

ICARO



Centrale "Eugenio Montale" di La Spezia

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

ai sensi dell'art. 5 c. 1 lettera 1-1bis del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.



Progetto n. 19548I
Revisione: 00
Data: Settembre 2019
Nome File: 19548I-VIS-Spezia

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell’unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
2 di 122

INDICE

INTRODUZIONE	6
1. FASE DI SCOPING	8
1.1 Identificazione dell’area di interesse	8
1.1.1 Descrizione del progetto	8
1.1.2 Attività previste per la realizzazione e messa in esercizio delle opere	14
1.1.3 Sintesi degli impatti attesi.....	15
1.2 Caratterizzazione dell’area di interesse	20
1.2.1 Caratterizzazione demografica della popolazione esposta.....	21
1.2.2 Identificazione di specifiche aree di interesse	28
1.3 Identificazione dei fattori di rischio	35
1.4 Scelta degli indicatori di salute adeguati	39
1.4.1 Evidenze epidemiologiche da Studio SENTIERI	44
1.4.2 Evidenze tossicologiche	47
1.4.2 Indicatori di salute individuati	60
1.5 Caratterizzazione dello stato di salute nell’assetto ante-operam	61
1.5.1 Mortalità ed ospedalizzazioni	61
1.5.2 Incidenza tumorale	73
1.6 Profilo socio-economico della popolazione esposta.....	77
1.7 Identificazione degli scenari di esposizione	82
2. FASE DI VALUTAZIONE.....	84
2.1 Procedura di valutazione del rischio adottata	84
2.1.1 Procedura di Risk Assessment Tossicologico	85
2.1.2 Procedura di Risk Assessment Epidemiologico	94
2.1.3 Identificazione della procedura di valutazione applicata	96
2.1.4 Risultati modellistici per caratterizzazione degli scenari di esposizione.....	97
2.1.5 Analisi delle incertezze.....	99
2.2 Assessment tossicologico.....	102
2.2.1 Sostanze con rischio tossico.....	102
2.2.2 Sostanze con rischio cancerogeno	106
2.3 Assessment epidemiologico.....	110
2.4 Valutazione delle altre determinanti sulla salute	115
3. MONITORAGGIO SANITARIO	116
4. CONCLUSIONI	117
FONTI UTILIZZATE	119

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

DATA
Settembre 2019PROGETTO
195481PAGINA
3 di 122**INDICE ALLEGATI**

- Allegato 1** Referenze e CV del gruppo di lavoro
- Allegato 2** Valutazione dello stato di salute della popolazione dell'area di inserimento
- Allegato 3** Tavole da Studio ricadute al suolo SIA
- Allegato 4** Concentrazioni di input per la valutazione di rischio
- Allegato 5** Risultati di dettaglio assessment tossicologico
- Allegato 6** Risultati di dettaglio assessment epidemiologico
- Allegato 7** Valutazione delle altre determinanti sulla salute

INDICE TAVOLE

- Tavola 1** Corografia dell'area di interesse
- Tavola 2a** Mappa densità della popolazione totale
- Tavola 2b** Mappa densità della popolazione maschile
- Tavola 2c** Mappa densità della popolazione femminile
- Tavola 3** Mappa uso del suolo
- Tavola 4** Mappa ubicazione recettori sensibili
- Tavola 5** Mappa Distretti Socio-Sanitari
- Tavola 6** Mappa ubicazione recettori rappresentativi
- Tavola 7a** Mappa curve di isolivello assessment tossicologico - HI Fase 1
- Tavola 7b** Mappa curve di isolivello assessment tossicologico - HI Fase 2
- Tavola 8a** Mappa curve di isorischio cancerogeno assessment tossicologico - Fase 1
- Tavola 8b** Mappa curve di isorischio cancerogeno assessment tossicologico - Fase 2

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell’unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
4 di 122

ELENCO FIGURE

<i>Figura 1: Inquadramento territoriale</i>	8
<i>Figura 2: Ubicazione degli interventi</i>	9
<i>Figura 3: Scala spaziale del modello meteorologico CALMET da Studio CESI – Allegato al SIA</i>	18
<i>Figura 4: Dettaglio dell’ubicazione dell’opera</i>	20
<i>Figura 5: Ripartizione Comuni secondo fasce di popolazione esposta</i>	24
<i>Figura 6: Ripartizione dei Comuni dell’area di interesse per densità totale</i>	27
<i>Figura 7: Estensione dei Comuni dell’area di interesse</i>	27
<i>Figura 8: ASL della Liguria</i>	33
<i>Figura 9: USL della Toscana</i>	34
<i>Figura 10: Modello Concettuale Ambientale Sanitario preliminare</i>	37
<i>Figura 11: Penetrazione degli inquinanti nel tratto respiratorio (Modificata da Künzli et al. – Epiair 2)</i>	47
<i>Figura 12: Correlazione fra livelli di carbosiemoglobina nel sangue e relativi effetti patologici nell’uomo (ASTDR, 2012)</i>	53
<i>Figura 13: Dimensioni relative del particolato atmosferico (US EPA)</i>	57
<i>Figura 23: Tasso standardizzato di incidenza (standard europeo) del tumore del polmone per 100.000 per sesso, 2015 (fonte: Fondazione IRCCS Istituto Nazionale dei Tumori di Milano e ISS, www.tumori.net)</i>	74
<i>Figura 24: Tasso standardizzato di incidenza (standard europeo) del tumore del polmone per 100.000, uomini e donne, 2015 (fonte: Fondazione IRCCS Istituto Nazionale dei Tumori di Milano e ISS, www.tumori.net)</i>	75
<i>Figura 25: Imprese registrate in provincia di La Spezia</i>	77
<i>Figura 26: Imprese artigiane in provincia di La Spezia</i>	78
<i>Figura 27: Tasso di disoccupazione in provincia di La Spezia</i>	79
<i>Figura 28: Imprese registrate in provincia di Massa-Carrara</i>	80
<i>Figura 29: Tassi di crescita delle imprese artigiane di Massa – Carrara a confronto con Toscana e Italia</i>	80
<i>Figura 30: Tasso di disoccupazione</i>	81
<i>Figura 31: Modello Concettuale Ambientale Sanitario definitivo</i>	82
<i>Figura 32: Metodologia di Valutazione del Rischio Tossicologico</i>	85
<i>Figura 33: Screening mediante TTC</i>	86
<i>Figura 35: Albero decisionale (Schern, 2012) applicato al caso particolato secondario del caso in esame</i>	93
<i>Figura 36: Curva di isolivello HI – Fase 1</i>	104
<i>Figura 37: Curva di isolivello HI – Fase 2</i>	105
<i>Figura 38: Curve di isorischio cancerogeno Fase 1</i>	108
<i>Figura 39: Curve di isorischio cancerogeno Fase 2</i>	109

ELENCO TABELLE

<i>Tabella 1: Dati emissivi ante e post operam del progetto in esame</i>	13
<i>Tabella 2: Flusso di massa ante e post operam delle emissioni del progetto in esame</i>	13
<i>Tabella 3: Sintesi impatti attesi</i>	17
<i>Tabella 4: Elenco Comuni ricadenti all’interno dell’area di interesse</i>	21
<i>Tabella 5: Popolazione dell’area di interesse aggiornata al 2018 (Fonte:Istat)</i>	22
<i>Tabella 6: Popolazione esposta nell’area di indagine, anno 2011</i>	24
<i>Tabella 7: Distribuzione della popolazione residente al 1° gennaio 2018 nei Comuni ricadenti nell’area di interesse, suddivisa per classi di età</i>	25
<i>Tabella 8: Densità della popolazione dell’area di interesse (abitanti / km²)</i>	26
<i>Tabella 9: Elenco recettori sensibili</i>	29

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas	DATA Settembre 2019	PROGETTO 195481	PAGINA 5 di 122
<i>Tabella 10: Sintesi impatti attesi</i>			36
<i>Tabella 11: Metodi per lo studio degli effetti sulla salute prodotti dagli inquinanti atmosferici</i>			39
<i>Tabella 12: Effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico - Fonte: Progetto EpiAir2</i>			42
<i>Tabella 13: Correlazione fra la dose di carbossiemoglobina (COHb) nel sangue e relativi effetti patologici (ASTDR, 2012)</i>			53
<i>Tabella 14: Stime di incidenza e mortalità per tumore del polmone in Italia e nelle regioni italiane nel 2013 per uomini e donne. Numero di casi/decessi, tassi grezzi e standardizzati (std) per età (pop. Europea) per 100.000 persone/anno. Classe di età 0-99 anni (fonte: Fondazione IRCCS Istituto Nazionale dei Tumori di Milano e ISS, www.tumori.net)</i>			75
<i>Tabella 15 :Tasso di occupazione in provincia di La Spezia</i>			78
<i>Tabella 16 :Occupati per settore di attività e posizione in provincia di La Spezia</i>			79
<i>Tabella 17: Comuni presenti all'interno dell'area di interesse</i>			83
<i>Tabella 18: Tipo di rischio associato ad ogni paramentro</i>			96
<i>Tabella 19: Estratto da studio CESI (stima modellistica delle concentrazioni in atmosfera dei macroinquinanti normati nel punto di massima ricaduta)</i>			97
<i>Tabella 20: Estratto Direttiva 2003/2/CE Allegato VII</i>			101
<i>Tabella 21: RfC associato ad ogni parametro di interesse</i>			102

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell’unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
6 di 122

INTRODUZIONE

La Società Enel Produzione S.p.A. ha in progetto per la Centrale “Eugenio Montale” di La Spezia interventi di sostituzione dell’unità a carbone esistente con nuova unità a gas.

L’obiettivo principale di tale progetto è quello di proporre una tecnologia di combustione capace di garantire la compatibilità ambientale delle emissioni generate e delle tecnologie impiegate in accordo con le BAT (Best Available Techniques) di riferimento, con l’obiettivo al contempo di salvaguardare l’adeguatezza del sistema elettrico nazionale, la qualità del servizio locale e la stabilità di rete richiesta, preservando il più possibile la struttura impiantistica esistente.

Il presente documento rappresenta lo studio di Valutazione dell’Impatto Sanitario (VIS) per le attività in progetto.

Il D.Lgs. 152/06 a s.m.i. riporta all’art. 5 comma 1 b-bis) la seguente definizione:

“Valutazione di Impatto Sanitario, di seguito VIS: elaborato predisposto dal proponente sulla base delle linee guida adottate con decreto del Ministro della salute, che si avvale dell’Istituto Superiore di Sanità, al fine di stimare gli impatti complessivi, diretti e indiretti, che la realizzazione e l’esercizio del progetto può procurare sulla salute della popolazione”.

In G.U. il 31 maggio 2019 n. 126 è stato pubblicato il Decreto Ministero della Salute del 27 marzo 2019 che adotta le Linee guida concernenti la "Valutazione di Impatto Sanitario (VIS)".

Tali Linee guida sono un aggiornamento sia di quanto pubblicato nel "Rapporto Istisan 17/4" dell'Istituto superiore sanità, sia di quanto prodotto nel progetto "CCM - Valutazione di Impatto sulla Salute Linee Guida e strumenti per valutatori e proponenti - T4HIA" del Centro nazionale per la prevenzione e il controllo delle malattie del Ministero della Salute.

Le disposizioni del suddetto decreto si applicano alle istanze avviate a partire dal 31 luglio 2019, pertanto di fatto esso costituisce il riferimento metodologico principale per lo studio in oggetto.

Le “Linee Guida per la valutazione di impatto sanitario (D.Lgs. 104/2017)” sono inoltre pubblicate nel recente Rapporto ISTISAN 19/9.

I principali documenti di riferimento alla base della metodologia applicata nel presente studio VIS sono riportati a seguire. Per l’insieme delle fonti bibliografiche si rimanda al paragrafo in chiusura dello studio.

- “Linee Guida per la Valutazione di Impatto Sanitario” approvate con DM 27/03/2019;
- “Linee guida per la valutazione di impatto ambientale e sanitario nelle procedure di autorizzazione ambientale (VAS, VIA, AIA)” (2015) redatte dall’Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA);
- “Valutazione di Impatto sulla Salute – Linee Guida per proponenti e valutatori” redatte nell’ambito del Progetto T4HIA promosso dal Ministero della Salute (2016);
- “Linee guida per la Valutazione di Impatto Sanitario (VIS) (Legge 221/2015, art. 9)” redatte dall’Istituto Superiore della Sanità (2017).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

DATA	PROGETTO	PAGINA
Settembre 2019	19548I	7 di 122

La valutazione è articolata nelle seguenti fasi, in accordo con i riferimenti metodologici sopra indicati:

Fase di Screening, che costituisce una fase preliminare nella quale viene effettuata una ricognizione dei dati di base al fine presentare una prima identificazione e caratterizzazione della popolazione esposta (PE), unitamente ad una valutazione di sintesi degli impatti prevedibili, al fine di valutare la necessità di sviluppare la VIS per i casi in cui non sia obbligatoria ai sensi di legge.

Fase di Scoping, attraverso la quale sono definiti:

1. Identificazione dell'area di interesse (AI) in termini di estensione geografica (area di influenza degli impatti stimati diretti e indiretti dell'opera);
2. Caratterizzazione dell'area di interesse:
 - popolazione esposta (PE) - numerosità, densità, caratterizzazione per sesso ed età,
 - distribuzione della popolazione sul territorio,
 - identificazione di specifiche aree di interesse (target sensibili quali scuole e ospedali, aree produttive industriali, aree con criticità ambientali quali aree di bonifica, zone ad uso agricolo, altre aree di interesse specifico, quali naturali protette o archeologiche, etc.).
3. Identificazione dei fattori di rischio ante e post-operam;
4. Scelta degli indicatori di salute adeguati;
5. Valutazione dello stato di salute ante-operam della popolazione interessata
6. Profilo socio-economico della popolazione esposta
7. Identificazione degli scenari di esposizione
8. Eventuale valutazione ecotossicologica

Fase di Valutazione (Assessment / Appraisal), che ha come principale obiettivo quello di quantificare i potenziali impatti sulla salute, che viene sviluppata mediante:

1. Procedura di valutazione del rischio adottata
2. Assessment tossicologico
3. Assessement epidemiologico
4. Valutazione degli altri determinanti sulla salute

Fase di Monitoraggio, che prevede la definizione dei contenuti, delle modalità e della periodicità dei controlli da effettuare nell'assetto post-operam in stretta collaborazione con le istituzioni sanitarie locali.

In **Allegato 1** sono riportati Referenze e CV del Gruppo di Lavoro che ha sviluppato lo studio di Valutazione dell'Impatto Sanitario (VIS) per il progetto in esame.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
8 di 122

1. FASE DI SCOPING

1.1 Identificazione dell'area di interesse

Al fine di identificare l'area di interesse per le valutazioni di impatto sanitario, risulta opportuno inquadrare sinteticamente il progetto, gli interventi previsti, e la previsione di estensione degli impatti di cui allo Studio di Impatto Ambientale.

1.1.1 Descrizione del progetto

La Centrale termoelettrica "Eugenio Montale" è ubicata nella località denominata Piana di Fossamastra a Est nei Comuni di La Spezia e Arcola, in prossimità del porto.

Più precisamente, il sito interessa un'area di circa 70 ettari ad Est della città già a destinazione industriale e il recinto di Centrale confina a Nord con l'autostrada A15 della Cisa e a Sud con un'area verde da cui è separata da una strada locale di accesso che la collega alla città. Intorno a destra e sinistra dell'impianto si trovano grossi capannoni industriali.

