto di diossine e PCB-DL

Scenario di esposizione	RAnte	RPost	Differenza	Differenza %
Ricadute massime	4.37E-09	4.01E-09	-3.64E-10	-8.3%
Ricadute medie	2.04E-09	1.72E-09	-3.13E-10	-15.4%

In entrambi i casi i risultati sono molto simili a quelli stimati per diossine perché il contributo dei PCB-DL è molto ridotto.

5 - Relativamente alla presentazione dei risultati sotto forma di mappe di concentrazione, si sottolinea che, l'assenza di una tabella con un confronto ante e post operam delle concentrazioni ambientali stimate proiettate sulle sezioni di censimento (così come riportato al paragrafo 1.4.4.1 del Rapporto ISTISAN 22/35), non ha permesso di effettuare il confronto diretto tra l'esposizione della popolazione nei due scenari ante-operam e post-operam. Analogamente, le tabelle che presentano le concentrazioni stimate di ricaduta a livello dei recettori individuati all'interno e all'esterno dello stabilimento non permettono una valutazione e un confronto diretto dell'esposizione della popolazione agli inquinanti emessi dall'opera nei due scenari simulati.

Nell'Allegato 2 al presente documento si riporta la tabella delle concentrazioni al suolo ante e post operam stimate per ogni sezione di censimento.

6 - Va tuttavia considerato che cambiando la geometria delle sorgenti emissive è verosimile un cambiamento del pattern di ricaduta sulle singole aree appartenenti alle classificazioni di uso del suolo. È quindi opportuno aggiornare la tabella delle deposizioni, riportando il valore minimo e massimo stimato sulle relative aree per tipologia d'uso. È auspicabile che le tabelle vengano accompagnate dalle corrispondenti mappe dove sia possibile visualizzare i valori delle deposizioni per singola area identificata con una specifica categoria di uso del suolo (es. seminativi, frutteti, vigneti, etc.) al fine di ottenere una più immediata visualizzazione delle differenze ante e post operam.

Nell'Allegato 3 al presente documento è contenuta la tabella delle deposizioni al suolo riportando valore minimo, medio e massimo stimato sulle relative aree per tipologia d'uso.

Inoltre, nell'Allegato 4 si riportano le mappe delle curve di deposizione al suolo sovrapposte alle categorie di uso del suolo, al fine di ottenere una più immediata visualizzazione delle differenze ante e post operam.

7- Alla richiesta di integrazione dell'ISS relativamente all'analisi di dettaglio delle emissioni diffuse nei due scenari ante e post operam, in considerazione anche delle differenze determinate dalla funzione di hub della raffineria per il futuro stoccaggio di prodotti finiti, il Proponente fornisce alcuni degli approfondimenti richiesti, in termini di mappe. Tuttavia, quanto elaborato dal proponente deve essere descritto più nel dettaglio anche in forma tabellare riportando la stima delle ricadute per sezioni di censimento negli scenari ante e post operam.

Nella tabella riportata in Allegato 2, già citata in risposta al precedente punto 5, sono contenuti anche i valori di concentrazioni al suolo ante e post operam stimate per le emissioni diffuse di benzene per ogni sezione di censimento.

8 - Gli scenari ante e post operam stimati dal proponente sono rappresentati nella tabella 4. Si rileva che il principale aumento in numero è sulle navi a basso e medio tonnellaggio ma è previsto anche un traffico di navi ad elevato tonnellaggio (90 kton), non presenti nello scenario ante operam. Inoltre, è necessario spiegare le differenze dei tempi medi di attracco delle navi di uguale tonnellaggio (3, 5, 8 kton) negli scenari ante post operam, come mostrate nella tabella 4.

Da un punto di vista industriale le navi da 75 kton presenti nello scenario ante operam relative all'approvvigionamento di greggio sono sostanzialmente equivalenti (in termini di dimensioni) alle navi da 90 kton previste nello scenario post operam per l'approvvigionamento di residuo atmosferico per carica impianti lubrificanti.

In merito ai tempi medi di attracco delle navi da 3, 5 e 8 kton negli scenari ante e post operam si evidenzia che la diversa tempistica è legata alla diversa tipologia di prodotti movimentati, con diverse caratteristiche principalmente in termini di viscosità, ed al diverso utilizzo degli oleodotti esistenti (di diverso diametro) utilizzati per la movimentazione.

9 – Il proponente produce una stima delle emissioni navali nei due scenari ante e post operam per gli inquinanti NOx, Polveri totali e SO2 (Tabella 5). Non viene tuttavia fornita la stima per gli altri inquinanti come HC, CO, NMVOC i cui fattori di emissione vengono riportati nella Tabella 3-15 del EMEP/EEA 2023.

La mancanza di informazioni dettagliate sui consumi di carburante per ciascuna nave/tipo motore nelle diverse fasi della navigazione rende molto complessa la stima delle emissioni prodotte e presentate dal Proponente per l'incremento del traffico navale.

Sono quindi necessari gli ulteriori elementi per comprendere le differenze ante e post operam delle emissioni dovute al solo traffico navale di raffineria.

In Allegato 5 si forniscono ulteriori dettagli rispetto a quanto già descritto nell'Appendice 3 Allegato B della Valutazione di Impatto Sanitario trasmessa a febbraio 2024, in merito agli elementi utilizzati per la stima delle emissioni prodotte dal traffico navale associato alla Raffineria nei due scenari ante e post operam, secondo la metodologia EMEP/EEA 2023². La metodologia prevede il calcolo delle emissioni generate dalle navi in funzione dell'utilizzo dei motori principali e ausiliari durante le fasi di manovra e attracco in porto delle navi, per classe di capacità lorda della nave (tonnellate).

Nello specifico, nell'Allegato 5 sono riportati gli approfondimenti in merito a tutti gli step che hanno portato alla stima delle emissioni associate dal traffico navale.

² [1.A.3.d Navigation \(shipping\) 2023 — European Environment Agency \(europa.eu\)](#)

10 – Valutazione Tossicologica: Gli inquinanti di interesse sono riportati in Tabella 5, ma i loro profili tossicologici (per effetti cancerogeni e non) non vengono descritti, anche sinteticamente, come richiesto nel parere precedente. Tale descrizione deve infatti supportare la scelta degli indicatori sanitari indicati in tabella 5 e poi utilizzati per il raggruppamento degli inquinanti nella valutazione del rischio tossicologico cumulativo.

La tabella seguente descrive sinteticamente i profili tossicologici degli inquinanti inclusi nell'analisi. Per dettagli si rimanda ai documenti dell'ATSDR Agency for Toxic Substances and Disease Registry (<https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiledocs/index.html>) e, per quanto riguarda gli effetti cancerogeni, alle monografie dell'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC, <https://monographs.iarc.who.int/>).