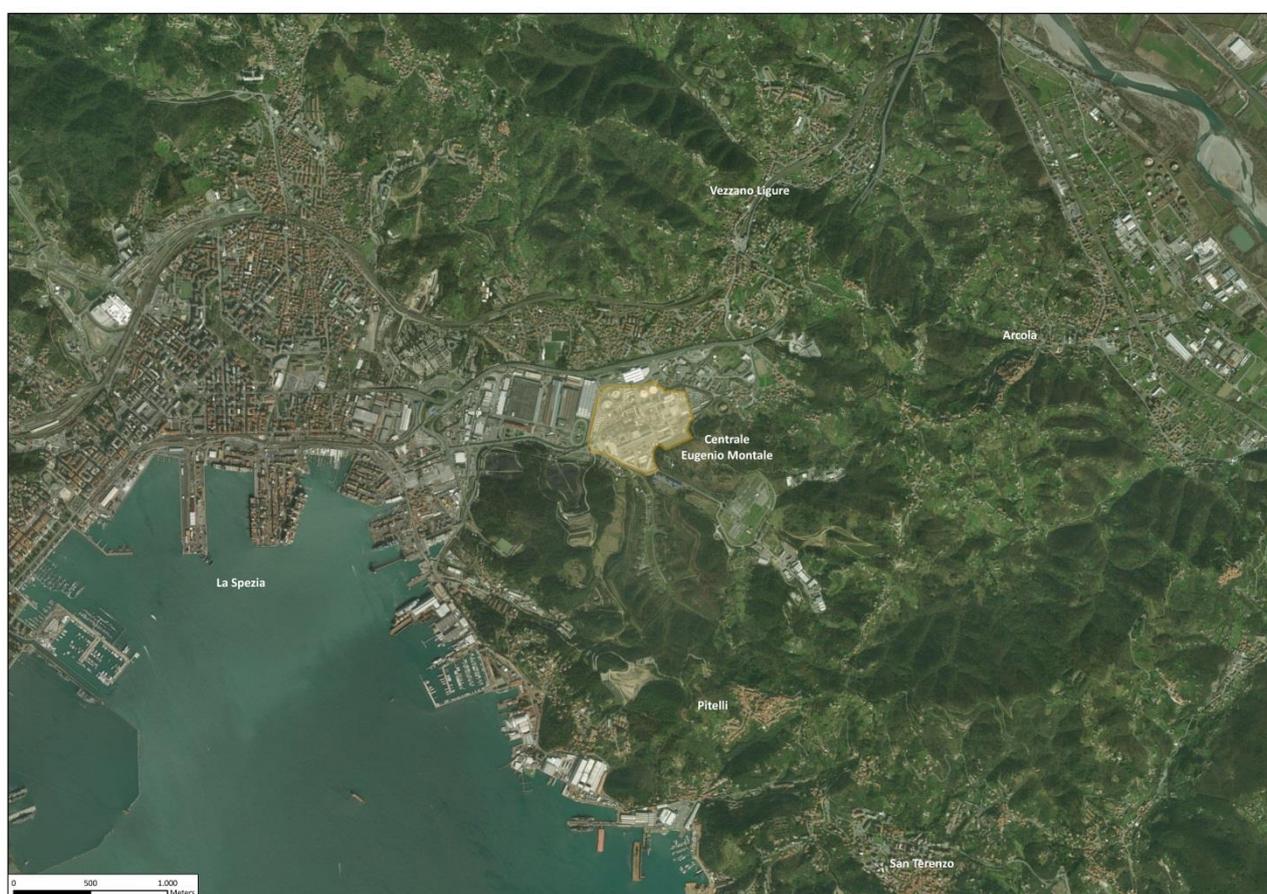


Figura 1: Inquadramento territoriale

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
9 di 122

L'ubicazione degli interventi in progetto è rappresentata nella figura successiva.

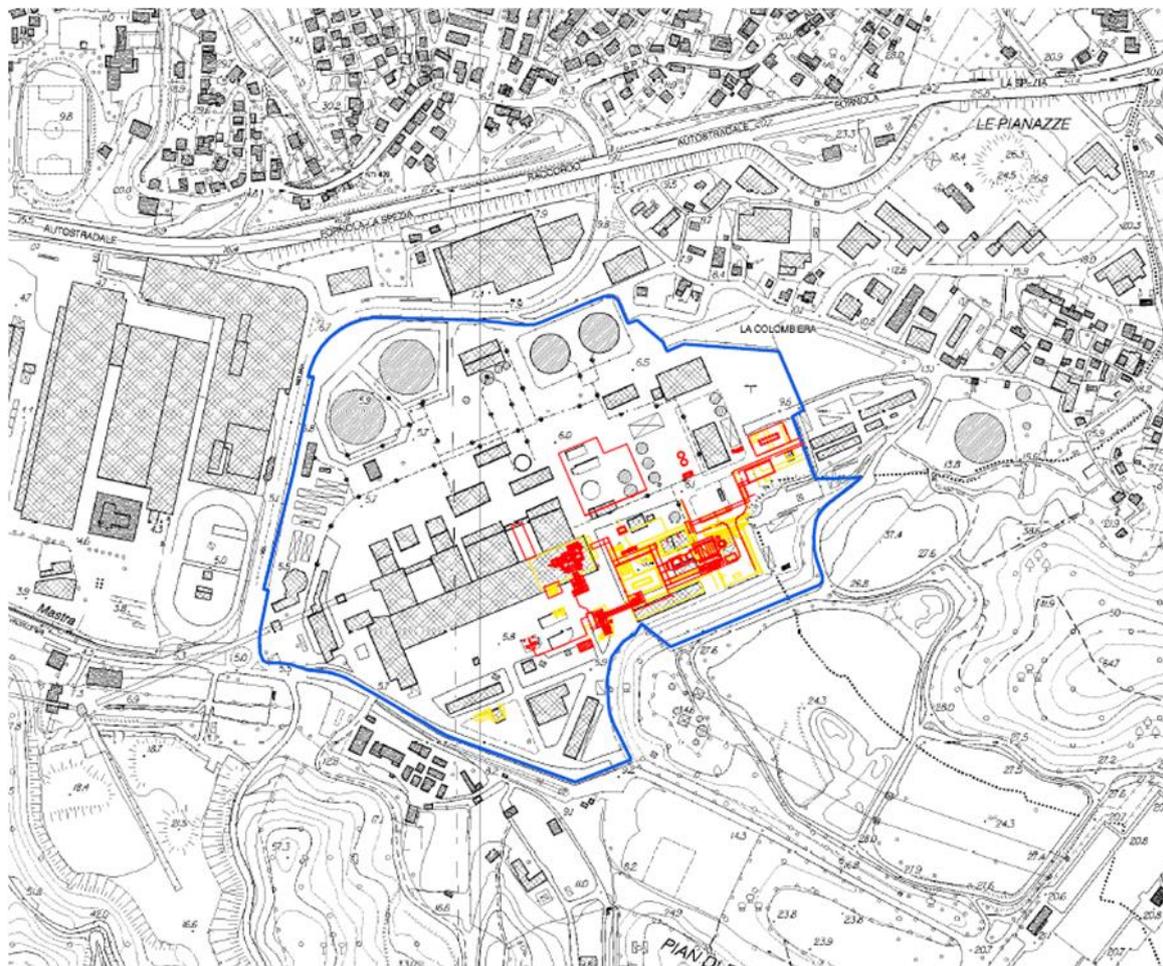


Figura 2: Ubicazione degli interventi

Il progetto sarà ubicato nell'area a Sud-Est all'interno del recinto di Centrale e prevede l'installazione di un potenziale ciclo combinato (CCGT) da circa 840 MWe mediante il passaggio in due fasi successive:

- **Fase 1:** funzionamento in ciclo aperto OCGT
- **Fase 2:** potenziale funzionamento in ciclo chiuso CCGT

Appena terminato il montaggio della Turbina a Gas e relativo allacciamento alla rete, l'impianto sarà esercito in ciclo aperto tramite il camino di by-pass per l'emissione dei fumi in atmosfera.

Durante la prima fase di esercizio in ciclo aperto la potenza elettrica massima prodotta sarà di 560 MWe. I lavori si completeranno potenzialmente con la possibile realizzazione della caldaia a recupero del calore dei gas di scarico a tre livelli di pressione, della turbina a vapore a condensazione e del camino finale. A queste componenti se ne aggiungeranno alcune ausiliarie che contribuiranno al corretto funzionamento del sistema. Alcune componenti saranno realizzate una volta demolite quelle esistenti, altre saranno il risultato del recupero e trasformazione di quelle già presenti in centrale in modo da ottimizzare utilizzo della

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell’unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
10 di 122

superficie di centrale e minimizzare le modifiche della conformazione dell’impianto già consolidata nel tempo.

Le componenti principali della nuova unità saranno:

Fase 1	Fase 2
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Turbina a gas ▪ Camino di by-pass, ▪ Stazione gas naturale incluso compressore ▪ Sistema di raffreddamento ausiliari, ▪ Sistema di stoccaggio bombole H₂ e CO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Generatore di vapore a recupero, ▪ Turbina a vapore, ▪ Condensatore, ▪ Circuito di raffreddamento in torre

A seguire si riporta una descrizione sintetica di tali componenti.

Turbine a gas e camino di by-pass

Sarà installata una macchina di classe “H”, dotata di bruciatori DLN (Dry Low NOx) o ULN (Ultra Low NOx) a basse emissioni di NOx di avanzata tecnologia per contenere al massimo le emissioni. A completare l’ottenimento del target sulle emissioni è prevista l’installazione di un SCR nel GVR, con iniezione di ammoniaca, tra i banchi del generatore a recupero. La turbina sarà provvista di tutti gli ausiliari, sistema di controllo e protezione (con HMI), da collegare/integrare con il DCS di impianto, sistema di vibrazione e monitoraggio, sistema antincendio, strumentazione, ecc.

In uscita alla Turbina a Gas sarà installato un camino di by-pass per il funzionamento in ciclo aperto, con un diametro di circa 10 m e un’altezza di circa 60 m.

Stazione gas naturale incluso compressore

Il gas naturale alimenta attualmente il gruppo a carbone SP3 per la fase di avviamento e come combustibile ausiliario al carbone solo per periodi transitori durante il normale esercizio. Il suo funzionamento va garantito fino alla dismissione del gruppo. Prima della sua demolizione sarà pertanto necessario costruire la nuova stazione del gas, progettata per alimentare il nuovo gruppo 5 (SP5) e la nuova caldaia ausiliaria, oltre che il gruppo SP3 per la durata richiesta. Gli eventuali sfiati prodotti durante fasi transitorie saranno convogliati in zona sicura in accordo alle prescrizioni delle normative vigenti.

Sistema di raffreddamento ausiliari

Il sistema provvede al raffreddamento degli ausiliari di TV e TG mediante la circolazione di acqua demi in ciclo chiuso e raffreddata tramite scambiatori di calore. Il circuito di raffreddamento è chiuso per cui non è previsto un consumo continuo di acqua, che è necessaria solo al momento del primo riempimento oppure come riempimento o integrazione a valle di una eventuale manutenzione.

L’acqua di circolazione sarà opportunamente additivata con prodotti chimici alcalinizzanti e deossigenanti (per es. ammoniaca e carboidrazide), allo scopo di evitare fenomeni corrosivi all’interno dei tubi e delle apparecchiature. Per il circuito di raffreddamento saranno utilizzate delle pompe dedicate, sulla mandata

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas	DATA Settembre 2019	PROGETTO 19548I	PAGINA 11 di 122
--	------------------------	--------------------	---------------------

delle pompe acqua di circolazione. Il raffreddamento dell'acqua in ciclo chiuso verrà garantito da 2x100% scambiatori a fascio tubiero, attraversati da acqua di mare.

L'acqua di mare sarà prelevata dall'opera di presa esistente tramite 2 nuove pompe servizi ausiliari, dimensionate per una portata di circa 2900 m³/h (sufficiente per le esigenze del futuro CCGT).

Sistema di stoccaggio bombole H₂ e CO₂

Il sistema idrogeno sarà utilizzato nel raffreddamento del generatore della Turbina a Gas, mentre il sistema ad anidride carbonica verrà utilizzato in fase di manutenzione per spiazzare l'idrogeno prima di ogni intervento. Ogni sistema comprenderà bombole di stoccaggio, depositate in apposite fosse, la stazione di laminazione e distribuzione.

Nella seconda fase di funzionamento è prevista la chiusura del ciclo termico (CCGT), con il collegamento delle seguenti apparecchiature, che si aggiungono a quelle già in esercizio della fase OCGT.

Generatore di vapore a recupero (GVR)

I gas di scarico provenienti dalla turbina a gas saranno convogliati all'interno del generatore di vapore a recupero (GVR) dove attraverseranno in sequenza i banchi di scambio termico. I fumi esausti saranno poi convogliati all'atmosfera attraverso il camino.

Il GVR sarà di tipo orizzontale per produrre vapore surriscaldato a 3 livelli di pressione: AP, MP, LP (con degasatore integrato a seconda della tecnologia del Fornitore) e risurriscaldatore. Il GVR inoltre includerà un catalizzatore SCR, con iniezione di ammoniaca, idoneo a raggiungere il target sulle emissioni NOx.

In uscita al GVR ci sarà un camino, realizzata in acciaio, con un diametro di circa 8,5 m e un'altezza di circa 90 m.

Turbina a vapore (TV)

La Turbina a vapore (TV) sarà del tipo a 3 livelli di pressione con risurriscaldamento intermedio: il vapore, dopo aver attraversato il corpo di alta pressione, uscirà dalla TV e rimandato nel GVR per un ulteriore risurriscaldamento, consentendo un notevole innalzamento dell'efficienza del ciclo termico.

La turbina riceverà vapore BP dallo scarico della sezione MP e dal GVR e scaricherà il vapore esausto al condensatore ad acqua. La nuova TV sarà posizionata nella sala macchine esistente, nell'area occupata dalla turbina a vapore del vecchio gruppo 4.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
12 di 122

Condensatore di vapore

Il condensatore di vapore accoppiato alla nuova Turbina a vapore sarà raffreddato ad acqua di circolazione (acqua di mare), in ciclo aperto. La nuova portata acqua di circolazione attesa per l'unità SP5 sarà massimo 17,7 m³/s da realizzare con n. 2 pompe in parallelo. La portata massima prelevata dal mare, considerando anche il raffreddamento degli ausiliari sarà di circa 18,5 m³/h.

In qualsiasi scenario di funzionamento verrà garantito il limite di temperatura dei 35°C allo scarico, con misure in continuo al punto assunto per i controlli (SF1 - in prossimità del diffusore finale) e l'incremento termico sull'arco a 1.000 m dal punto di scarico non dovrà essere superiore a 3°C rispetto al punto indisturbato come già imposto dal vigente Piano di Monitoraggio e Controllo nel rispetto del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.. Verrà inoltre mantenuto l'attuale sistema di monitoraggio con sensori di temperatura disposti in due postazioni fisse nella rada che trasmetteranno i segnali di misura in tempo reale agli operatori delle sale manovre in centrale.

Il condensatore sarà inoltre provvisto dei seguenti ausiliari:

- Sistema per la pulizia continua dei fasci tubieri
- Sistema di dosaggio ipoclorito
- Sistema di vuoto al condensatore (dimensionato per le fasi di hogging e holding).

È previsto il recupero dell'opera di presa e delle condotte di adduzione fino alla vasca di calma esistente, dove verranno installate le nuove pompe acqua di circolazione. Il nuovo circuito acqua di circolazione si raccorderà alla mandata delle nuove pompe per poi collegarsi, a valle del condensatore, con il sistema di restituzione esistente, che verrà riutilizzato.

Generatore di vapore ausiliario

Le due caldaie ausiliarie esistenti da 20 t/h verranno demolite per fare spazio alla nuova unità. Prima della demolizione verrà installata una nuova caldaia ausiliaria utile per alimentare il gruppo SP3, i riscaldatori vapore del gas naturale e, in seguito le utenze del ciclo combinato SP5.

La caldaia sarà dotata di un camino di altezza pari a circa 16 mt.

Sintesi del quadro delle emissioni in atmosfera

I dati di input per la valutazione dell'esposizione della popolazione interessata derivano dai risultati delle simulazioni effettuate da CESI nell'ambito dello studio "Emissioni degli inquinanti in atmosfera e valutazione delle ricadute sulla qualità dell'aria" allegato allo Studio di Impatto Ambientale.

In tabella seguente si riporta una sintesi delle emissioni attese nei due assetti di progetto considerate dallo studio sopra citato (tratte dallo studio CESI "Emissioni degli inquinanti in atmosfera e valutazione delle ricadute sulla qualità dell'aria" allegato allo Studio di Impatto Ambientale):

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
13 di 122

Gruppo	Temperatura (°C)	Velocità (m/s)	Portata	O ₂ Rif. (%)	SO ₂ (mg/Nm ³)	NO _x (mg/Nm ³)	NH ₃ (mg/Nm ³)	PTS (mg/Nm ³)	CO(mg/Nm ³)
Assetto attuale									
SP3	110	28	2.156.705	6	180	180	5	15	150
Fase 1									
SP5-bypass	680	40	4.150.000	15	---	30	---	---	30
Fase 2									
SP5	80	20	4.150.000	15	----	10	5 ⁽⁶⁾	---	30

Tabella 1: Dati emissivi ante e post operam del progetto in esame

Scenario	SO ₂	NO _x	NH ₃	CO	PTS
	kg/h				
Attuale	388.2	388.2	10.8	323.5	32.4
Progetto	---	41.5	20.8	124.5	---

Tabella 2: Flusso di massa ante e post operam delle emissioni del progetto in esame

I dati sopra riportati evidenziano **la significativa riduzione dell'impatto del progetto sulla componente atmosfera.**

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
14 di 122

1.1.2 Attività previste per la realizzazione e messa in esercizio delle opere

Per quanto concerne gli interventi di nuova realizzazione, le attività di cantiere previste possono essere sintetizzate in:

- Preparazione del sito;
- Connessioni stradali;
- Costruzioni temporanee di cantiere;
- Eventuale trattamento di vibroflottazione o vibrocompattazione dei terreni;
- Nuovo collegamento al sistema acqua di circolazione;
- Fondazioni profonde e superficiali di macchinari principali e secondari;
- Fondazioni profonde e superficiali di edifici principali e secondari;
- Interventi di adattamento cavalletto TV esistente;
- Fondazione camino principale e di by-pass;
- Diesel di emergenza – vasca di contenimento e fondazioni;
- Trasformatore – vasca di contenimento e fondazioni;
- Fondazioni e strutture di cable/pipe rack;
- Fondazione per serbatoi;
- Pozzetti, tubazioni e vasche di trattamento acque sanitarie;
- Interventi di adeguamento sul canale di opera di presa per inserimento nuove pompe
- Rete interrati (fognature, vie cavo sotterranee, conduits, drenaggi, etc.);
- Vasca di prima pioggia;
- Recinzione;
- Aree parcheggio;
- Strade interne e illuminazione, parcheggi;
- Eventuale sistemazione a verde.

Le attività previste per la messa in esercizio delle opere sono riconducibili a *pre-commissioning*, *commissioning* ed *avviamento*.

Lo scopo del *pre-commissioning* è quello di verificare che tutte le parti dell'impianto, una volta completate meccanicamente, siano realizzate in maniera conforme al progetto originario. Durante tale fase sono previsti lavori meccanici al fine di rettificare eventuali installazioni non correttamente realizzate.

La fase di *commissioning* inizia quando le attività di *pre-commissioning* sono quasi ultimate, quindi ad impianto meccanicamente completato. Al termine del *commissioning* l'impianto sarà pronto per l'avviamento. Di conseguenza in questa fase verranno applicate tutte le procedure di sicurezza previste.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
15 di 122

1.1.3 Sintesi degli impatti attesi

L'individuazione delle componenti ambientali effettuata in ambito VIA ai fini dell'analisi del sistema territoriale locale si è basata sulle caratteristiche tipologiche e dimensionali del progetto in esame, sui requisiti definiti dalla legislazione vigente in materia di valutazione di impatto ambientale e sulle specifiche caratteristiche del sito interessato dagli interventi.

In dettaglio, le componenti ambientali individuate significative sono:

- Atmosfera e qualità dell'aria, per caratterizzare l'area dal punto di vista meteorologico e valutare la significatività delle emissioni generate dal progetto;
- Ambiente idrico, per valutarne la qualità attuale e a seguito della realizzazione ed esercizio del progetto proposto;
- Suolo e sottosuolo, per definire le caratteristiche delle aree interessate attuali e a seguito della realizzazione ed esercizio del progetto proposto;
- Biodiversità, in virtù delle caratteristiche di naturalità dell'area circostante il sito di centrale e a seguito della realizzazione ed esercizio del progetto proposto;
- Clima acustico e vibrazionale, per la valutazione dell'eventuale incremento dei livelli di rumore e vibrazioni a seguito della realizzazione ed esercizio del progetto proposto;
- Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti che possono avere conseguenze sulla salute pubblica in funzione delle caratteristiche proprie dell'emissione popolazione a seguito della realizzazione ed esercizio del progetto proposto;
- Paesaggio, per ciò che concerne l'influenza delle previste attività di progetto sulle caratteristiche percettive dell'area;
- Salute pubblica, per la valutazione delle potenziali ricadute dirette ed indirette sulla popolazione a seguito della realizzazione ed esercizio del progetto proposto.

Lo Studio di Impatto Ambientale del progetto in esame riporta una valutazione estesa ed in molti casi quantificata degli impatti sulle singole componenti. A tale Studio si rimanda per le valutazioni di dettaglio mentre a seguire si riporta una sintesi della stima degli impatti attesi sulle singole componenti, utile per:

- definizione dell'area di interesse,
- identificazione dei fattori di rischio.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
16 di 122

Componente o fattore ambientale interessato	Stima INTERAZIONI attese	Stima IMPATTO atteso
ATMOSFERA E QUALITÀ DELL'ARIA	Durante le attività in <u>fase di cantiere</u> le emissioni principali saranno sostanzialmente riconducibili ai mezzi di trasporto e macchine operatrici attraverso i processi di combustione dei motori e la movimentazione e trasporto di materiali polverulenti. Adeguate misure di mitigazione ed assenza di recettori sensibili in prossimità del cantiere. La valutazione dell'impatto connesso alle emissioni di polveri generate in fase di cantiere mostra che è da ritenersi non significativo, completamente reversibile e circoscritto all'area di intervento.	Nessun impatto significativo prevedibile
	Durante la <u>fase di esercizio</u> gli impatti sulla componente indotti dalla Centrale saranno prevalentemente associati alle emissioni di inquinanti dai camini. In Fase 1 ed in Fase 2 è attesa l'eliminazione di emissioni di SO ₂ e particolato primario ed una riduzione significativa delle emissioni di NO ₂ e CO.	L'analisi modellistica effettuata ha mostrato l'ampio rispetto limiti da D. Lgs. 155/2010, sia nello scenario attuale che in entrambe le fasi di quello di progetto. Attesa riduzione di impatto.
AMBIENTE IDRICO ACQUE SUPERFICIALI	Gli scarichi liquidi derivanti dalle attività di <u>fase di cantiere</u> sono riconducibili a: <ul style="list-style-type: none"> ▪ reflui sanitari convogliati alla rete di centrale; ▪ reflui derivanti dalle lavorazioni: trattati dai sistemi di centrale o smaltiti come rifiuti. 	Nessun impatto significativo prevedibile
	In <u>fase di esercizio</u> : <ul style="list-style-type: none"> ▪ è attesa una riduzione della potenza termica dissipata attraverso le acque di raffreddamento, ▪ non sono previste modifiche né nell'ubicazione dei punti di prelievo e scarico in mare, ▪ si continuerà a garantire il rispetto dei limiti AIA allo scarico. 	Attesa riduzione di impatto termico (risultato di analisi modellistiche previsionali). Nessun ulteriore impatto aggiuntivo previsto.
AMBIENTE IDRICO ACQUE SOTTERRANEE	Le misure di prevenzione previste per la <u>fase di cantiere</u> portano a stimare come basso il potenziale di interferenza sulla falda in fase di cantiere. Per quanto riguarda le acque da aggettamento, queste potranno essere riutilizzate nel ciclo tecnologico di centrale, gestite come rifiuto o, previa specifica autorizzazione, scaricate in mare.	Nessun impatto significativo prevedibile
	Il nuovo assetto in <u>fase di esercizio</u> comporterà una diminuzione dei prelievi da pozzi e quelli dal consorzio ASI.	Attesa riduzione di impatto
SUOLO E SOTTOSUOLO	In <u>fase di cantiere</u> le interazioni sul suolo e sottosuolo sono riconducibili essenzialmente ai movimenti terre, con la conseguente gestione delle terre e rocce da scavo (riutilizzo interno o smaltimento come rifiuto). L'occupazione di suolo per aree aggiuntive rispetto a quelle di stabilimento per la fase di cantiere sarà temporanea. Il sito è sottoposto ad iter in materia di siti contaminati (SIR di Pitelli); per il progetto in esame è stata effettuata specifica analisi di rischio sanitario finalizzata a valutare il rischio per i lavoratori durante le attività di cantiere in relazione alla presenza di composti volatili (Triclorometano, Tricloroetilene e Mercurio) in falda in concentrazioni eccedenti i limiti normativi. Tale valutazione ha mostrato l'accettabilità del rischio.	Nessun impatto significativo prevedibile

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
17 di 122

Componente o fattore ambientale interessato	Stima INTERAZIONI attese	Stima IMPATTO atteso
	<p>In <u>fase di esercizio</u>, nessuna interazione prevista grazie all'adozione di adeguate misure di protezione ed operative.</p> <p>Nessuna occupazione di area ulteriore al di fuori dei limiti di stabilimento.</p> <p>Il profilo di rischio nell'assetto operativo futuro è stato valutato analogo a quello attuale, considerato accettabile come da Analisi di Rischio approvata con DGR 369 del 30/11/2013 e successivo aggiornamento del marzo 2018 in ottemperanza alle richieste formulate dagli Enti con DGR 328/2018.</p>	Nessun impatto significativo prevedibile
BIODIVERSITÀ	<p>L'assenza nell'area interessata di valenze dal punto di vista floristico e vegetazionale e l'opportuna gestione dei reflui prevista da progetto, portano a ritenere le interazioni sulla componente <u>in fase di cantiere</u> come trascurabili.</p>	Nessun impatto significativo prevedibile
	<p>In <u>fase di esercizio</u> sono da considerare interazioni migliorative rispetto all'assetto attuale in relazione alla riduzione attesa dei prelievi idrici e delle emissioni in atmosfera.</p> <p>Non sono previsti fenomeni di sottrazione di habitat faunistico né di ecosistemi connessi con l'occupazione di suolo.</p>	Nessun impatto significativo prevedibile
CLIMA ACUSTICO E VIBRAZIONALE	<p>In <u>fase di cantiere</u> i possibili impatti sono dati dalle macchine operatrici utilizzate per la predisposizione del sito, per la realizzazione degli scavi di fondazione, per la movimentazione terra e la sistemazione delle aree, per il montaggio dei vari componenti e dai mezzi di trasporto coinvolti</p>	L'analisi modellistica effettuata ha mostrato un impatto acustico compatibile con limiti assoluti di immissione per tutti i punti analizzati.
	<p>Nella <u>fase di esercizio</u> è attesa una riduzione delle emissioni sonore delle apparecchiature grazie all'utilizzo di tecnologie moderne dotate di adeguate misure di mitigazione.</p>	L'analisi modellistica effettuata ha mostrato un impatto acustico previsionale con una riduzione del contributo della centrale nell'assetto futuro nell'ambiente circostante. Attesa riduzione di impatto.
RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI	Nessuna interazioni significativa sia per la <u>fase di cantiere</u> che per la <u>fase di esercizio</u> .	Nessun impatto prevedibile
PAESAGGIO	<p>Durante la <u>fase di cantiere</u> gli unici impatti sul paesaggio potrebbero essere legati alla presenza temporanea delle strutture, agli stoccaggi ed ai mezzi del cantiere.</p>	Nessun impatto prevedibile
	<p>In <u>fase di esercizio</u> è prevista la presenza di nuove strutture industriali, ubicate sempre all'interno del perimetro dell'area di Centrale</p>	L'elaborazione di fotoinserimenti eseguiti dai punti di vista considerati come i più significativi ha mostrato l'assenza di impatti significativi sulla componente paesaggio
SALUTE PUBBLICA	Le principali interazioni ambientali, fonti di rischio per la salute pubblica in riferimento alla tipologia di opera in esame, sono costituite dalle emissioni atmosferiche e sonore.	Essendo attese riduzioni di impatto per entrambe le componenti, non è prevedibile alcun impatto significativo sulla componente salute pubblica

Tabella 3: Sintesi impatti attesi

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
Progetto di sostituzione dell’unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
 Settembre 2019

 PROGETTO
 195481

 PAGINA
 18 di 122

È importante sottolineare che le considerazioni riportate in tabella precedente, sono riferite alla stima di impatto nel passaggio dall’assetto ante operam (assetto attuale autorizzato da AIA), all’assetto post—operam (assetto futuro), considerando per quest’ultimo sia l’assetto impiantistico di Fase 1 (ciclo aperto) che della successiva Fase 2 (ciclo chiuso).

L’area di influenza potenziale dell’opera in ambito di VIA, rappresentata dal territorio entro il quale è presumibile che possano manifestarsi effetti ambientali significativi, è individuata in relazione alle interferenze ambientali del progetto sulle singole componenti ambientali ed alle caratteristiche specifiche del territorio interessato.

Per il caso in esame lo Studio di Impatto Ambientale indica che, considerando le tipologie di impatto previste, è stato assunto che l’estensione massima dell’area di influenza potenziale del progetto sia determinata dal dominio di calcolo del modello di valutazione delle emissioni in atmosfera.

Nello specifico, lo studio modellistico delle ricadute al suolo allegato allo Studio di Impatto Ambientale sviluppato da CESI riporta i seguenti scale territoriali di analisi:

Dominio di calcolo meteorologico (CALMET):

- griglia “G1”, finalizzata alla ricostruzione della circolazione a meso-scala (celle da 3 km x 3 km per una copertura di 99 km x 99 km);
- griglia “G2”, finalizzata alla ricostruzione della circolazione meteorologica a media scala (celle da 0,5 km x 0,5 km per una copertura di 50 km x 50 km);
- griglia “G3”, finalizzata alla ricostruzione di dettaglio locale del territorio (celle da 0,5 km x 0,5 km per una copertura di 17 km x 17 km).