Inquinante	Effetti non cancerogeni	Effetti cancerogeni
Ammoniaca	Patologie polmonari	Nessuno
Arsenico	Patologie cardiovascolari, respiratorie e del sistema nervoso, alterazioni dello sviluppo embrionale/fetale, lesioni cutanee	Tumori della pelle, del polmone e della vescica
Benzo[a]pirene	Alterazioni del sistema riproduttivo e dello sviluppo embrionale/fetale	Tumori della pelle, del polmone e della vescica
Benzene	Anemia	Leucemia mieloide acuta; altre leucemie (sospette) e linfoma non Hodgkin (sospetto)
Cadmio	Patologie renali e respiratorie	Tumore del polmone
Cromo (VI)	Patologie respiratorie, lesioni al sistema riproduttivo	Tumori del naso, dei seni nasali e del polmone
Diossine	Patologie respiratorie e gastrointestinali, anemia, alterazioni dello sviluppo embrionale/fetale	Tumori in sedi multiple
Mercurio	Patologie del sistema nervoso e renali, alterazioni dello sviluppo embrionale/fetale	Nessuno
Naftalene	Patologie respiratorie e del sistema nervoso	Tumore del polmone (sospetto)
Nichel	Patologie polmonari, alterazioni del sistema ematopoietico	Tumore del naso, dei seni nasali e del polmone
PCB	Patologie del sistema nervoso, effetti sullo sviluppo embrionale/fetale e sul sistema riproduttivo	Melanoma cutaneo
Piombo	Patologie del sistema nervoso (nei bambini), renali, e cardiovascolari, anemia, effetti sullo sviluppo embrionale/fetale e sul sistema riproduttivo	Tumori dello stomaco e del polmone (sospetti)
Selenio	Patologie cardiovascolari, gastrointestinali e del sistema nervoso	Nessuno
PM2.5	Patologie polmonari e cardiovascolari	Tumore del polmone
PM10	Patologie polmonari e cardiovascolari	Tumore del polmone
NO2	Patologie polmonari	Nessuno
SO2	Patologie alte e basse vie respiratorie	Nessuno

11 - Valutazione Tossicologica: Si fa inoltre presente che in tabella 5 non vengono riportati gli indicatori sanitari per il Pb e i PCB.

Di seguito si riporta la versione aggiornata della Tabella 5 dello studio VIS di Febbraio 2024 in cui vengono aggiunti gli organi e gli apparati bersaglio per PCB-DL e Piombo.

Tabella 5. Inquinanti rilevanti per il rischio di organi o apparati bersaglio

Organo/apparato bersaglio	NH ₃	As	BaP	Benzene	Cd	Cr(VI)	Diossine	Hg	Naftalene	Ni	PCB-DL	Pb	Se	NO ₂	PM ₁₀	SO ₂
Apparato respiratorio	X	X			X	X	X		X	X				X	X	X
App. cardiovascolare		X										X	X		X	
Apparato digerente							X						X			
Sviluppo embrionale		X	X				X	X			X	X				
Sistema nervoso		X						X	X		X	X	X			
Sistema emopoietico				X			X			X		X				
Sistema riproduttivo			X			X					X	X				
Rene					X			X				X				
Cute		X														
Referenze	I	I, O	I	I, O	I, O	I, O	I, O	I, O	I, O	O	A	A	O	I	O	I

I, US EPA Integrated Risk Information System (IRIS), <https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/atoz.cfm>

O, California Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA); 8-hour and Chronic Reference Exposure Level (REL) Summary, Novembre 2019, <https://oehha.ca.gov/air/general-info/oehha-acute-8-hour-and-chronic-reference-exposure-level-rel-summary>

A, ATSDR Toxicologic Profiles

Di seguito si riporta la versione aggiornata della Tabella 6 dello studio VIS di Febbraio 2024 in cui vengono aggiunti i livelli stimati di ricaduta per PCB-DL e Piombo.

Tabella 6. Livelli stimati di ricaduta (medie annuali, µg/m³) per due scenari di esposizione

Inquinante	Ricaduta massimo recettori		Ricaduta media recettori	
	AO	PO	AO	PO
NH ₃	9.00E-02	1.10E-01	4.50E-02	5.50E-02
As	4.59E-05	3.95E-05	2.26E-05	1.95E-05
BaP	9.14E-09	8.03E-09	4.36E-09	3.68E-09
Benzene c	4.61E-03	3.06E-03	2.26E-03	1.47E-03
Benzene d	1.30E-01	1.30E-01	4.20E-02	4.20E-02
Cd	5.48E-06	5.36E-06	2.75E-06	2.73E-06
Cr(VI)	3.52E-05	2.99E-05	1.62E-05	1.32E-05
Diossine	1.17E-10	1.01E-10	5.59E-11	4.73E-11
Hg	3.21E-05	2.79E-05	1.50E-05	1.26E-05

Inquinante	Ricaduta massimo recettori		Ricaduta media recettori	
	AO	PO	AO	PO
Naftalene	8.39E-06	8.13E-06	4.06E-06	3.99E-06
Ni	6.47E-05	2.98E-05	3.09E-05	1.40E-05
PCB	1.39E-11	1.41E-11	7.03E-12	7.18E-12
Pb	7.62E-05	7.02E-05	3.66E-05	3.44E-05
Se	4.60E-05	3.87E-05	2.26E-05	1.92E-05
PM _{2.5} *	1.95E-01	1.74E-01	9.47E-02	8.68E-02
PM ₁₀ **	1.95E-01	1.74E-01	9.47E-02	8.68E-02
PM _{10s} †	6.36E-02	5.87E-02	4.21E-02	3.91E-02
PM _{10t} ‡	2.56E-01	2.30E-01	1.37E-01	1.26E-01
NO ₂	2.60E00	2.37E00	1.23E00	1.16E00
SO ₂	5.39E00	5.03E00	2.47E00	2.23E00

* Assumendo, cautelativamente, $PM_{2.5} = PM_{10}$

** Particolato primario, comprendente anche la frazione $PM_{2.5}$

† Particolato secondario

‡ Particolato totale, somma di particolato primario e secondario

AO, ante-operam; PO, post-operam

Benzene c, emissioni convogliate; Benzene d, emissioni diffuse

12 – Valutazione Tossicologica: Nonostante le richieste precedenti non viene presentata la valutazione di rischio acuto, associabile a picchi espositivi dei singoli inquinanti e/o ad esposizione combinata.

Nella tabella seguente vengono riportati i livelli stimati di ricaduta massimi giornalieri per gli scenari ante operam e post operam.