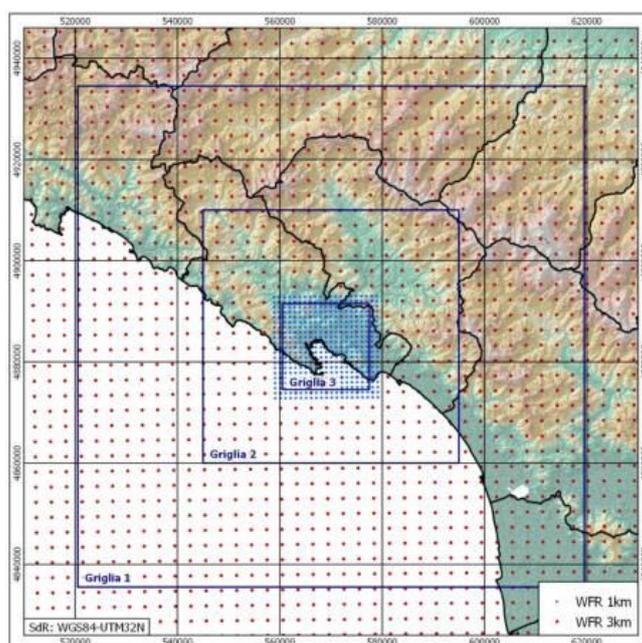


Figura 3: Scala spaziale del modello meteorologico CALMET da Studio CESI – Allegato al SIA

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

DATA
Settembre 2019PROGETTO
195481PAGINA
19 di 122Dominio di calcolo diffusionale (CALPUFF):

- griglia "G1", finalizzata alla ricostruzione della circolazione a meso-scala (n. 1089 recettori che coprono l'area della griglia G1 CALMET);
- griglia "G2", finalizzata alla ricostruzione della circolazione meteorologica a media scala (n. 400 recettori che coprono l'area della griglia G2 CALMET);
- griglia "G3", finalizzata alla ricostruzione di dettaglio locale del territorio (n. 1156 recettori che coprono l'area della griglia G3 CALMET).

In riferimento ad i risultati ottenuti dalle mappe di ricaduta ed all'ubicazione delle aree di picco, è stato ritenuto rappresentativo riferirsi, per la definizione dell'Area di Interesse (AI) ai fini della valutazione di impatto sanitario ad **un'area quadrata di lato pari a 40 km** centrata nel baricentro degli interventi.

Tale estensione è la stessa adottata nello Studio di Impatto Ambientale per la valutazione di impatto sulla componente "Salute Pubblica" (raggio di 20 km dalla centrale).

Tale distanza garantisce la ricostruzione di dettaglio locale del territorio, permettendo anche di apprezzare gli effetti in termini più ampi a livello di meso-scala, includendo le principali aree abitate che potenzialmente possono essere interessate dagli effetti del progetto.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
20 di 122

1.2 Caratterizzazione dell'area di interesse

Come anticipato, l'area di interesse per la valutazione di impatto sanitario è costituita da un'area quadrata di lato pari a 40 km centrata nel baricentro degli interventi. Tale distanza comprende infatti l'area di influenza dei principali impatti del progetto ed in particolare quelli connessi alla componente "atmosfera".

Le stesse Linee Guida VIS del DM 29/03/2019 indicano che la definizione spaziale debba essere effettuata in riferimento all'estensione territoriale dell'impatto dato dalle ricadute suolo, primariamente valutate mediante metodo modellistico (§ BOX 2 delle LG VIS).

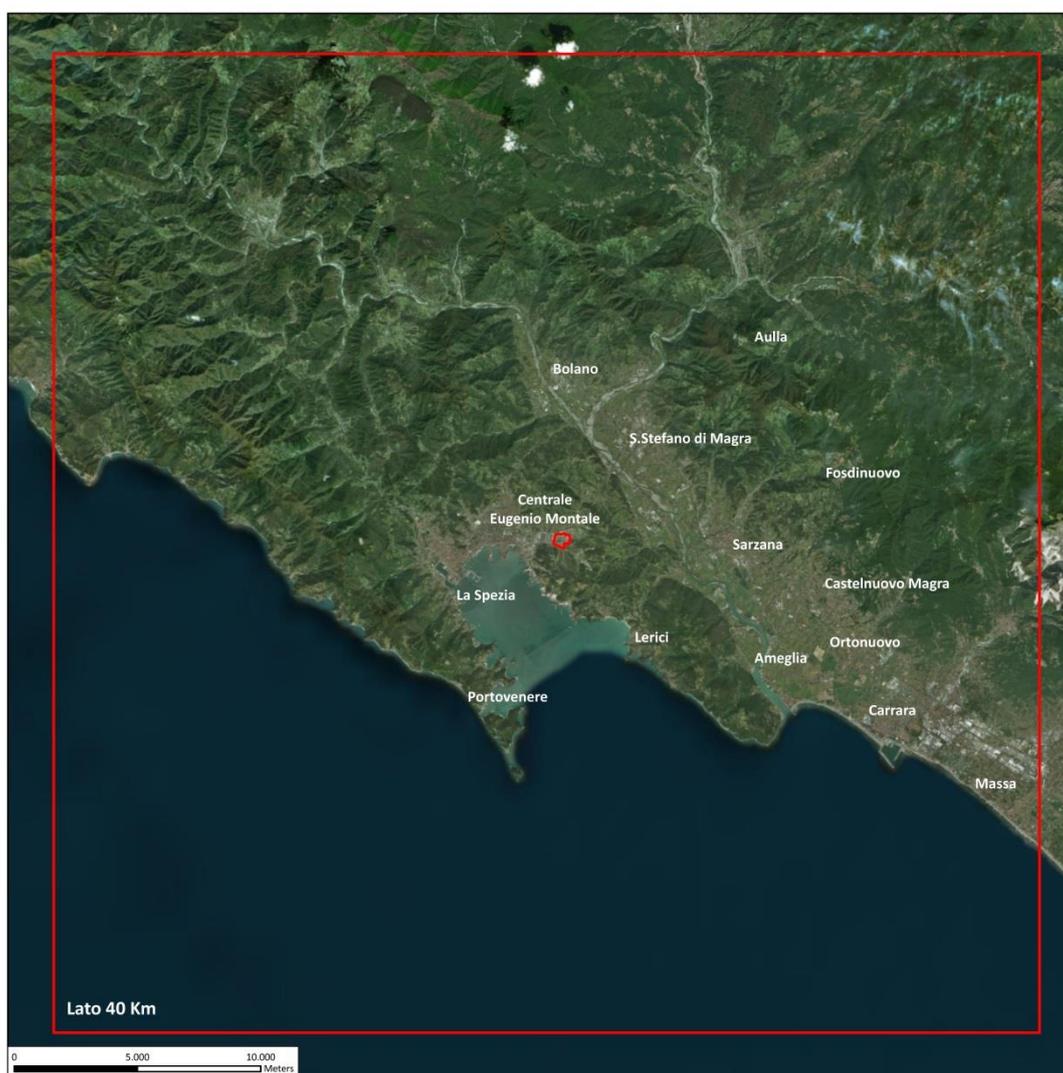


Figura 4: Dettaglio dell'ubicazione dell'opera

Si riporta in **Tavola 1** il dettaglio della corografia per l'area individuata.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
21 di 122

1.2.1 Caratterizzazione demografica della popolazione esposta

La definizione della popolazione esposta è strettamente correlata alla definizione dell'area di interesse.

I Comuni interessati dagli interventi in progetto ricadenti all'interno dell'area di 40 x 40 km sono di seguito elencati:

Codice ISTAT Comune	Comune	Codice ISTAT Comune	Comune
011001	Ameglia	011025	Rocchetta di Vara
011002	Arcola	011026	Santo Stefano di Magra
011003	Beverino	011027	Sarzana
011004	Bolano	011028	Sesta Godano
011006	Borghetto di vara	011030	Vernazza
011007	Brugnato	011031	Vezzano Ligure
011008	Calice al Cornoviglio	011032	Zignago
011009	Carro	045001	Aulla
011010	Carrodano	045002	Bagnone
011011	Catelnuovo magra	045003	Carrara
011013	Follo	045005	Comano
011015	La Spezia	045007	Fivizzano
011016	Lerici	045008	Fosdinovo
011017	Levanto	045009	Licciana Nardi
011020	Luni	045010	Massa
011019	Monterosso al mare	045012	Mulazzo
011021	Pignone	045013	Podenzana
011022	Portovenere	045015	Tresana
011023	Riccò del golfo di Spezia	045016	Villafranca in Lunigiana
011024	Riomaggiore	011014	Framura

Tabella 4: Elenco Comuni ricadenti all'interno dell'area di interesse

Tra questi non è stato incluso il Comune di Zeri e quello di Varese Ligure, in quanto con popolazione nulla nella porzione compresa nell'area di interesse.

Per i restanti Comuni si riporta a seguire la stima del numero di abitanti con i dati aggiornati al 2018 facendo una distinzione tra la popolazione femminile e maschile.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
22 di 122

Comune	Popolazione totale	Maschi	Femmine
Ameglia	4.366	2.115	2.251
Arcola	10.549	5.158	5.391
Beverino	2.396	1.185	1.211
Bolano	7.836	3.842	3.994
Borghetto di vara	920	443	477
Brugnato	1.309	653	656
Calice al Cornoviglio	1105	549	556
Carro	528	266	262
Carrodano	488	251	237
Catelnuovo magra	8.346	4.064	4.282
Follo	6.296	3117	3179
La Spezia	93.311	44.399	48.912
Lerici	10.133	4.761	5.372
Levanto	5.403	2.553	2.850
Luni	8.360	4.090	4.270
Monterosso al mare	1.422	644	778
Pignone	567	279	288
Portovenere	3.543	1.737	1.806
Riccò del golfo di Spezia	3.672	1.791	1.881
Riomaggiore	1.496	733	763
Rocchetta di Vara	701	357	344
Santo Stefano di Magra	9.613	4.701	4.912
Sarzana	22.133	10.588	11.545
Sesta Godano	1.339	663	676
Vernazza	824	404	420
Vezzano Ligure	7320	3.556	3.764
Zignago	515	248	267
Aulla	11.092	5379	5.713
Bagnone	1836	913	923
Carrara	62.537	30.003	32.534
Comano	715	353	362
Fivizzano	7.730	3.767	3.963
Fosdinovo	4.792	2.352	2.440
Licciana Nardi	4.918	2.443	2.475
Massa	69.037	33.234	35.803
Mulazzo	2.425	1.187	1.238
Podenzana	2.175	1.085	1.090
Tresana	1.999	976	1.023
Villafranca in Lunigiana	4.727	2.337	2.390
Framura	653	321	332

Tabella 5: Popolazione dell'area di interesse aggiornata al 2018 (Fonte:Istat)

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
23 di 122

Nella tabella successiva (Tabella 6) si riporta invece la popolazione dei Comuni sopra elencati facente riferimento al censimento ufficiale ISTAT 2011, utilizzata per le valutazioni di impatto sanitario successive.

I valori sotto elencati fanno riferimento alla dimensione della popolazione esposta all'interno dell'area di riferimento (40 x 40 km).

Comune	Popolazione totale	Maschi	Femmine
Portovenere	3.702	1.809	1.893
La Spezia	92.658	43.463	49.194
Riomaggiore	1.669	795	874
Vernazza	941	448	493
Riccò del golfo di Spezia	3.537	1.734	1.803
Vezzano Ligure	7.391	3.574	3.817
Monterosso al mare	1.481	675	806
Levanto	4.597	2.165	2.433
Pignone	599	295	304
Beverino	2.403	1.166	1.237
Borghetto di vara	1.008	490	518
Brugnato	1.266	619	647
Carrodano	406	209	197
Carro	347	169	178
Sesta Godano	1.035	507	528
Zignago	395	192	203
Rocchetta di Vara	776	397	379
Follo	6.337	3.145	3.192
Bolano	7.759	3.817	3.942
Calice al Cornoviglio	1.146	567	579
Santo Stefano di Magra	8.790	4.244	4.546
Sarzana	21.829	10.395	11.434
Arcola	10.316	4.984	5.332
Ortonovo / LUNI	8.405	4.084	4.321
Catelnuovo magra	8.269	3.990	4.279
Ameglia	4.484	2.112	2.372
Lerici	10.090	4.653	5.437
Podenzana	2.142	1.065	1.077
Tresana	2.085	1.010	1.075
Aulla	11.284	5.417	5.867
Licciana Nardi	4.084	1.998	2.086
Villafranca in Lunigiana	4.306	2.111	2.195
Mulazzo	1.605	791	814
Bagnone	913	443	470
Comano	74	35	39
Fivizzano	6.747	3.224	3.523
Fosdinovo	4.971	2.398	2.573
Carrara	52.641	25.157	27.485

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

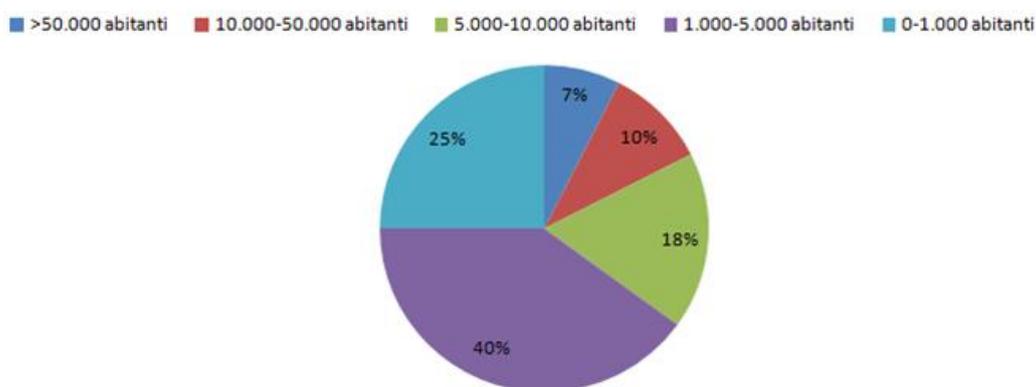
 PROGETTO
19548I

 PAGINA
24 di 122

Comune	Popolazione totale	Maschi	Femmine
Massa	54.521	26.161	28.359
Framura	10	5	5

Tabella 6: Popolazione esposta nell'area di indagine, anno 2011

Nel seguente grafico viene mostrata la percentuale di comuni che ricadono nell'area di interesse secondo fasce di popolazione totale esposta.


Figura 5: Ripartizione Comuni secondo fasce di popolazione esposta

Si evince come la maggior parte dei Comuni (40%) comprenda una popolazione esposta che va da 1.000 a 5.000 abitanti ed altri Comuni (25%) abbiano una popolazione inferiore ai 1.000 abitanti.

Di seguito è riportata una tabella contenente i dati relativi alla distribuzione della popolazione per classi di età e per Comune aggiornata al 1° gennaio 2018.

Regione	Provincia	Codice ISTAT Comune	Comune	Popolazione da 0 a 14 anni	Popolazione da 15 a 64 anni	Popolazione oltre i 65 anni
Liguria	La Spezia	011001	Ameglia	425	2.609	1.332
		011002	Arcola	1.183	6.599	2.767
		011003	Beverino	261	1.486	649
		011004	Bolano	1.042	4.800	1.994
		011006	Borghetto di vara	101	505	314
		011007	Brugnato	152	769	388
		011008	Calice al Cornoviglio	101	668	336
		011009	Carro	28	276	224
		011010	Carrodano	33	271	184
		011011	Catelnuevo magra	990	5.009	2.347
		011013	Follo	814	4.140	1.342
		011014	Framura	54	356	243
		011015	La Spezia	10.946	57.439	24.926
		011016	Lerici	912	5.648	3.573
		011017	Levanto	565	3.157	1.681
		011020	Luni	960	5.282	2.118

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
25 di 122

Regione	Provincia	Codice ISTAT Comune	Comune	Popolazione da 0 a 14 anni	Popolazione da 15 a 64 anni	Popolazione oltre i 65 anni
		011019	Monterosso al mare	154	817	451
		011021	Pignone	56	339	172
		011022	Portovenere	303	2.032	1.208
		011023	Riccò del golfo di Spezia	511	2.293	868
		011024	Riomaggiore	144	798	554
		011025	Rocchetta di Vara	63	389	249
		011026	Santo Stefano di Magra	1.200	6.194	2.219
		011027	Sarzana	2.613	13.884	5.636
		011028	Sesta Godano	82	727	530
		011030	Vernazza	53	454	317
		011031	Vezzano Ligure	797	4.403	2.120
		011032	Zignago	63	279	173
		Toscana	Massa-Carrara	045001	Aulla	1.344
045002	Bagnone			163	975	698
045003	Carrara			7.106	39.138	16.293
045005	Comano			55	385	275
045007	Fivizzano			661	4.272	2.797
045008	Fosdinovo			565	2.899	1.328
045009	Licciana Nardi			559	3.124	1.235
045010	Massa			8.054	44.082	16.901
045012	Mulazzo			224	1.405	796
045013	Podenzana			284	1.391	500
045015	Tresana	204	1.163	632		
045016	Villafranca in Lunigiana	518	2.892	1.317		

Tabella 7: Distribuzione della popolazione residente al 1° gennaio 2018 nei Comuni ricadenti nell'area di interesse, suddivisa per classi di età

La tabella seguente (Tabella 8) riporta invece la densità abitativa per Comune presente all'interno dell'area di interesse, con distribuzione della popolazione per sesso.