Livelli stimati di ricaduta (max 24h, $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Inquinante	Ante-operam	Post-operam
NH ₃	6.04E-01	6.54E-01
As	3.17E-04	2.70E-04
BaP	6.38E-08	5.29E-08
Benzene c	3.00E-02	1.99E-02
Cd	3.80E-05	3.55E-05
Cr(VI)	2.52E-04	1.96E-04
Diossine	8.60E-10	7.17E-10
Hg	2.20E-04	1.81E-04
Naftalene	6.27E-05	5.90E-05
Ni	4.23E-04	2.06E-04
PCB	1.01E-10	9.86E-11
Pb	4.74E-04	4.57E-04
Se	3.13E-04	2.63E-04
PM _{2.5} *	1.44E00	1.29E00
NO ₂	1.81E+01	1.65E+01
SO ₂	2.84E+01	2.51E+01

* Assumendo, cautelativamente, $PM_{2.5} = PM_{10}$

Nella tabella seguente sono riportati i risultati dell'analisi del rischio tossicologico non cancerogeno basati sui valori massimi sulle 24h tra i recettori esterni allo stabilimento. Il rischio tossicologico cancerogeno non è stato calcolato poiché è noto che il processo di cancerogenesi si sviluppa su un periodo prolungato e non è stato dimostrato che esposizioni acute a cancerogeni possano influenzarlo.

Hazard index per rischio non cancerogeno; scenario con valori massimi di ricaduta sulle 24h - recettori esterni allo stabilimento

Organo/apparato bersaglio	Durata esposizione 30 anni			Durata esposizione 70 anni*		
	HIA	HIP	Differenza	HIA	HIP	Differenza
App. respiratorio	1.17E+00	1.05E+00	-1.15E-01	2.72E+00	2.46E+00	-2.67E-01
App. cardiovasc.	1.30E-01	1.16E-01	-1.37E-02	3.03E-01	2.71E-01	-3.20E-02
Apparato digerente	1.53E-05	1.28E-05	-2.50E-06	3.56E-05	2.98E-05	-5.83E-06

Organo/apparato bersaglio	Durata esposizione 30 anni			Durata esposizione 70 anni*		
	HIA	HIP	Differenza	HIA	HIP	Differenza
Svil. embrionale	1.16E-02	1.02E-02	-1.44E-03	2.71E-02	2.37E-02	-3.36E-03
Sist. nervoso	1.17E-02	1.02E-02	-1.44E-03	2.72E-02	2.39E-02	-3.36E-03
Sist. emopoietico	4.95E-03	3.72E-03	-1.22E-03	1.15E-02	8.69E-03	-2.86E-03
Sist. riproduttivo	3.65E-03	3.32E-03	-3.26E-04	8.51E-03	7.75E-03	-7.60E-04
Rene	4.46E-03	4.21E-03	-2.49E-04	1.04E-02	9.83E-03	-5.82E-04
Cute	8.68E-03	7.40E-03	-1.29E-03	2.03E-02	1.73E-02	-3.00E-03

* Scenario di default

HIA, hazard index ante-operam; HIP, hazard index post-operam

I risultati di HI presentati in tabella sono molto conservativi perché sono basati sui valori massimi di ricaduta sulle 24h tra tutti i recettori esterni allo stabilimento. In realtà questi valori massimi si distribuiscono tra i diversi recettori, e non vi è nessun recettore in cui sono presenti i valori massimi per tutti gli inquinanti. Inoltre, l'uso per il PM_{2,5} della stima della ricaduta per il PM₁₀ rappresenta un'ulteriore scelta conservativa. I valori di HI riportati in tabella sono da considerarsi pertanto un risultato teorico.

13 - Per quanto riguarda le metodologie applicate, si sottolinea che gli estensori del documento VIS utilizzano per il rischio cancerogeno il limite di accettabilità adottato dalla USEPA. Si ribadisce quanto indicato nel parere precedente, ovvero che l'ISS considera adeguata l'applicazione dei valori soglia dell'Allegato 1 "Criteri generali per l'analisi di rischio sanitario ambientale sito-specifica" Titolo V alla Parte IV del D.Lgs. 152/06 e smi. Si propone pertanto 1×10^{-6} come valore di rischio incrementale accettabile per la singola sostanza cancerogena e 1×10^{-5} come valore di rischio incrementale accettabile cumulato per più sostanze cancerogene.

I valori di rischio cancerogeno sono stati aggiornati includendo anche le ricadute stimate di $PM_{2.5}$ (si veda risposta al commento 20).

In particolare, si conferma che il rischio cancerogeno è stato determinato applicando i valori soglia dell'Allegato 1 "Criteri generali per l'analisi di rischio sanitario ambientale sito-specifica" Titolo V alla Parte IV del D.Lgs. 152/06 e smi.

14 - Inoltre nell'integrare la valutazione tossicologica del rischio cancerogeno per il particolato ai dati epidemiologici è stato stimato l'Incremental Lifetime Cumulative Risk (ILCR) per il tumore del polmone associato all'esposizione a PM10, applicando una formula dove si usa il RR epidemiologico. Come indicato anche nelle Linee guida VIS ISS del 2019, e più dettagliatamente nel Rapporto Istisan 22/35, l'utilizzo delle Unit Risk o IUR (Inhalation UR) per il calcolo del rischio cancerogeno, presuppone una estrapolazione lineare alle basse dosi, approccio molto conservativo ed affetto da notevoli incertezze per cui quando possibile si dovrebbe usare il MoE.

La tabella riporta la stima di rischio integrato secondo l'approccio *Margin of Exposure (MoE)*, calcolato come rapporto tra il livello associato ad un effetto minimo ma rilevabile, espresso come *Benchmark Dose (BMD)*, che è stimata a partire dai risultati sperimentali sull'animale o da dati epidemiologici, e il livello di esposizione d'interesse. Nel caso dei cancerogeni genotossici viene utilizzata la BMDL10, ovvero il limite inferiore dell'intervallo di confidenza della BMD associata ad un incremento di tumori del 10%. Valori di BMDL10 per il rischio da inalazione sono disponibili in letteratura per un numero limitato di inquinanti; in particolare i valori proposti dall'US EPA si limitano a tre cancerogeni inclusi nella presente VIS.

Inquinante	BMDL10 (inalazione)	MoE – scenario di ricaduta massima recettori		MoE – scenario di ricaduta media recettori		Fonte
		AO	PO	AO	PO	
Benzo(a)pirene	0.16 mg/m ³	1.75E+10	1.99E+10	3.67E+10	4.35E+10	https://iris.epa.gov/static/pdfs/0136_summary.pdf
Benzene	8.2 mg/m ³	1.78E+06	3.63E+06	3.63E+06	5.58E+06	https://iris.epa.gov/static/pdfs/0276_summary.pdf
Cr (VI)	0.034 mg/m ³	9.94E+05	2.10E+06	2.10E+06	2.58E+06	https://iris.epa.gov/static/pdfs/0144_summary.pdf

AO, ante-operam; PO, post-operam

Tutti i valori di MoE stimati sono almeno due ordini di grandezza superiori al valore di 1.00E+04 (corrispondente ad un'esposizione che è 10.000 volte inferiore alla BMDL10), che corrisponde ad una situazione di bassa preoccupazione o di rischio tollerabile.