Comune	Densità totale	Densità Maschile	Densità Femminile
Ameglia	312,8	147,3	165,5
Arcola	629,2	304,0	325,2
Beverino	66,7	32,3	34,3
Bolano	528,8	260,1	268,6
Borghetto di vara	36,9	17,9	19,0
Brugnato	106,0	51,8	54,2
Calice al Cornoviglio	33,7	16,6	17,0
Carro	17,3	8,4	8,8
Carrodano	24,9	12,8	12,1
Castelnuovo magra	553,7	267,2	286,5
Follo	274,3	136,2	138,2
Framura	36,1	16,7	19,5
La Spezia	1798,1	843,4	954,7
Lerici	629,9	290,5	339,4

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
26 di 122

Comune	Densità totale	Densità Maschile	Densità Femminile
Levanto	144,8	68,2	76,6
Monterosso al mare	131,6	60,0	71,6
Ortonovo	608,8	295,8	313,0
Pignone	37,0	18,2	18,8
Portovenere	481,9	235,5	246,4
Riccò del golfo di Spezia	95,8	47,0	48,8
Riomaggiore	162,4	77,4	85,1
Rocchetta di Vara	24,3	12,5	11,9
Santo Stefano di Magra	630,7	304,5	326,2
Sarzana	637,4	303,5	333,8
Sesta Godano	20,9	10,3	10,7
Varese Ligure	15,4	7,3	8,1
Vernazza	76,5	36,4	40,1
Vezzano Ligure	401,1	194,0	207,2
Zignago	188,0	9,1	9,7
Aulla	188,3	90,4	97,9
Bagnone	26,1	12,7	13,5
Carrara	906,3	433,1	473,2
Comano	13,8	6,5	7,3
Fivizzano	45,7	21,8	23,9
Fosdinovo	102,1	49,2	52,8
Licciana Nardi	85,2	41,7	43,5
Massa	733,3	351,9	381,4
Mulazzo	41,1	20,3	20,9
Podenzana	124,7	62,0	62,7
Tresana	47,4	23,0	24,4
Villafranca in Lunigiana	160,4	78,6	81,8

Tabella 8: Densità della popolazione dell'area di interesse (abitanti / km²)

Nel grafico seguente si riporta una ripartizione della densità totale per Comuni sopra elencata.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

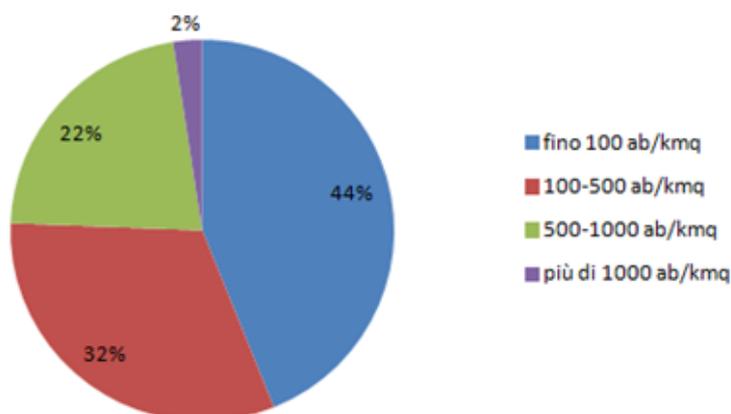
 PAGINA
27 di 122


Figura 6: Ripartizione dei Comuni dell'area di interesse per densità totale

Si evidenzia come la maggior parte dei Comuni (44%) abbia una densità abitativa inferiore a 100 abitanti per km² e solo il 2% abbia una densità maggiore di 1000 ab/km².

Nel grafico successivo si riporta invece una ripartizione dei Comuni compresi nell'area di interesse secondo la loro estensione geografica:

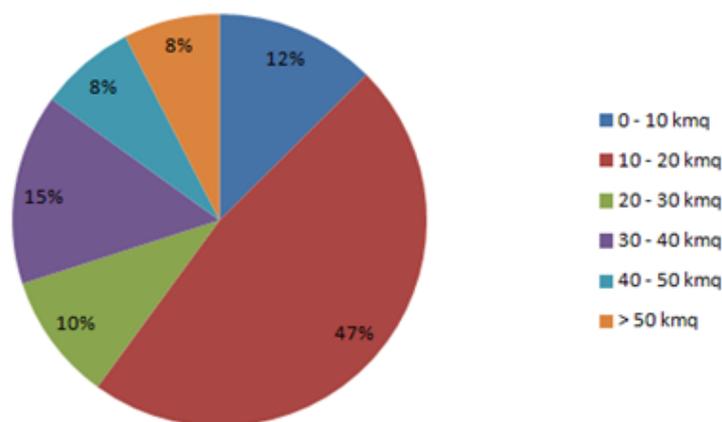


Figura 7: Estensione dei Comuni dell'area di interesse

Si nota come la maggior parte dei Comuni (47%) abbia un'estensione compresa tra i 10 e i 20 km². Solo una piccola percentuale (8%) ha un'estensione superiore ai 50 km².

In **Tavola 2** si riportano:

- mappa della densità di popolazione totale (Tavola 2a);
- mappa della densità di popolazione maschile (Tavola 2b);
- mappa della densità di popolazione femminile (Tavola 2c).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
28 di 122

1.2.2 Identificazione di specifiche aree di interesse
Uso del suolo

La configurazione paesistica dell'ambito di inserimento della Centrale è determinata da un anfiteatro costiero con ampia piana urbanizzata circondata da colline ricoperte da vegetazione arborea con edilizia residenziale sparsa alle quote minori.

Le pendici collinari affacciate sul golfo sono ricoperte da uliveti e, in minor misura, vigneti; queste colture, in parte terrazzate, presentano fenomeni di abbandono e di riconversione a bosco. Quest'ultimo, costituito da latifoglie termofile e da pinete, ricopre inoltre la zona di crinale.

Nel dettaglio, la superficie dell'area di interesse è per la maggior parte occupata da seminativi (42%), seguita dalle zone urbanizzate di tipo residenziale e dalle colture permanenti che occupano, rispettivamente, circa il 32% ed il 12% della superficie totale, mentre le zone industriali occupano il 3%.

Si riposta in **Tavola 3** una mappa relativa all'uso del suolo dell'area di inserimento.

Recettori sensibili

L'individuazione dei ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di riposo etc.) ricadenti all'interno dell'area d'intervento in progetto, è stata effettuata a livello del singolo comune.

Nello specifico, si riporta di seguito l'elenco dei principali ricettori individuati:

Nome recettore	Comune	Nome Ricettore	Comune
Accademia di Belle Arti di Carrara	Carrara	I.C. S. Stefano Magra ISA 12	S.Stefano di Magra
ASL 1	Carrara	I.C. Sarzana	Sarzana
ASL 5	Lerici	I.C. Sarzana ISA 3	Sarzana
Casa della salute Asl 5	Sarzana	I.C. Val di Vara - ISA 22	Brugnato
Casa di cura Alma	La Spezia	ISA 5	La Spezia
Centro "S. Maria alla Pineta" - Fondazione Don Gnocchi	Massa	ISA 9	Portovenere
Centro medico - Attivati c/o Centro Medico Sarzana	Sarzana	Istituto Einaudi Chiodo	La Spezia
Centro medico - Medisport Lunigiana	Aulla	Istituto Professionale Alberghiero Di Stato G.Minuto	Massa
Circolo didattico di Aulla	Aulla	Istituto Professionale di Stato dei Servizi per l'Enogastronomia e l'Ospitalità Alberghiera Giuseppe Casini	La Spezia
CMD	S.Stefano di Magra	Istituto Sacra Famiglia	La Spezia
I.C. Buonarroti	Carrara	Istituto scolastico ISA 2	La Spezia
I.C. Carrara & Paesi a Monte	Carrara	Istituto Silvio Pellico	Ameglia
I.C. Castelnuovo	Castelnuovo Magra	I.C. ISA 20	Bolano
I.C. di Riccò del Golfo	Riccò del Golfo di Spezia	I.C. Massa	Massa
I.C. n.4 della Spezia	La Spezia	Scuola elementare Fontana	Carrara

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
29 di 122

Nome recettore	Comune	Nome Ricettore	Comune
I.C. n.7 della Spezia	La Spezia	Scuola elementare Frezza	Carrara
Istituto tecnico Commerciale	La Spezia	Scuola elementare Garibaldi	Lerici
Istituto Tecnico Industriale Giovanni Capellini	La Spezia	Scuola elementare Genova	Lerici
ITS Galilei	Carrara	Scuola elementare Nardi	Carrara
Laserpoint Srl Centro di Medicina Estetica	Sarzana	Scuola elementare S.Caterina	Sarzana
Liceo Classico G.Leopardi	Aulla	Scuola materna Via Casale	Pignone
Liceo Classico Lorenzo Costa	La Spezia	Scuola media F.Poggi	Lerici
Liceo Classico M.Montessori - E.Repetti	Carrara	Scuola media Jeane Piaget	La Spezia
Liceo Classico Parentucelli	Sarzana	Scuola media Leopardi	Carrara
Liceo Linguistico M.Montessori - E.Repetti	Carrara	Scuola primaria Fermi	S Stefano di Magra
Liceo Mazzini	La Spezia	Scuola primaria Gianni Rodari	Carrara
Liceo Pacinotti	La Spezia	Scuola primaria Isola	Ortonuovo
Liceo scienze umane M.Montessori - E.Repetti	Carrara	Scuola primaria Manzoni	La Spezia
Ospedale Apuane	Massa	Scuola primaria Marconi	Carrara
Ospedale della Spezia	La Spezia	Scuola primaria Mazzini	Lerici
Ospedale militare	La Spezia	Scuola primaria Paradiso	Carrara
Ospedale S.Andrea	La Spezia	Scuola pubblica via dei Pini n.1	La Spezia
Ospedale S.Bartolomeo	Sarzana	Scuola secondaria Alcide Cervi	La spezia
Polo Riabilitativo del Levante ligure - Fondazione Don Gnocchi	La Spezia	Scuola secondaria Alfieri	La Spezia
Scuola dell'infanzia - Circolo didattico Aulla	Aulla	Scuola secondaria Ceccardi	Ortonuovo
Scuola dell'infanzia Luna	Ortonuovo	Scuola secondaria di I Grado Dante Alighieri	Aulla
Scuola Dell'Infanzia Marta Augenti	Lerici	Scuola secondaria Schiaffini	S.Stefano di Magra
Scuola dell'infanzia N.S. delle Grazie Asilo Madonnetta	S.Stefano di Magra	Scuola superiore Cardelli	La Spezia
Scuola dell'infanzia S.Terenzo	Lerici	Scuole Anna Maria Menconi	Carrara
Scuola elementare Casano Basso	Ortonuovo	Scuole Direzione Didattica S.Stefano Di Magra	S.Stefano di Magra
Scuola elementare di Ameglia	Ameglia	Scuole Pubbliche Elementari Bondano	Massa
Scuola elementare Finelli	Carrara		

Tabella 9: Elenco recettori sensibili

In **Tavola 4** si riporta una mappa relativa all'ubicazione di tali elementi all'interno dell'area di interesse.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
30 di 122

Aree sensibili

Per quanto riguarda potenziali aree rilevanti a livello di criticità ambientali, parte dell'area di interesse ricade all'interno del Sito di Interesse Regionale (**SIR**) di Pitelli.

Tale sito è costituito da:

- una porzione terrestre ricadente nei comuni di La Spezia, Arcola e Lerici,
- una porzione marino – costiera di circa 12 chilometri quadrati corrispondente all'area portuale, sino alla diga foranea.

Il sito è caratterizzato dalla presenza di attività produttive artigianali e industriali.

Alla fine degli anni 90, per tutte le criticità rilevate, il sito di Pitelli è stato inserito nell'elenco dei primi interventi di bonifica d'interesse nazionale. Nel 2002 la Regione ha affidato l'esecuzione del piano di caratterizzazione delle aree di interesse pubblico di terra e di mare.

Per quanto riguarda i principali risultati circa la caratterizzazione della parte terra, rilevante è stata la presenza di piombo in tutta l'area, ma anche la presenza di inquinanti organico è risultata significativa: sono presenti idrocarburi policiclici aromatici (IPA), idrocarburi pesanti e, in alcuni casi, anche solventi aromatici. In particolare per gli IPA (benzo(a)pirene e benzo(g,h,i)perilene, ritenuti più critici per il numero di superi) si riscontra il superamento del limite per le aree residenziali.

Per quanto riguarda invece i principali risultati circa la caratterizzazione della parte mare, dall'esame dei risultati delle analisi fisiche, chimiche, microbiologiche effettuate sui sedimenti dell'area marina perimetrata, emerge uno stato di qualità ambientale particolarmente compromesso, evidente conseguenza di un inquinamento intenso sia pregresso che attuale.

È da rilevare comunque che la maggiore contaminazione riscontrata è localizzata principalmente lungo la fascia costiera e lungo il canale di accesso e per lo più concentrata nello strato più superficiale (nei primi 50-100 centimetri).

La contaminazione riscontrata è dovuta principalmente a metalli pesanti ed elementi in tracce e a composti organostannici, e secondariamente a idrocarburi policiclici aromatici, idrocarburi pesanti e policlorobifenili.

Queste evidenze sono confermate anche dai risultati delle analisi ecotossicologiche.

Per quanto riguarda potenziali aree sensibili a livello naturalistico presenti entro i 10 km dell'area di interesse, si individuano i seguenti siti della rete Natura 2000 designati ai sensi delle Direttive 92/43/CEE e 09/147/CEE:

- ZPS IT1343502 "Parco del Magra-Vara" (a circa 3 km); 2768
- ZSC IT1345101 "Piana del Magra" (a circa 6,6 km); 1385 ha
- ZPS IT1345114 "Costa di Maralunga" (a circa 2,8 km);
- ZSC IT1344422 "Brina e Nuda di Ponzano" (a circa 5,3 km);
- ZSC IT1345005 "Portovenere - Riomaggiore - S. Benedetto" (a circa 5,6 km);
- ZSC IT1345109 "Montemarcello" (a circa 4 km);
- ZSC IT1345104 "Isola di Palmaria" (a circa 6,6 km);

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas	DATA Settembre 2019	PROGETTO 19548I	PAGINA 31 di 122
---	------------------------	--------------------	---------------------

- ZSC IT1345175 "Fondali Isole Palmaria – Tino – Tinetto" (a circa 8,1km).