15 - A questo proposito si ricorda che le AQG dell'OMS del 2021 riportano i valori di riferimento per la protezione della salute per il PM_{2,5} pari a 5 µg/m³, derivati da un insieme di studi di coorte condotti in varie parti del mondo, considerando tutti gli effetti sulla salute associati al PM_{2,5} inclusi quelli cancerogeni. Per valutare i rischi è pertanto sufficiente ed affetto da un grado di incertezza minore il semplice confronto con i Valori di riferimento health-based.

16 - Il PM_{2,5} non è stato valutato in quanto secondo il Proponente è incluso nel PM₁₀ e verrebbe quindi conteggiato due volte. Pur nella consapevolezza che il PM_{2,5} sia una frazione del PM₁₀, è necessario considerare che ai fini della protezione della salute, il PM₁₀ non rappresenta il 'caso peggiore'; infatti considerando il maggiore potenziale tossico del PM_{2,5}, i limiti per la protezione della salute sono più bassi (5 µg/m³ vs 15 µg/m³ del PM₁₀). Pertanto, in via cautelativa, qualora non sia possibile scorporare i valori di PM₁₀ e PM_{2,5}, in prima istanza, sarebbe più opportuno considerare tutto il PM₁₀ come PM_{2,5} e non viceversa.

18 - Nella tabella 7 vengono riportati le RfC inalatorie per gli inquinanti: l'ISS non concorda sulla scelta dei valori di riferimento per NO₂, SO₂ e particolato, ritenendo più opportuno utilizzare quanto indicato nelle Air Quality Guidelines dell'OMS (2021) pari a 5 µg/m³ per il PM_{2,5}, 15 µg/m³ per il PM₁₀, 10 µg/m³ per NO₂ e 40 µg/m³ per SO₂. Risultano mancanti i valori relativi a Pb e PCB (DL e non DL).

Si delinea quindi la necessità di una rivalutazione alla luce sia della possibile variazione degli scenari espositivi che dei valori di riferimento da utilizzare; inoltre è necessario considerare il particolato come PM_{2,5} e valutare anche i rischi connessi a Pb e PCB (DL e non DL).

19 - Da un calcolo preliminare svolto dall'ISS per quello attualmente indicato come lo scenario più impattante (ricaduta massima area totale) per 70 anni in relazione agli effetti sull'apparato respiratorio (considerando quindi particolato come PM_{2,5}, NH₃, As, Cd, Cr(VI), Diossine, Naftalene, Ni, NO₂, SO₂ e Pb, in base alla tabella 5 con l'aggiunta del Pb) si ottengono valori di rischio cumulativo (HI) più alti rispetto a quelli attualmente calcolati, che evidenziano una riduzione tra ante e post operam rilevabile solo alla seconda cifra decimale. Considerando invece gli effetti a carico del rene dovuta ad emissioni più alte di Cd e Pb nello scenario ricaduta massima area totale si evidenzia invece un incremento post operam per il rene (e al momento il Pb non è stato considerato nel calcolo dell'HI per il rene da parte del Proponente). Questo evidenzia la necessità di rivedere la valutazione di rischio sia per i singoli contaminanti che cumulativa (considerando i raggruppamenti corretti in dipendenza di bersaglio e/o outcome).

Sulla base dei commenti sopra riportati sono stati eseguiti nuovi calcoli per il rischio tossicologico non cancerogeno che hanno comportato:

- inclusione PCB-DL e Piombo
- aggiunta di PM_{2,5}, utilizzando cautelativamente, come richiesto, gli stessi valori stimati per il PM₁₀
- uso delle Air Quality Guidelines (AQG) dell'OMS per gli effetti dei macroinquinanti.

La tabella successiva sostituisce la precedente tabella 7 dello studio VIS presentato a Febbraio 2024, riportando la lista aggiornata delle *Inhalation Reference Concentration*.

Tabella 7. Inhalation Reference Concentration per gli inquinanti inclusi nella stima del rischio

Inquinante	RfC [mg/m ³]	Fonte
NH ₃	5.0 x 10 ⁻¹	US EPA - https://iris.epa.gov/ChemicalLanding/&substance_nmbr=422
As	1.5 x 10 ⁻⁵	Cal EPA - https://semspub.epa.gov/work/HQ/404069.pdf
B(a)p	2.0 x 10 ⁻⁶	US EPA - https://iris.epa.gov/ChemicalLanding/&substance_nmbr=136
Benzene	3.0 x 10 ⁻²	US EPA - https://iris.epa.gov/ChemicalLanding.cfm?substance_nmbr=276
Cd	1.0 x 10 ⁻⁵	US EPA - https://semspub.epa.gov/work/HQ/404069.pdf
Cr(VI)	1.0 x 10 ⁻⁴	US EPA - https://iris.epa.gov/ChemicalLanding.cfm?substance_nmbr=144

Inquinante	RfC [mg/m ³]	Fonte
Diossine	4.0 x 10 ⁻⁸	Cal EPA https://semspub.epa.gov/work/HQ/404069.pdf
Hg	3.0 x 10 ⁻⁴	US EPA - https://iris.epa.gov/ChemicalLanding.cfm?substance_nmbr=370
Naftalene	3.0 x 10 ⁻³	US EPA - https://iris.epa.gov/ChemicalLanding.cfm?substance_nmbr=436
Ni	9.0 x 10 ⁻⁵	US EPA - https://semspub.epa.gov/work/HQ/404069.pdf
PCB-DL	4.0 x 10 ⁻⁷	ISS-INAIL database
Pb*	7.5 x 10 ⁻⁵	ISS-INAIL database
Se	2.0 x 10 ⁻²	US EPA - https://semspub.epa.gov/work/HQ/404069.pdf
PM _{2.5}	5.0 x 10 ⁻³	EU Air Quality Standards
PM ₁₀	1.5 x 10 ⁻²	WHO Air Quality Standards
NO ₂	1.0 x 10 ⁻²	WHO Air Quality Standards
SO ₂	4.0 x 10 ⁻²	WHO Air Quality Standards

* come Pb tetraetile

La tabella successiva sostituisce la precedente tabella 8 dello studio VIS presentato a Febbraio 2024 riportando i risultati aggiornati degli *Hazard quotient* per rischio non cancerogeno per lo scenario con valori massimi di ricaduta - recettori esterni allo stabilimento.