Inoltre le aree naturali protette (EUAP) all'interno dell'area di interesse sono:

- 1174 "Santuario per i Mammiferi Marini" (a circa 1,25 km);
- 0968 "Parco Naturale Regionale di Montemarcello - Magra" (a circa 1,75 km);
- 1067 "Parco Nazionale delle Cinque Terre" (a circa 7,3 km).

ZPS "Parco del Magra-Vara"

Il sito si identifica per massima parte con il Parco Fluviale della Magra che ora è confluito nel Parco Naturale Regionale del "Magra e Montemarcello". Il Magra è l'unico corso d'acqua di discreta portata e con tratto fluviale non torrentizio, e che mantiene, a livello regionale, buone caratteristiche di naturalità. Alcune presenze floro-faunistiche risultano importanti per la localizzazione di margini d'areale e per la rarità a livello regionale. Gli habitat acquatici e l'intero territorio costituiscono un'importante area (la più rilevante per la Liguria) di sosta e di transito per i migratori. Il sito riveste anche un'importanza notevolissima per la conservazione di numerose specie di anfibi. Il sito ospita, oltre a specie ed habitat prioritari della direttiva 92/43 CEE, un altissimo numero di taxa protetti ai sensi di direttive/convenzioni internazionali, numerosi endemiti di particolare rilevanza e varie specie di interesse nazionale/regionale. Nel sito si trova anche *Hydroscapha gyrimoides*, specie ad areale fortemente disgiunto, indicatrice di qualità ambientale proposta dalla Regione Liguria per l'inserimento nell'allegato II della 92/43 CEE.

ZSC "Portovenere - Riomaggiore - S. Benedetto"

L'area comprende zone ad alta naturalità accanto a piccole aree intensamente coltivate a vite su terrazzamenti che rappresentano elementi importanti per il paesaggio e la biodiversità. Di notevole interesse la presenza di grotte che ospitano colonie di chiroteri. In questo sito diverse specie vegetali si trovano al limite settentrionale o nord-orientale della loro distribuzione; altre sono eccezionalmente vicine al mare. Il sito ospita inoltre le seguenti specie proposte dalla Regione Liguria (a causa del loro interesse biogeografico, per la loro rarità o perché indicatrici di qualità ambientale) per l'inserimento nell'allegato II della direttiva 92/43 CEE: *Centaurea veneris*, *Charaxes jasius*, *Globularia incanescens*. Sono presenti specie ed habitat prioritari, vari taxa protetti ai sensi di direttive/convenzioni internazionali e numerosi endemiti di particolare rilevanza.

ZSC "Montemarcello"

L'area è caratterizzata da un contrasto tra aspetti di elevata naturalità e aree agricole (uliveti) importanti paesaggisticamente e per il mantenimento della biodiversità, ma anche dal contrasto vegetazionale tra i versanti rivolti al mare (tipicamente mediterranei).

Il sito ospita specie ed habitat prioritari, numerosi taxa protetti ai sensi di direttive/convenzioni internazionali. Sono presenti infine le seguenti specie proposte dalla Regione Liguria (a causa del loro interesse biogeografico, per la loro rarità o perché indicatrici di qualità ambientale) per l'inserimento nell'allegato II della direttiva 92/43: *Parabathyscia brigantii*; *Globularia incanescens*.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
32 di 122

ZSC “Piana del Magra”

Il sito costituisce la parte terminale della pianura alluvionale del Fiume Magra. Esso comprende piccoli stagni naturali e artificiali, lanche e canali, relitti di una più vasta zona umida oramai per gran parte bonificata, ma molto importante perché unica a livello regionale.

Dal punto di vista faunistico gli stagni rappresentano un importante sito di sosta per l'avifauna. Il sito ospita specie ed habitat prioritari per la 92/43 CEE, vari taxa protetti ai sensi di direttive/convenzioni internazionali ed endemiti di particolare rilevanza. Sono presenti infine le seguenti specie proposte dalla Regione Liguria (a causa del loro interesse biogeografico, per la loro rarità o perché indicatrici di qualità ambientale) per l'inserimento nell'allegato II della direttiva 92/43: *Gyrinus suffriani*; *Hydroscapha gyrinoides*; *Ludwigia palustris*. Si segnala infine *Hyla italica*, specie presente in Liguria in due sole stazioni isolate, e in via di rarefazione nel resto d'Italia.

ZPS “Costa di Maralunga”

Zona litorale subpianeggiante con la presenza di terrazzi. La costa è rocciosa e bassa ad eccezione della parte a sud ovest. Il sito comprende il bosco di *Quercus ilex* in buon stato di conservazione e rupi costiere difficilmente accessibili. Notevole è l'interesse paesaggistico. Il sito ospita habitat prioritari e vari taxa protetti ai sensi di direttive/convenzioni internazionali.

ZSC “Brina e Nuda di Ponzano”

Il sito comprende habitat con caratteristiche di unicità, legate ai substrati ofiolitici: pseudomacchia e pseudogariga a *Buxus*, *Genista salzmannii*, *Alyssum bertolonii* ed altre metallofite e specie floristiche endemiche o rare. Alcuni habitat e specie sono stati proposti dalla Regione Liguria per l'inclusione negli All. I e II della Direttiva come ad esempio *Alyssum bertolonii*. Nel sito sono inoltre presenti endemiti di rilievo ed habitat prioritari per la direttiva 92/43 CEE.

ZSC “Isola di Palmaria”

L'isola comprende gli habitat rupestri delle falesie che ospitano *Centaurea veneris*, proposto dalla Regione Liguria per l'inclusione nell'All. II della Direttiva. Lungo la costa sono presenti alcune grotte marine, mentre sul lato nord dell'isola è presente una piccola prateria di *Posidonia oceanica*, habitat prioritario ai sensi della Direttiva 92/43. Diverse entità vegetali si trovano al limite nord-orientale della loro distribuzione. Di notevole importanza è la ricca presenza di specie ornitiche di interesse comunitario, talune delle quali rare a livello regionale o nazionale. Importanti sono anche le grotte con depositi fossiliferi. Sono presenti habitat prioritari, numerosi taxa protetti ai sensi di direttive/convenzioni internazionali ed endemiti di rilievo.

ZSC “Fondali Isole Palmaria – Tino – Tinetto”

Il sito è caratterizzato principalmente da popolamenti sciafili, tra cui quelli del Coralligeno, che colonizzano le falesie sommerse. Importante è la presenza di popolamenti sciafili di substrato duro.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
33 di 122

Distretti Sanitari

In riferimento alla ripartizione dell'area di interesse in distretti sanitari, parte dell'area in esame è inclusa all'interno delle Aziende Sanitarie Sanitarie (ASL) della Liguria, come visibile dalla mappa riportata in **Tavola 5**.

Le ASL della regione Liguria sono di seguito elencate e raffigurate:

- ASL 1 Imperiese,
- ASL 2 Savonese,
- ASL 3 Genovese,
- ASL 4 Chiavarese,
- ASL 5 Spezzino.



Figura 8: ASL della Liguria

Le ASL Liguri di riferimento per l'area in esame sono la ASL 5 Spezzino e la ASL 4 Chiavarese

Esse sono inoltre suddivise in più Distretti Socio-Sanitari.

L'area in esame comprende i seguenti comuni, afferenti ai tre Distretti dello Spezzino:

- Distretto 17 "Riviera Val di Vara": Levanto, Beverino, Bolano, Borghetto Vara, Brugnato, Calice al Cornoviglio, Carrodano, Follo, Framura, Monterosso, Pignone, Riccò del Golfo, Riomaggiore, Rocchetta Vara, Sesta Godano, Vernazza, Zignago.
- Distretto 18 "Del Golfo": La Spezia, Lerici, Portovenere.
- Distretto 19 "Val di Magra": Sarzana, Castelnuovo Magra, Ameglia, Arcola, S. Stefano Magra, Ortonovo, Vezzano Ligure.

Per l'ASL 4 Chiavarese l'area appartiene al seguente Distretto con il relativo comune ricadente nell'area in esame:

- Distretto 16: Carro.

Parte dell'area di riferimento è compresa all'interno delle Aziende unità sanitarie locali (Ausl) della regione Toscana elencate di seguito:

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
34 di 122

- Azienda UsI Toscana centro,
- Azienda UsI Toscana nord ovest,
- Azienda UsI Toscana sud est.

L'area di interesse anche ricade all'interno dell'Azienda UsI Toscana nord ovest, a sua volta divisa in 10 zone distretto.



Figura 9: USL della Toscana

L'area in esame ricade nei comuni di:

- Aulla, Bagnone, Comano, Casola in Lunigiana, Fivizzano, Fosdinuovo, Licciana Nardi, Mulazzo, Podenzana, Tresana, Villafranca in Lunigiana, Zeri appartenenti alla zona distretto denominata Lunigiana.
- Massa e Carrara appartenenti alla zona distretto denominata Apuane.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

DATA	PROGETTO	PAGINA
Settembre 2019	195481	35 di 122

1.3 Identificazione dei fattori di rischio

I fattori di rischio in ambito VIS sono in generale identificabili con quelle interazioni ambientali che, nel passaggio dall'assetto ante-operam a quello post-operam, possono determinare potenziali impatti sulla componente della salute umana.

L'analisi per l'identificazione dei fattori di rischio legati al progetto è stata sviluppata mediante la definizione di un **Modello Concettuale Ambientale e Sanitario** (MCAS) finalizzato alla schematizzazione delle relazioni tra la realizzazione e l'esercizio delle opere in progetto, le componenti ambientali, i percorsi di esposizione ed i bersagli umani.

Il percorso di esposizione parte dalla sorgente ed attraverso la singola componente ambientale, arrivando infine al bersaglio.

I fattori di rischio sono identificabili in relazione ai percorsi di esposizione attivi; per la loro definizione si procede nel modo seguente:

1. Definizione degli impatti del progetto dagli esiti della valutazione di cui allo Studio di Impatto Ambientale;
2. Determinazione dei percorsi attivi, intesi come quelli che mettono in relazione la sorgente al bersaglio.

In riferimento alla sintesi degli impatti attesi (si veda tabella al precedente paragrafo 1.1.3), a seguire si riporta un'ulteriore valutazione in merito all'identificazione delle componenti ambientali da analizzare in termini di possibili fattori di rischio in materia di valutazione di impatto sanitario.

Si ricorda che anche in questo caso le considerazioni riportate sono riferite alla stima di impatto nel passaggio dall'assetto ante operam (assetto attuale autorizzato da AIA), all'assetto post—operam (assetto futuro), considerando per quest'ultimo sia l'assetto impiantistico di Fase 1 (ciclo aperto) che della successiva Fase 2 (ciclo chiuso).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
36 di 122

Componente o fattore ambientale interessato	Stima IMPATTO atteso	Fattori di rischio VIS
ATMOSFERA E QUALITÀ DELL'ARIA	Nessun impatto significativo prevedibile	Impatto di entità non significativa e transitorio, circoscritto all'area di intervento. Non identificabile come fattore di rischio VIS
	L'analisi modellistica effettuata ha mostrato l'ampio rispetto limiti da D.Lgs. 155/2010, sia nello scenario attuale che in entrambe le fasi di quello di progetto. Attesa riduzione di impatto.	Fattore di rischio VIS in relazione alla tipologia di impianto.
AMBIENTE IDRICO ACQUE SUPERFICIALI	Nessun impatto significativo prevedibile	Impatto di entità non significativa e transitorio. Non identificabile come fattore di rischio VIS
	Attesa riduzione di impatto termico (risultato di analisi modellistiche previsionali). Nessun ulteriore impatto aggiuntivo previsto.	Impatto migliorativo. Non identificabile come fattore di rischio VIS
AMBIENTE IDRICO ACQUE SOTTERRANEE	Nessun impatto significativo prevedibile	Impatto di entità non significativa e transitorio. Non identificabile come fattore di rischio VIS
	Attesa riduzione di impatto	Impatto migliorativo. Non identificabile come fattore di rischio VIS
SUOLO E SOTTOSUOLO	Nessun impatto significativo prevedibile	Non identificabile come fattore di rischio VIS (v. AdR approvata)
	Nessun impatto significativo prevedibile	Non identificabile come fattore di rischio VIS (v. AdR approvata)
BIODIVERSITÀ	Nessun impatto significativo prevedibile	Non direttamente correlabile con salute pubblica Non identificabile come fattore di rischio VIS
	Nessun impatto significativo prevedibile	Non identificabile come fattore di rischio VIS
CLIMA ACUSTICO E VIBRAZIONALE	L'analisi modellistica effettuata ha mostrato un impatto acustico compatibile con limiti assoluti di immissione per tutti i punti analizzati. Nessun impatto significativo prevedibile	Impatto di entità non significativa e transitorio. Non identificabile come fattore di rischio VIS
	L'analisi modellistica effettuata ha mostrato un impatto acustico previsionale con una riduzione del contributo della centrale nell'assetto futuro nell'ambiente circostante. Attesa riduzione di impatto.	Impatto migliorativo. Non identificabile come fattore di rischio VIS
RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI	Nessun impatto prevedibile	Non identificabile come fattore di rischio VIS
PAESAGGIO	Nessun impatto prevedibile	Non identificabile come fattore di rischio VIS
	L'elaborazione di fotoinserti eseguiti dai punti di vista considerati come i più significativi ha mostrato l'assenza di impatti significativi sulla componente paesaggio	Non identificabile come fattore di rischio VIS

Tabella 10: Sintesi impatti attesi

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
37 di 122

Emerge dunque che l'unica componente per la quale possa essere di interesse una valutazione di dettaglio, in relazione alla tipologia di opera (centrale termoelettrica) piuttosto che al potenziale impatto atteso (prevedibile una riduzione di impatto) sia la componente "atmosfera".

Le stesse LG VIS del DM 27/03/2019 al già citato BOX 2 suggeriscono tale conclusione:

"Nel caso di sorgenti di emissione tipiche degli impianti oggetto di queste linee guida, la matrice ambientale principalmente interessata è quella dell'"aria" (...)."

Sono quindi le emissioni continue in atmosfera (dovute ai camini asserviti ai nuovi cicli combinati) a rappresentare gli impatti prevalenti da indagare ed analizzare in ambito VIS.

Gli impatti derivanti dalla fase di cantiere sono di lieve entità, temporanei e reversibili e pertanto non verranno analizzati nel proseguo dello studio.

Il trasferimento degli impatti sulle matrici ambientali ai bersagli umani avviene attraverso percorsi/modalità di esposizione diretti o indiretti (ingestione, contatto dermico, inalazione, etc.).

In figura seguente si riporta lo schema illustrativo del Modello Concettuale Ambientale Sanitario preliminare per il progetto in esame.