Tabella 8. *Hazard quotient* per rischio non cancerogeno; scenario con valori massimi di ricaduta - recettori esterni allo stabilimento

Inquinante	Durata esposizione 30 anni			Durata esposizione 70 anni		
	HQA	HQP	Differenza	HQA	HQP	Differenza
NH ₃	7.40E-05	9.04E-05	1.64E-05	1.73E-04	2.03E-04	2.99E-05
As	1.26E-03	1.08E-03	-1.75E-04	2.93E-03	2.53E-03	-4.09E-04
BaP	1.88E-06	1.65E-06	-2.28E-07	4.38E-06	3.85E-06	-5.32E-07
Benzene	6.32E-05	4.19E-05	-2.12E-05	1.47E-04	9.78E-05	-4.95E-05
Cd	2.25E-04	2.20E-04	-4.93E-06	5.25E-04	5.14E-04	-1.15E-05
Cr(VI)	1.45E-04	1.23E-04	-2.18E-05	3.38E-04	2.87E-04	-5.08E-05
Diossine	1.20E-06	1.04E-06	-1.64E-07	2.80E-06	2.42E-06	-3.84E-07
Hg	4.40E-05	3.82E-05	-5.75E-06	1.03E-04	8.92E-05	-1.34E-05
Naftalene	1.15E-05	1.11E-05	-3.56E-07	2.68E-05	2.60E-05	-8.31E-07
Ni	2.95E-04	1.36E-04	-1.59E-04	6.89E-04	3.18E-04	-3.72E-04
PCB-DL	1.43E-08	1.45E-08	2.05E-10	3.33E-08	3.38E-08	4.79E-10
Pb	4.18E-04	3.85E-04	-3.29E-05	9.74E-04	8.98E-04	-7.67E-05
Se	9.45E-07	7.95E-07	-1.50E-07	2.21E-06	1.86E-06	-3.50E-07
PM _{2.5}	1.60E-02	1.43E-02	-1.73E-03	3.74E-02	3.34E-02	-4.03E-03
NO ₂	1.07E-01	9.74E-02	-9.45E-03	2.49E-01	2.27E-01	-2.21E-02
SO ₂	5.54E-02	5.17E-02	-3.70E-03	1.29E-01	1.21E-01	-8.63E-03

HQA, hazard quotient ante-operam; HQP, hazard quotient post-operam

La tabella successiva sostituisce la precedente tabella 10 dello studio VIS presentato a Febbraio 2024 riportando i risultati aggiornati degli *Hazard quotient* per rischio non cancerogeno per lo scenario con valori medi di ricaduta - recettori esterni allo stabilimento.

Tabella 10. Hazard quotient per rischio non cancerogeno; scenario con valori medi di ricaduta - recettori esterni allo stabilimento

Inquinante	Durata esposizione 30 anni			Durata esposizione 70 anni		
	HQA	HQP	Differenza	HQA	HQP	Differenza
NH ₃	3.61E-05	4.29E-05	6.82E-06	8.42E-05	1.00E-04	1.59E-05
As	6.19E-04	5.34E-04	-8.49E-05	1.44E-03	1.25E-03	-1.98E-04
BaP	8.96E-07	7.56E-07	-1.40E-07	2.09E-06	1.76E-06	-3.26E-07
Benzene	3.10E-05	2.01E-05	-1.08E-05	7.22E-05	4.70E-05	-2.53E-05
Cd	1.13E-04	1.12E-04	-8.22E-07	2.64E-04	2.62E-04	-1.92E-06
Cr(VI)	6.66E-05	5.42E-05	-1.23E-05	1.55E-04	1.27E-04	-2.88E-05
Diossine	5.74E-07	4.86E-07	-8.84E-08	1.34E-06	1.13E-06	-2.06E-07
Hg	2.05E-05	1.73E-05	-3.29E-06	4.79E-05	4.03E-05	-7.67E-06
Naftalene	5.56E-06	5.47E-06	-9.59E-08	1.30E-05	1.28E-05	-2.24E-07
Ni	1.41E-04	6.39E-05	-7.72E-05	3.29E-04	1.49E-04	-1.80E-04
PCB-DL	7.22E-09	7.38E-09	1.54E-10	1.69E-08	1.72E-08	3.60E-10
Pb	2.01E-04	1.88E-04	-1.21E-05	4.68E-04	4.40E-04	-2.81E-05
Se	4.64E-07	3.95E-07	-6.99E-08	1.08E-06	9.21E-07	-1.63E-07
PM _{2.5}	7.78E-03	7.13E-03	-6.49E-04	1.82E-02	1.66E-02	-1.52E-03
NO ₂	5.05E-02	4.77E-02	-2.88E-03	1.18E-01	1.11E-01	-6.71E-03
SO ₂	2.54E-02	2.29E-02	-2.47E-03	5.92E-02	5.35E-02	-5.75E-03

HQA, hazard quotient ante-operam; HQP, hazard quotient post-operam

La tabella successiva sostituisce la precedente tabella 11 dello studio VIS presentato a Febbraio 2024 riportando i risultati aggiornati degli Hazard Index per rischio non cancerogeno per lo scenario con valori massimi di ricaduta - recettori esterni allo stabilimento.

Tabella 11. Hazard index per rischio non cancerogeno; scenario con valori massimi di ricaduta - recettori esterni allo stabilimento

Organo/apparato bersaglio	Durata esposizione 30 anni			Durata esposizione 70 anni*		
	HIA	HIP	Differenza	HIA	HIP	Differenza
App. respiratorio	1.80E-01	1.65E-01	-1.52E-02	4.21E-01	3.85E-01	-3.55E-02
App. cardiovasc.	1.77E-02	1.58E-02	-1.93E-03	4.13E-02	3.68E-02	-4.51E-03
Apparato digerente	2.15E-06	1.83E-06	-3.14E-07	5.01E-06	4.28E-06	-7.34E-07
Svil. embrionale	1.72E-03	1.51E-03	-2.14E-04	4.02E-03	3.52E-03	-5.00E-04
Sist. nervoso	1.73E-03	1.52E-03	-2.14E-04	4.04E-03	3.54E-03	-5.00E-04
Sist. emopoietico	7.77E-04	5.64E-04	-2.14E-04	1.81E-03	1.32E-03	-4.98E-04
Sist. riproduttivo	5.64E-04	5.09E-04	-5.49E-05	1.32E-03	1.19E-03	-1.28E-04
Rene	6.87E-04	6.43E-04	-4.36E-05	1.60E-03	1.50E-03	-1.02E-04
Cute	1.26E-03	1.08E-03	-1.75E-04	2.93E-03	2.53E-03	-4.09E-04

* Scenario di default

HIA, hazard index ante-operam; HIP, hazard index post-operam

La tabella successiva sostituisce la precedente tabella 13 dello studio VIS presentato a Febbraio 2024 riportando i risultati aggiornati degli *Hazard index* per rischio non cancerogeno per lo scenario con valori medi di ricaduta - recettori esterni allo stabilimento.