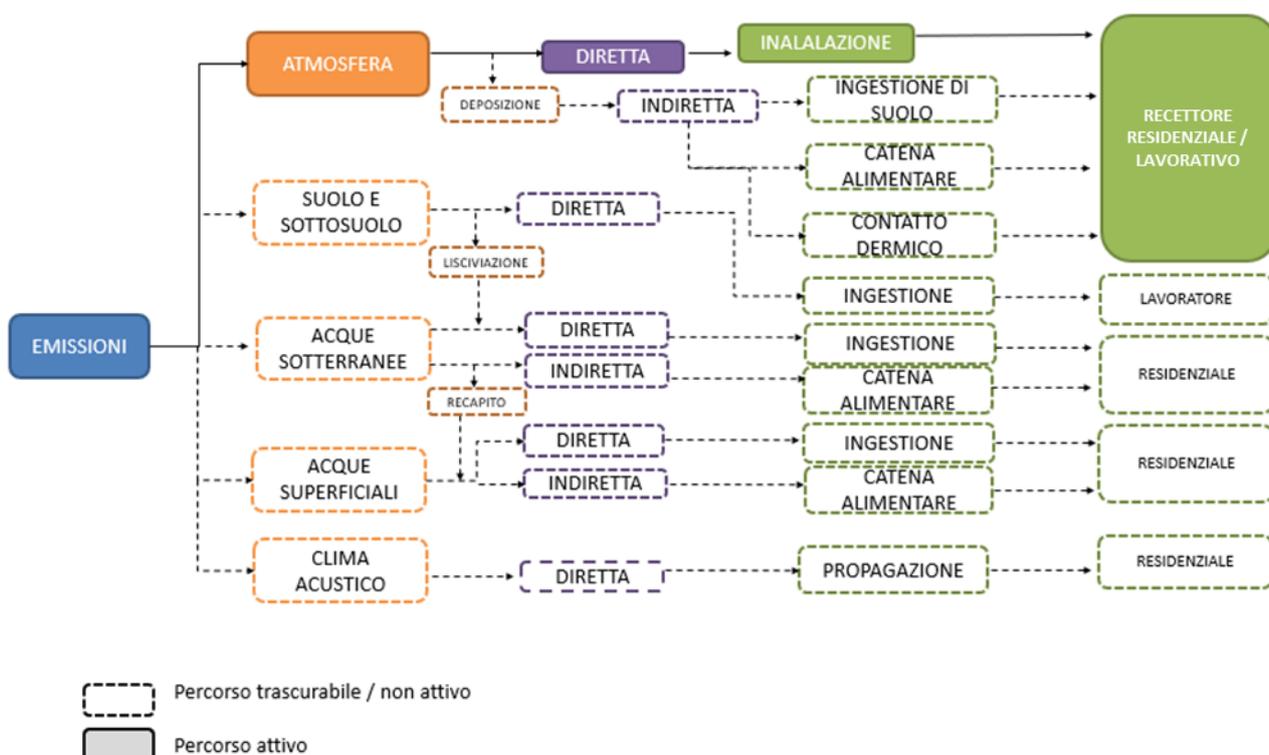


Figura 10: Modello Concettuale Ambientale Sanitario preliminare

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas	DATA Settembre 2019	PROGETTO 195481	PAGINA 38 di 122
---	------------------------	--------------------	---------------------

Considerando che il progetto non determina impatti diretti significativi su:

- corpi idrici superficiali,
- corpi idrici sotterranei,
- suolo e sottosuolo
- clima acustico,

gli unici percorsi attivi sono relativi alla diffusione di emissioni gassose, per cui i fattori di rischio identificabili sono quelli connessi a tali percorsi di esposizione.

Il presente studio di impatto sanitario viene dunque sviluppato in relazione agli impatti del progetto sulla qualità dell'aria in fase di esercizio.

A livello preliminare infatti l'unico percorso / modalità di esposizione identificato come rilevante per le emissioni in atmosfera del progetto in esame è quello dell'**inalazione**.

In relazione infatti agli inquinanti emessi in atmosfera nell'assetto post-operam (Fase 1 e Fase 2), costituiti da:

- **Ossidi di Azoto,**
- **Monossido di Carbonio,**
- **Ammoniaca** (solo in Fase 2),

non sono attesi fenomeni di deposizione che attivino altri percorsi di esposizione quali “ingestione di suolo” o inserimento nella “catena alimentare”.

Verrà considerato il fenomeno di formazione del **particolato secondario**, che comunque è anch'esso connesso principalmente al percorso di esposizione inalatorio.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell’unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
39 di 122

1.4 Scelta degli indicatori di salute adeguati

I metodi disponibili per lo studio degli effetti sulla salute prodotti da esposizione ad inquinanti, con particolare riferimento a quelli atmosferici, sono classificabili in studi tossicologici e studi epidemiologici.

In tabella seguente si riporta un’analisi comparativa dei due metodi, che descrive i differenti scopi, vantaggi e limiti.

STUDI TOSSICOLOGICI	VANTAGGI	LIMITI
Studi su animali	<ul style="list-style-type: none"> ▪ endpoint multipli ▪ rivolti ai meccanismi ▪ relativamente veloci ▪ studi di esposizione-risposta condotti facilmente 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ estrapolazione interspecie per confronto con risultati sull’uomo ▪ incertezza sul range di dosaggio adeguato per lo studio ▪ costi elevati per studi ripetuti
Studi in vitro	<ul style="list-style-type: none"> ▪ rivolti ai meccanismi ▪ si possono comparare cellule umane e animali 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ i sistemi artificiali non sempre riflettono le proprietà di quelli in vivo ▪ non ci sono interazioni cellula-cellula
Studi su esposizione umana controllata	<ul style="list-style-type: none"> ▪ si può esaminare l’effetto di malattie preesistenti 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ bassa numerosità ▪ limitato ai livelli di inquinamento ambientale e ai soli effetti reversibili ▪ non applicabile su popolazioni sensibili ▪ problemi di tipo etico
STUDI EPIDEMIOLOGICI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ studiano le popolazioni nel loro contesto usuale ▪ stimano effetti irreversibili, compresa la mortalità ▪ includono popolazioni sensibili ▪ analisi poco costose utilizzando banche dati 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ valutano le associazioni, le cause possono essere dedotte ▪ devono essere valutati fattori di confondimento ▪ difficile stima dell’esposizione ▪ esposizioni a inquinanti multipli ▪ l’avvio di nuovi studi è lungo e costoso

Tabella 11: Metodi per lo studio degli effetti sulla salute prodotti dagli inquinanti atmosferici.

Fonte: Progetto EpiAir2 modificato da American Thoracic Societ

Gli studi epidemiologici valutano l’associazione tra l’esposizione ambientale e gli effetti sulla salute, ma non sono del tutto adeguati per identificare i meccanismi biologici che sottendono l’effetto.

Per questi motivi la tossicologia ha molti punti di contatto con l’epidemiologia e ne rappresenta un utile complemento. Il vantaggio degli studi tossicologici è nella possibilità di sperimentare gli effetti tossici prodotti da una sostanza e nella capacità di definire la relazione esistente tra la sostanza tossica e l’effetto. Lo svantaggio di questi studi è che i risultati ottenuti non riflettono le condizioni reali che caratterizzano l’ambiente di vita di ciascun individuo, dove le sostanze inquinanti sono presenti contemporaneamente e non è possibile controllare altri fattori come le condizioni meteorologiche.

Inoltre è importante sottolineare che in ambito epidemiologico l’approccio maggiormente diffuso nell’analisi sugli impatti delle emissioni atmosferiche è quello che si basa sulla valutazione degli effetti complessivi dell’inquinamento atmosferico, tipicamente in ambito urbano, senza quindi distinguere fra gli specifici effetti dei singoli contaminanti.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
40 di 122

Negli studi epidemiologici relativi all'inquinamento atmosferico le correlazioni esistenti tra le diverse sostanze inquinanti possono essere così strette da non permettere una chiara distinzione degli effetti prodotti dai singoli composti con metodi statistici standard. Infatti possono verificarsi interazioni fra i vari contaminanti presenti e risulta quindi difficile ipotizzare un costante fenomeno additivo nella risposta e, inoltre, le curve esposizione-risposta possono essere altrettanto non lineari come le interazioni stesse (Billionnet C, 2012).

Sono in corso numerosi studi europei (Euromixproject, HBM4EU, EDC-MixRisk) mirati a studiare proprio il tema dell'esposizione combinata a sostanze chimiche multiple.

Nel parere di Comitati Scientifici UE (SCHER, 2012) è un tema affrontato con prevalente riferimento al lavoro di Levy del 2008 che, nella più ampia discussione su vantaggi e punti di forza dell'inclusione dell'epidemiologia, evidenzia come soprattutto grazie all'epidemiologia è possibile intercettare, tra gli altri, anche il contributo di determinanti non-chimici come ad esempio situazioni di disagio socio economico o abitudini alimentari che possono significativamente influire sugli esiti di salute.

Gli studi epidemiologici, comunque, sono gravati anch'essi da limiti di carattere metodologico da non sottovalutare come ad esempio la difficoltà nel definire l'esposizione dovuta alla presenza di fattori di confondimento, la necessità di ottenere risultati concordanti in un numero consistente d'indagini, l'esigenza di disporre di dati sanitari, ambientali e di popolazione di buona qualità, poter contare su campioni di studio piuttosto elevati tale da permettere di rilevare incrementi significativi del rischio anche per scostamenti dei parametri espositivi non particolarmente evidenti rispetto al background, impegno consistente di risorse umane ed economiche per periodi di tempo a volte piuttosto lunghi.

Quindi solo con l'integrazione delle conoscenze tossicologiche con quelle epidemiologiche è possibile superare i limiti di entrambi gli approcci e delineare un quadro maggiormente definito per la selezione degli indicatori di salute adeguati per il caso in esame.

Si ricorda infatti che gli stessi standard per la qualità dell'aria derivano dall'integrazione dei dati provenienti dagli studi epidemiologici, dagli studi tossicologici sugli animali e dagli studi di esposizione umana controllata.

Oltre alla necessità si integrare i due diversi approcci, ulteriore difficoltà è quella di raccogliere in maniera sistematica le risultanze di studi di letteratura, progetti di ricerca ed iniziative di settore effettuate a diversi livelli istituzionali ed accademici, che portano a considerare un quadro sfaccettato ed in continua mutazione.

Nel prospetto a seguire si riporta il quadro di solo alcuni dei principali progetti di valutazione dell'inquinamento atmosferico sulla salute attivati negli ultimi anni a livello comunitario e nazionale.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
41 di 122

Principali progetti di valutazione dell'inquinamento atmosferico sulla salute in ambito europeo e nazionale

Fin dal suo inizio, nel 1993, il programma APHEA (Short term effects of air pollution and health: a european approach) ha contribuito con numerose pubblicazioni alle conoscenze sugli effetti sanitari a breve termine dell'inquinamento atmosferico sulla salute in diversi Paesi europei.

A partire dal 1999 è stato avviato un programma che ha coinvolto 26 città in 12 Paesi europei, APHEIS (Air pollution and health: a european information system), progettato come sistema di valutazione dell'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute. L'unica città italiana coinvolta è stata Roma.

Il progetto APHEKOM, continuazione del precedente progetto APHEIS e avviato nel luglio 2008, include anche obiettivi di valutazione delle strategie attuate per ridurre l'inquinamento atmosferico a livello europeo, nazionale e locale, e promuove la divulgazione delle conoscenze scientifiche volte ad aumentare la consapevolezza dei governi e dei cittadini sul tema dell'inquinamento atmosferico.

Tra i diversi studi epidemiologici recentemente condotti in Europa, ESCAPE (European Study of Cohorts for Air Pollution Effects) ha approfondito le conoscenze sugli effetti dell'inquinamento urbano sui nuovi nati e sulla incidenza delle malattie respiratorie, cardiovascolari e sulla mortalità o incidenza di tumori nelle popolazioni residenti; i due Progetti dell'OMS, REVIHAAP (Review of Evidence on Health Aspects of Air Pollution) ed HRAPIE (Health Risk of Air Pollution in Europe), hanno raccolto le evidenze scientifiche sugli effetti indesiderati acuti e cronici; MEDHISS (Mediterranean Health Interview Surveys) è un sistema di sorveglianza che ha utilizzato i dati disponibili sugli effetti sanitari a lungo termine in 4 Paesi del Mediterraneo (Italia, Francia, Slovenia e Spagna).

In Italia, gli effetti sanitari a breve termine per esposizione a PM, NO₂ e O₃ sono stati studiati in 25 città tramite il progetto EPIAIR. In seguito all'associazione del PM al tumore polmonare sancita dalla IARC, ENEA, in collaborazione con ISS e ISPRA, ha condotto uno studio di mortalità per tumore del polmone nella popolazione femminile di tutti i Comuni italiani capoluogo di provincia

Successivamente il Progetto VIIAS (Valutazione integrata dell'impatto sanitario dell'inquinamento atmosferico in Italia) è stato promosso dal Ministero della Salute e coordinato dal Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario della Regione Lazio. Il progetto VIIAS ha stimato le concentrazioni al suolo del PM_{2.5}, dell'NO₂ e dell'O₃ in diversi scenari (anno di riferimento 2005, 2010 e 2020) e i relativi livelli di esposizione della popolazione italiana nelle macro-aree geografiche (nord, centro, sud e isole) o nei contesti urbano/rurali. Applicando le funzioni di rischio suggerite dal WHO, sono stati stimati i casi di mortalità attesi e gli anni di vita persi dovuti alle esposizioni a lungo e breve termine.

L'ampia mole di analisi epidemiologiche disponibili ha portato ad individuare fra gli effetti con principale associazione con l'esposizione all'inquinamento atmosferico quelli di tipo **respiratorio** e **cardiovascolare** (Brunekreef et al. 2002, Pope et al. 2006).

Gli effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico sono tradizionalmente distinti in effetti a breve termine ed effetti a lungo termine.

In termini di effetti acuti, i primi studi sul legame tra eventi sanitari acuti e inquinamento atmosferico sono stati condotti a partire dagli anni '30. Gli esiti studiati sono la mortalità totale per cause naturali (escludendo quindi la mortalità per cause violente), la mortalità per cause respiratorie, la mortalità per cause cardiache e i ricoveri ospedalieri, sia per cause respiratorie sia per cause cardiache.

I risultati delle indagini epidemiologiche condotte in varie città, negli Stati Uniti e in Europa, hanno mostrato che a ogni incremento degli inquinanti atmosferici è associato un incremento di eventi negativi per la salute, in misura maggiore di tipo respiratorio e cardiaco.

In termini di effetti a lungo termine, le indagini epidemiologiche condotte finora hanno mostrato che l'esposizione cronica a inquinamento atmosferico può determinare lo sviluppo di malattie cardiorespiratorie e incrementare il tasso di mortalità della popolazione generale, oltre al potenziale effetto cancerogeno.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
42 di 122

In tabella seguente si riporta una sintesi di tali effetti tratta dal Progetto EPIAIR2.

	EFFETTI A BREVE TERMINE	EFFETTI A LUNGO TERMINE
Definizione	Gli effetti osservabili a pochi giorni di distanza dai picchi di esposizione	Gli effetti osservabili dopo esposizioni di lunga durata e a distanza di anni dall'inizio dell'esposizione
Tipologie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Insorgenza di sintomi acuti (dispnea, tosse, respiro sibilante, produzione di catarro, infezioni respiratorie) ▪ Variazioni della funzione polmonare ▪ Aggravamento di patologie cardiovascolari e respiratorie ▪ Ospedalizzazioni per patologie cardiovascolari e respiratorie ▪ Mortalità respiratoria, cardiovascolare 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento di incidenza e prevalenza di malattie respiratorie croniche (asma, BPCO) e malattie cardiovascolari croniche ▪ Variazioni permanenti nella funzione respiratoria ▪ Problemi di crescita del feto (basso peso alla nascita, ritardo della crescita intrauterina) ▪ Tumore polmonare ▪ Mortalità respiratoria, cardiovascolare

Tabella 12: Effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico - Fonte: Progetto EpiAir2

In sintesi, sulla base di quanto sopra discusso, al fine di definire gli indicatori sanitari per il caso in esame:

- è necessario procedere con una valutazione integrata delle conoscenze tossicologiche con quelle epidemiologiche per superare i limiti di entrambi gli approcci,
- nonostante le difficoltà di sistematizzazione l'ampia mole di dati epidemiologici disponibili, è ormai noto nel mondo scientifico che gli effetti sanitari con principale associazione con l'esposizione all'inquinamento atmosferico sono quelli di tipo respiratorio e cardiovascolare.
- Il ricorso ad analisi di studi epidemiologici va effettuato con particolare attenzione in riferimento alla rappresentatività rispetto al caso in esame.