Tabella 13. *Hazard index* per rischio non cancerogeno; scenario con valori medi di ricaduta - recettori esterni allo stabilimento

Organo/apparato bersaglio	Durata esposizione 30 anni			Durata esposizione 70 anni		
	HIA	HIP	Differenza	HIA	HIP	Differenza
App. respiratorio	8.47E-02	7.85E-02	-6.16E-03	1.98E-01	1.83E-01	-1.44E-02
App. cardiovasc.	8.60E-03	7.86E-03	-7.46E-04	2.01E-02	1.83E-02	-1.74E-03
Apparato digerente	1.04E-06	8.80E-07	-1.58E-07	2.42E-06	2.05E-06	-3.69E-07
Svil. embrionale	8.42E-04	7.41E-04	-1.01E-04	1.96E-03	1.73E-03	-2.35E-04
Sist. nervoso	8.46E-04	7.46E-04	-1.00E-04	1.97E-03	1.74E-03	-2.34E-04
Sist. emopoietico	3.73E-04	2.73E-04	-1.00E-04	8.71E-04	6.37E-04	-2.34E-04
Sist. riproduttivo	2.68E-04	2.44E-04	-2.45E-05	6.25E-04	5.68E-04	-5.72E-05
Rene	3.34E-04	3.18E-04	-1.62E-05	7.80E-04	7.42E-04	-3.77E-05
Cute	6.19E-04	5.34E-04	-8.49E-05	1.44E-03	1.25E-03	-1.98E-04

HIA, hazard index ante-operam; HIP, hazard index post-operam

I valori stimati del rischio tossicologico non cancerogeno (Hazard Index) sono risultati, per tutti gli scenari di esposizione e tutti i sistemi e apparati, inferiori al valore limite di 1. I valori di Hazard Index degli scenari post-operam sono per tutti i sistemi e apparati, inferiori a quelli degli scenari ante-operam.

17 - L'estensore del documento VIS elabora il calcolo degli HQ ante e post operam per tre scenari diversi di ricaduta: Massima recettori esterni allo stabilimento, Massima area totale (esterna e interna), Media recettori esterni allo stabilimento, considerando una esposizione per 70 o 30 anni assumendo quest'ultima come la durata attesa di funzionamento dell'opera. Tale assunzione potrebbe essere condivisibile, se il tempo di vita dell'impianto fosse chiaramente indicato dal Proponente.

Allo stato attuale il tempo di vita previsto per gli impianti di produzione di biocarburanti descritti nel progetto è pari a 30 anni.

20 - Per la valutazione del rischio tossicologico per le sostanze con rischio cancerogeno vengono considerati:

-As, Benzo(a)pirene, Benzene, Cd, Cr (VI), Diossine (PCDD+PCDF), Naftalene, Ni, PCB-DL, Pb

Il proponente riporta che ... "Il particolato non è stato considerato in quanto il suo effetto cancerogeno è dovuto al benzo(a)pirene e ai metalli pesanti, che sono considerati indipendentemente..."

Non si concorda con tale valutazione poiché non risulta una caratterizzazione del particolato (come invece è riportato per le misurazioni delle centraline) per cui l'emissione dei metalli pesanti e benzo(a)pirene di cui si sono calcolate le ricadute sono da considerarsi al di fuori delle concentrazioni eventualmente adese sul particolato che presenta quindi un suo rischio cancerogeno.

Sulla base dei commenti sopra riportati sono stati eseguiti nuovi calcoli per il rischio tossicologico cancerogeno che hanno comportato l'aggiunta di PM_{2.5}, utilizzando cautelativamente, come richiesto, gli stessi valori stimati per il PM₁₀.

La tabella successiva sostituisce la precedente tabella 19 dello studio VIS presentato a Febbraio 2024 riportando le *Unit Risk* comprendendo anche il PM_{2.5}.

Tabella 19. *Unit Risk* (IUR) per le sostanze incluse nell'analisi

Sostanza	IUR (µg/m ³)	Fonte	Classificazione IARC		
			Gruppo	Monografia di riferimento	Anno
As	1.50 x 10 ⁻³	WHO	1	100C	2012
B(a)p	8.70 x 10 ⁻²	WHO	1	100F	2012
Benzene	6.00 x 10 ⁻⁶	WHO	1	120	2018
Cd	1.80 x 10 ⁻³	US-EPA	1	100C	2012
Cr VI	1.20 x 10 ⁻²	US-EPA	1	100C	2012
Diossine	3.80 x 10 ¹	CAL-EPA	1	100F	2012
Naftalene	8.70 x 10 ⁻⁵	WHO	2B	82	2002
Ni	4.00 x 10 ⁻⁴	WHO	1	100C	2012
PCB	1.00 x 10 ⁻⁴	US-EPA	1	107	2016
Pb	1.20 x 10 ⁻⁵	CAL-EPA	2A	87	2006
PM _{2.5} *	3.00 x 10 ⁻⁴	CAL-EPA	1	104	2012

*come diesel particulate matter

La tabella successiva sostituisce la precedente tabella 20 dello studio VIS presentato a Febbraio 2024 riportando i risultati aggiornati del rischio cancerogeno per lo scenario con valori massimi di ricaduta - recettori esterni allo stabilimento.

Tabella 20. Rischio cancerogeno. Scenario con valori massimi di ricaduta - recettori esterni allo stabilimento

Inquinante	Ante-operam		Post-operam		Differenza	
	R	%	R	%	Assoluta	%
As	6.60E-08	0.1%	5.68E-08	0.1%	-9.21E-09	-13.9%
BaP	7.63E-10	0.0%	6.70E-10	0.0%	-9.26E-11	-12.1%
Benzene	2.65E-08	0.0%	1.76E-08	0.0%	-8.92E-09	-33.6%

Inquinante	Ante-operam		Post-operam		Differenza	
	R	%	R	%	Assoluta	%
Cd	9.46E-09	0.0%	9.25E-09	0.0%	-2.07E-10	-2.2%
Cr(VI)	4.05E-07	0.7%	3.44E-07	0.7%	-6.10E-08	-15.1%
Diossine	4.26E-09	0.0%	3.68E-09	0.0%	-5.83E-10	-13.7%
Naftalene	7.00E-10	0.0%	6.78E-10	0.0%	-2.17E-11	-3.1%
Ni	2.48E-08	0.0%	1.14E-08	0.0%	-1.34E-08	-53.9%
PCB	1.33E-15	0.0%	1.35E-15	0.0%	1.92E-17	1.4%
Pb	8.77E-10	0.0%	8.08E-10	0.0%	-6.90E-11	-7.9%
PM _{2.5}	5.61E-05	99.0%	5.01E-05	99.1%	-6.04E-06	-10.8%
Totale	5.66E-05	100%	5.05E-05	100%	-6.13E-06	-10.8%

R, rischio

La tabella successiva sostituisce la precedente tabella 22 dello studio VIS presentato a Febbraio 2024 riportando i risultati aggiornati del rischio cancerogeno per lo scenario con valori medi di ricaduta - recettori esterni allo stabilimento.

Tabella 22. Rischio cancerogeno. Scenario con valori medi di ricaduta - recettori esterni allo stabilimento

Inquinante	Ante-operam		Post-operam		Differenza	
	R	%	R	%	Assoluta	%
As	3.25E-08	0.1%	2.80E-08	0.1%	-4.46E-09	-13.7%
BaP	3.64E-10	0.0%	3.07E-10	0.0%	-5.67E-11	-15.6%
Benzene	1.30E-08	0.0%	8.46E-09	0.0%	-4.55E-09	-35.0%
Cd	4.75E-09	0.0%	4.71E-09	0.0%	-3.45E-11	-0.7%
Cr(VI)	1.86E-07	0.5%	1.52E-07	0.5%	-3.45E-08	-18.5%
Diossine	2.04E-09	0.0%	1.72E-09	0.0%	-3.13E-10	-15.4%
Naftalene	1.25E-09	0.0%	1.05E-09	0.0%	-2.00E-10	-16.0%
Ni	1.19E-08	0.0%	5.37E-09	0.0%	-6.48E-09	-54.7%
PCB	6.74E-16	0.0%	6.88E-16	0.0%	1.44E-17	2.1%
Pb	4.21E-10	0.0%	3.96E-10	0.0%	-2.53E-11	-6.0%
PM _{2.5}	3.63E-05	99.3%	3.33E-05	99.4%	-3.03E-06	-8.3%
Totale	3.66E-05	100%	3.35E-05	100%	-3.08E-06	-8.4%

R, rischio

I risultati di rischio presentati nelle tabelle sono basati sull'uso, per il PM_{2.5}, della stima della ricaduta per il PM₁₀, come se tutto il PM₁₀ fosse composto da solo PM_{2.5}. I risultati di rischio sopra riportati sono da considerarsi pertanto un risultato teorico. Inoltre, l'effetto cancerogeno stimato per il PM comprende anche l'effetto dei singoli cancerogeni presenti nella frazione di particolato; tale effetto è quindi considerato doppiamente.

Come conseguenza di quanto sopra esposto relativamente alle assunzioni richieste, l'effetto stimato del PM domina la stima del rischio cancerogeno totale.

21 - La valutazione del rischio cumulativo richiesta nel parere precedente era riferita anche e in maniera esplicita alla considerazione dei valori di background, per capire la qualità dell'aria della zona di interesse, che rappresenta la reale esposizione della popolazione. Nella nuova VIS, come si evidenzia dalla tabella 18, vengono sommati gli HQ di tutti gli inquinanti ante e post operam per tutti gli organi target o solo l'apparato respiratorio (vedi il caso della ricaduta massima area totale), ma non è considerato il rischio cumulativo che comprenda i valori di background, e non è riportata alcuna giustificazione.

22 - Si è consapevoli che per alcuni inquinanti (Hg, Se, Cr (VI), PCDD/F, PCB, IPA e NH3) ci sono monitoraggi ad hoc in corso. Tuttavia, considerando le misurazioni di background al momento disponibili si evidenzia un HI= 5,39 considerando i valori di PM10, PM2,5, NO2 e SO2 (con target il sistema respiratorio) della centralina LI-Stagno che dovrebbe essere quella più impattata dalla raffineria, a testimonianza di una situazione di criticità per la qualità dell'aria della zona.

Rischio tossicologico non-cancerogeno

Il rischio non-cancerogeno per esposizione di background a PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂ e SO₂ è stato calcolato usando le formule 3 e 4 dello studio VIS presentato a Febbraio 2024 applicate ai valori di background riportati nella Tabella 27 del suddetto studio per la media delle centraline di Livorno e per la centralina ENI-Stagno a Collesalvetti. Le RfC sono riportate nella nuova Tabella 6 riportata in risposta al precedente punto 11. Al valore totale di PM₁₀ (riportato nella Tabella 27 dello studio VIS di Febbraio 2024) è stato sottratto il valore di PM_{2,5}, in quanto il PM_{2,5} rappresenta una frazione del PM₁₀. E' stato calcolato l'HQ per ogni inquinante e l'HI per il sistema respiratorio come somma degli HQ dei quattro inquinanti.

Comune	HQ				HI
	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	SO ₂	Sist. resp.
Livorno	5.11E-01	2.01E00	2.27E00	2.40E-02	4.82E00
Collesalvetti	5.11E-01	2.11E00	1.63E00	7.19E-02	4.32E00

L'HI per il sistema respiratorio è risultato leggermente superiore per il Comune di Livorno rispetto al Comune di Collesalvetti. Il contributo maggiore è a carico del PM_{2,5} e del NO₂.

Rischio tossicologico cancerogeno

Il rischio cancerogeno per esposizione di background a PM_{2,5} è stato calcolato usando la formula 5 dello studio VIS presentato a Febbraio 2024 applicata ai valori di background riportati nella Tabella 27 del suddetto studio per la media delle centraline di Livorno e per la centralina ENI-Stagno a Collesalvetti. La IUR per PM_{2,5} è pari a 3.00E-04, come già riportato nella tabella 19 in risposta al punto 20. Il rischio cancerogeno stimato per Livorno è pari a 3.02E-03, quello per Collesalvetti è pari a 3.16E-03. Questi valori sono tre ordini di grandezza superiori al valore considerato accettabile di 10⁻⁶. Questo valore rappresenta il possibile effetto cancerogeno dell'inquinamento atmosferico globale e i valori riscontrati per i due Comuni sono comparabili.

Confronto del rischio tossicologico da ricadute stimate dell'impianto con rischio da inquinamento di background stimato per i comuni di Livorno e Collesalvetti e per altri comuni italiani.

La tabella seguente confronta le stime del rischio tossicologico non cancerogeno da esposizione a PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂ e SO₂ e del rischio cancerogeno da esposizione a PM_{2.5} tra le ricadute dell'impianto negli scenari ante-operam e post-operam e l'esposizione a inquinamento atmosferico di background a Livorno, Collesalvetti, e alcuni grandi comuni italiani.

Scenario / popolazione	Livelli di ricaduta/esposizione (µg/m ³)				HI respiratorio da PM ₁₀ , PM _{2.5} , NO ₂ e SO ₂	Rischio cancerogeno da PM _{2.5}	Referenza per dati di ricaduta/esposizione
	PM ₁₀ *	PM _{2.5}	NO ₂	SO ₂			
Impianto – ante-operam†	0	0.09	1.2	2.5	1.98E-01	2.75E-05	Media annuale ricadute recettori esterni (70 anni di esposizione)
Impianto – post-operam†	0	0.09	1.2	2.2	1.83E-01	2.52E-05	
Livorno	8.0	10.5	23.7	1.0	4.82E00	3.02E-03	Media centrale (Tabella 27)
Collesalvetti	8.0	11.0	17.0	3.0	4.32E00	3.16E-03	Centralina LI-Stagno (Tabella 27)
Firenze	5.0	13.5	34.7	1.0	6.26E00	3.88E-03	ARPAT 2019
Roma	11.8	13.0	35.5	NA	6.65E00	3.74E-03	ARPALazio 2019
Milano	14.0	21.0	58.0	2.0	1.5E+01	6.04E-03	Reg. Lombardia 2019

* Al valore totale di PM₁₀ è stato sottratto il valore di PM_{2.5}

† Il valore di PM_{2.5} è stato considerato, cautelativamente, uguale al valore di PM₁₀

I valori di HI respiratorio stimati per le ricadute dell'impianto in condizioni di modellizzazione molto conservative sono un ordine di grandezza inferiori a quelli stimati per l'esposizione a livelli di background misurati a Livorno, Collesalvetti, Firenze e Roma e due ordini di grandezza inferiori a quelli stimati per Milano. Il valore di rischio cancerogeno da PM_{2.5} stimato per le ricadute dell'impianto in condizioni di modellizzazione molto conservative sono due ordini di grandezza inferiori a quelli stimati per l'esposizione a livelli di background a Livorno, Collesalvetti e nei grandi comuni italiani analizzati.

23 - Per quanto riguarda la valutazione di rischio cronico vengono valutati altri scenari oltre quello inalatorio, nello specifico l'esposizione per via orale, considerando la possibile deposizione su campi agricoli; la deposizione sugli arenili potrebbero configurare anche la via di esposizione cutanea. Si fa notare che considerare l'esposizione inalatoria totale senza la ricaduta al suolo non è una scelta conservativa in quanto gli effetti che si verificano per vie di esposizione diverse possono per alcuni inquinanti non coincidere.

Ad integrazione e precisazione di quanto già riportato nel primo paragrafo della sezione 3.4 (pagina 45) dello studio VIS di Febbraio 2024, si aggiunge che l'analisi tossicologica, sia da esposizione inalatoria che orale, si è basata su scenari di esposizione conservativi, che hanno preso in considerazione l'esposizione inalatoria e quella orale. Sono anche state incluse delle analisi di sensibilità e la valutazione di numerosi scenari alternativi.

24 - I profili di salute, pur presentando gli esiti richiesti come necessari (mortalità e ricoveri ospedalieri), non sono rappresentati come indicato: 1) non sono stati rappresentati i profili per i singoli comuni, ma solo per il loro insieme; 2) nella rappresentazione non è distinta la componente generale da quella specifica (sono presentate entrambe in un'unica tabella). Inoltre, per la componente specifica non sono presentati gli indicatori relativi ai tumori maligni del tessuto connettivo e altri tessuti molli, i tumori maligni della mammella, e le leucemie. Si sottolinea che per le patologie tumorali è importante anche la rappresentazione degli indicatori di incidenza da registri tumori, se disponibili, come nel caso in esame. Il proponente ha fatto richiesta dei dati per le patologie tumorali attualmente mancanti agli enti territoriali, ma in data molto recente (31 gennaio 2024).

Si riportano in Allegato 6 le lettere RAFLI_DIR_61/166 e RAFLI_DIR_61/167 del 03/04/2024 con cui si richiedono, rispettivamente ad ARS Toscana e ad ISPRO, i dati necessari a rappresentare i profili per i singoli comuni. Gli indicatori relativi ai tumori maligni del tessuto connettivo e altri tessuti molli, i tumori maligni della mammella, e le leucemie e gli indicatori di incidenza da registri tumori sono riportati in Allegato 7, che sostituisce la sezione 1.1 dello studio VIS di Febbraio 2024.

25 - Per quanto riguarda le stime di impatto tramite assesment epidemiologico, il proponente ha prodotto una serie di valutazioni utili a definire un quadro di impatto legato all'inquinamento atmosferico in generale e all'impianto oggetto d'indagine in particolare. Alcune valutazioni presentano stime non chiare. Di particolare rilievo a tal riguardo sono le stime attribuite all'SO₂: la Tabella 31 riporta un numero di casi annuali stimati come possibilmente attribuibili all'impianto superiore al numero di casi stimati derivanti dall'inquinamento registrato dalle centraline (Tabella 36), il che appare incongruente, a meno di spiegazioni al riguardo.

In effetti per l'SO₂ il numero di casi stimati come possibilmente attribuibili alle ricadute stimate dell'impianto (Tabella 31, ricadute medie) è risultato superiore a quello dei casi stimati derivanti dalle misure di inquinamento delle centraline (Tabella 36) e leggermente superiore a quello dei casi stimati sulla base dei risultati del progetto CAMS (Tabella 35). Tali incongruenze non sono rare in questo tipo di stime e riflettono la sovrastima degli effetti delle ricadute, già evocata in altre sezioni del documento, dovuta all'approccio molto conservativo scelto per produrre le stime stesse.

26 - Il proponente indica, tra i limiti delle stime riportate, che “non è possibile effettuare un confronto tra la situazione ante operam e quella post operam, in quanto le modifiche nelle emissioni non sono ancora avvenute”. Si ricorda a tale proposito che la VIS ha proprio la funzione di fare valutazioni prospettiche sulla base di scenari emissivi, relativi a tutte le componenti del progetto, realistici ed è per questo che le note ISS chiedono di comporre un quadro descrittivo del progetto più dettagliato possibile.

Ad integrazione e precisazione di quanto riportato nel punto 3.4 dello studio VIS di Febbraio 2024, si precisa che l'analisi epidemiologica comporta delle limitazioni, inerenti alle sue caratteristiche di analisi osservazionale di eventi multifattoriali. In primo luogo, come discusso a proposito dei fattori di rischio, non è possibile tenere in conto la latenza che è inerente ad ogni analisi delle malattie croniche. In secondo luogo, gli indicatori di inquinamento atmosferico non sono specifici delle emissioni di una particolare sorgente ma riflettono il contributo integrato delle diverse fonti. Questa analisi fornisce quindi un'indicazione di massima dell'importanza dell'inquinamento atmosferico. Inoltre gli stessi casi sono potenzialmente attribuibili a più di un inquinante e quindi l'effetto combinato dell'inquinamento è inferiore alla somma degli effetti stimati per i singoli inquinanti.