Le Linee Guida VIS del DM 27/03/2019 indicano come principale riferimento in materia epidemiologica il **Progetto Sentieri**.

Il progetto SENTIERI (Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento) è stato avviato nel 2007 nell'ambito del Programma strategico nazionale “Ambiente e salute”, coordinato dall'Istituto superiore di sanità e finanziato dal Ministero della salute.

Il Progetto SENTIERI ha l'obiettivo di costituire un sistema di sorveglianza dello stato di salute dei residenti nei siti contaminati, primo studio sistematico sui SIN (Siti di Interesse Nazionale), caratterizzato dal forte rilievo annesso alle ipotesi eziologiche a priori.

Il progetto SENTIERI, attraverso una metodologia standardizzata, ha le finalità di:

- analizzare il profilo di salute con un approccio multi-esito basato su fonti di dati correnti accreditati per la mortalità, i ricoveri ospedalieri, l'incidenza dei tumori, le malformazioni congenite;
- focalizzare le valutazioni in diversi sottogruppi di popolazione con particolare attenzione alle fasce più vulnerabili, quali i bambini e gli adolescenti;

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas	DATA Settembre 2019	PROGETTO 195481	PAGINA 43 di 122
---	------------------------	--------------------	---------------------

- individuare a priori le principali patologie da sottoporre a sorveglianza grazie alla valutazione delle evidenze disponibili sulla loro relazione eziologica con i fattori di rischio ambientali che caratterizzano ciascun sito;
- monitorare nel tempo l'evoluzione del profilo di salute delle popolazioni, permettendo di valutare l'implementazione di azioni preventive di risanamento ambientale;
- offrire indicazioni di sanità pubblica.

SENTIERI adotta un approccio multisito basato su sistemi informativi sanitari correnti (mortalità e ricoveri specifici per causa, incidenza oncologica, prevalenza di anomalie congenite, salute infantile, pediatrica, adolescenziale e dei giovani adulti). Caratteristica peculiare di SENTIERI è l'identificazione a priori di un numero di ipotesi di interesse eziologico, basata sulla letteratura scientifica internazionale.

Il Progetto SENTIERI costituisce un riferimento riconosciuto a livello scientifico – istituzionale e al permette al contempo di effettuare valutazioni sito specifiche.

Per il caso in esame, in merito alla trattazione epidemiologica, il riferimento a tale studio, unitamente ad analisi di tipo tossicologico sui singoli contaminanti in analisi, permette di superare le criticità metodologiche emerse dalla trattazione effettuata.

Pertanto, in accordo a quanto definito dalle Linee Guida VIS del DM 27/03/2019 per identificare le cause d'interesse a priori per le quali definire gli indicatori sanitari l'analisi verrà incentrata su:

- Evidenze epidemiologiche relative all'impianto in oggetto, se nelle valutazioni del Quinto Rapporto del Progetto SENTIERI (2019).
- Evidenze tossicologiche relative agli inquinanti d'interesse per il caso in esame: Ossidi di Azoto, Monossido di Carbonio, Ammoniaca e Particolato atmosferico (polveri sottili).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell’unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
44 di 122

1.4.1 Evidenze epidemiologiche da Studio SENTIERI

L’attuale aggiornamento di SENTIERI (Quinto Rapporto – 2019) riguarda 45 siti, che includono 319 comuni, su un totale di circa 8.000 comuni italiani, con una popolazione complessiva di 5.900.000 abitanti (dati Censimento 2011). La finestra temporale studiata per mortalità e ricoveri va dal 2006 al 2013.

I Rapporti standardizzati di mortalità (SMR) e di ospedalizzazione (SHR) sono stati calcolati utilizzando come riferimento i tassi rispettivi delle regioni di appartenenza dei siti. L’incidenza tumorale è stata valutata dai Registri Tumori appartenenti all’Associazione dei Registri (AIRTUM), ufficialmente riconosciuta dall’International Agency for Research on Cancer (IARC) di Lione.

Sono stati studiati i 22 siti coperti da Registri Tumori. Al momento dello studio AIRTUM copriva il 56% dell’intero territorio nazionale, con diverse finestre temporali. I Rapporti standardizzati di incidenza (SIR) sono stati stimati utilizzando come popolazioni di riferimento quelle residenti nelle rispettive macroaree del Paese (Nord-Ovest, Nord-Est, Centro, Sud) in cui ogni sito è compreso. La prevalenza delle anomalie congenite è stata calcolata per 15 siti, confrontandola con la prevalenza media regionale osservata nello stesso periodo studiato.

Il Quinto Rapporto dello Studio SENTIERI include un aggiornamento delle valutazioni effettuate per il **SIR di Pitelli** (Sito di Interesse Regionale, ex SIN), all’interno del quale risulta compresa l’area di interesse per la centrale in esame. Si rileva che per l’area in esame non risulta ancora disponibile un Registro Tumori ufficiale.

Il SIR di Pitelli comprende i comuni di La Spezia e Lerici, per un totale di 102.749 abitanti, da censimento ISTAT 2011.

A seguire un estratto delle conclusioni SENTIERI sui risultati per il SIR in oggetto, che si riferiscono quindi all’insieme dei due Comuni, entrambi compresi nell’area di interesse.

*“Nella popolazione residente nel sito, la **mortalità** generale e per le principali cause risulta in linea con la media regionale, tranne che per le malattie respiratorie, così come era già emerso nel precedente Studio SENTIERI sulla sola mortalità.*

*L’analisi dei **ricoveri** evidenzia un tasso di ricoverati per tutte le principali cause maggiore rispetto al resto della regione. In particolare, tra questi gruppi di patologie, sono da segnalare gli eccessi delle malattie respiratorie. Nel Rapporto SENTIERI precedentemente citato, la mortalità per queste patologie, in particolare per l’asma, nel periodo 1995-2002 era risultata in eccesso nei soli uomini.*

*Tra le esposizioni ambientali citate nel decreto istitutivo del sito, risulta l’**amianto** (vedi «Altri risultati di interesse»). Nell’analisi della mortalità nel periodo 1995-2002 era risultata in eccesso, rispetto alla media regionale, la mortalità per tumori della pleura, dell’ovaio e del polmone; quest’ultimo non in eccesso nella presente analisi, né come causa di decesso né come diagnosi principale di ospedalizzazione. In SENTIERI-ReNaM, l’incidenza dei mesoteliomi maligni totali tra i residenti nel sito nel periodo 2000-2011 è risultata in eccesso rispetto alla*

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
45 di 122

popolazione di riferimento (regioni del Nord-Ovest) di più di quattro volte negli uomini e del 24% tra le donne. Dai dati sulle modalità di esposizione ad amianto risulta che nell'84% dei casi l'esposizione ad amianto è avvenuta in ambito occupazionale, attribuita prevalentemente ai settori della cantieristica navale, industria metalmeccanica, dell'estrazione e raffinazione del petrolio, trasporti marittimi, della centrale elettrica e della difesa militare. L'esposizione ambientale in questo sito è stata attribuita a una bassa percentuale di casi (quattro sui 228 per i quali è stata definita la modalità di esposizione ad amianto). Nel presente Rapporto si confermano le precedenti osservazioni relative a un eccesso per le patologie asbesto-correlate, per il quale è ipotizzabile un importante ruolo di esposizioni ad amianto in ambiente lavorativo. La casistica osservata nella popolazione femminile, richiede un'attenzione anche per esposizioni familiari e ambientali.

Per le patologie recentemente messe in relazione con inquinanti atmosferici emessi da centrali elettriche, oltre a quanto già riportato per i ricoverati di entrambi i generi, si veda il paragrafo «Altri risultati di interesse».

Gli eccessi di ricoverati per leucemie linfoidi in età pediatrica e per i tumori del sistema nervoso centrale tra i giovani adulti (20-29 anni) meriterebbero un approfondimento in relazione a potenziali esposizioni a eventuali contaminanti di interesse cancerogeno nel sito. Si raccomandano interventi tesi, in particolare, all'eliminazione di esposizioni ad amianto e di controllo della qualità dell'aria e delle sostanze rilasciate in atmosfera dagli impianti presenti nel sito, oltre che interventi di prevenzione e assistenziali rivolti in particolare a queste patologie.”

Nella sezione “Altri risultati di interesse” sopra citata si conclude che:

“sono stati osservati eccessi della mortalità per pneumoconiosi tra i soli uomini e dei ricoverati in entrambi i generi. Sono interessanti anche i risultati relativi alla mortalità per cardiopatie ischemiche. Tra le patologie respiratorie risultano in eccesso, oltre a quelle già menzionate, quelle croniche, sia come causa di decesso sia di ricovero. Risultano in eccesso in entrambi i generi le ospedalizzazioni a carico del sistema cardiaco sia negli uomini sia nelle donne: malattie cardiache; malattie ischemiche del cuore e scompenso cardiaco.”

In sintesi, escludendo gli eccessi di mortalità/ospedalizzazione o incidenze direttamente correlabili all'esposizione ad amianto, si osserva che le principali evidenze epidemiologiche rilevate dal recente Studio SENTIERI per il SIR in oggetto (Comuni di La Spezia e Lerici) sono ascrivibili a:

- mortalità per cause respiratorie in entrambi i generi,
- ricoveri per cause respiratorie in entrambi i generi,
- ricoveri per patologie cardiocircolatorie in entrambi i generi.

Come lo stesso studio SENTIERI specifica, i risultati ottenuti sono affetti da alcuni **limiti**:

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

DATA	PROGETTO	PAGINA
Settembre 2019	195481	46 di 122

- *“le valutazioni effettuate hanno messo in evidenza eccessi di patologie in territori caratterizzati dalla presenza nell’ambiente di fonti di esposizione ambientale potenzialmente associate in termini eziologici alle entità patologiche studiate. Naturalmente, non tutti gli eccessi osservati nello studio sono attribuibili alla contaminazione ambientale. Le patologie citate riconoscono un’eziologia multifattoriale, all’interno della quale giocano un ruolo fattori socioeconomici, stili di vita, disponibilità e qualità dei servizi sanitari. Lo studio non ha effettuato aggiustamenti dei dati per fattori di confondimento noti (per esempio fumo, alcol, obesità).”*
- *“non si dispone di una procedura uniforme per caratterizzare ciascun sito da un punto di vista ambientale, identificando compiutamente gli inquinanti specifici presenti nelle diverse matrici: ciò è dovuto alla frammentarietà delle informazioni, disseminate in banche dati non adeguatamente interconnesse. Come è noto, il riconoscimento di un’area contaminata come sito di interesse per le bonifiche si basa su dati relativi al suolo e alle acque; informazioni sulla qualità dell’aria sono sparse e disomogenee.”*
- *“Un altro problema è la potenza statistica, perché in diversi siti la popolazione è numericamente limitata, e la frequenza di molte patologie studiate è bassa. È necessaria una particolare cautela nell’interpretazione dei dati, poiché non sempre vi è una corrispondenza territoriale tra area inquinata e confini amministrativi comunali. In alcuni casi i due concetti coincidono, in altri solo una parte della popolazione residente è o è stata potenzialmente esposta.”*

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
47 di 122

1.4.2 Evidenze tossicologiche

Vengono di seguito descritti gli effetti specifici dei singoli inquinanti considerati come di interesse per la VIS in esame, le caratteristiche di tossicità ed i possibili meccanismi di azione al fine di valutare l'effettivo apporto allo stato di salute nell'area del progetto proposto.

La trattazione per singolo inquinante è preceduta da un'analisi dei meccanismi d'azione degli inquinanti atmosferici e dai soggetti maggiormente sensibili agli effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico.

Meccanismi d'azione degli inquinanti atmosferici

Sono stati ipotizzati meccanismi biologici complessi per gli effetti dell'inquinamento atmosferico sulle patologie cardiovascolari: effetti diretti degli inquinanti sul cuore e sui vasi, sul sangue e sui recettori polmonari ed effetti indiretti mediati dallo stress ossidativo e dalla risposta infiammatoria.

Effetti diretti potrebbero essere dovuti alle particelle molto fini, ai gas o ai metalli di transizione che attraversano l'epitelio polmonare e raggiungono il circolo ematico. Potrebbe inoltre avere un ruolo importante l'attivazione del riflesso neurale secondario all'interazione del PM con i recettori polmonari.

Le alterazioni del tono autonomo, in alcune circostanze, potrebbero contribuire all'instabilità della placca vascolare o innescare disturbi aritmici del cuore. Questi effetti diretti dell'inquinamento atmosferico rappresentano una spiegazione plausibile della rapida (entro poche ore) risposta cardiovascolare, con un incremento della frequenza dell'infarto del miocardio e delle aritmie. Il meccanismo indiretto mediato dallo stress ossidativo provoca un indebolimento delle difese antiossidanti e un conseguente aumento dell'infiammazione nelle vie aeree e nell'organismo.

La plausibilità biologica è accresciuta dall'osservazione di effetti cardiopolmonari e dal fatto che endpoint non cardiopolmonari non sono tipicamente associati con l'inquinamento atmosferico.

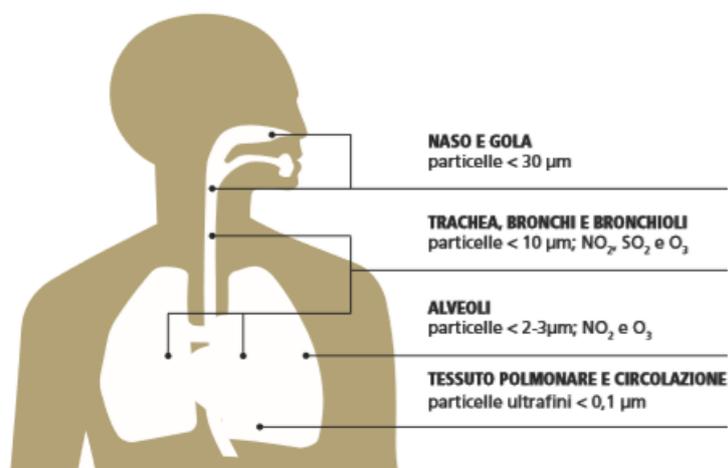


Figura 11: Penetrazione degli inquinanti nel tratto respiratorio (Modificata da Künzli et al. – Epiair 2)

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell’unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
48 di 122

Gli effetti a carico del sistema respiratorio sono molto vari e possono spaziare da una semplice irritazione delle prime vie aeree alla fibrosi polmonare, alle malattie respiratorie croniche ostruttive, all’asma, all’enfisema, fino al cancro. Gli effetti irritanti sono solitamente reversibili, ma l’esposizione cronica a un irritante può comportare l’insorgenza di un danno permanente a livello cellulare.

Valutazione degli effetti specifici del singolo contaminante sono valutati nei paragrafi a seguire.

Soggetti maggiormente sensibili agli effetti sanitari dell’inquinamento atmosferico

Gli individui rispondono in modo diverso all’esposizione all’inquinamento atmosferico e le caratteristiche che contribuiscono a queste variazioni sono comprese nel concetto di suscettibilità.

In effetti, numerosi fattori sono stati associati a un aumento della suscettibilità individuale all’inquinamento atmosferico. I soggetti maggiormente sensibili agli effetti sanitari dell’inquinamento atmosferico sono identificabili in:

- soggetti anziani, indigenti o bambini;
- soggetti che presentano maggiore suscettibilità per fattori genetici innati (per esempio, polimorfismi legati alla famiglia della glutatione-S-transferasi o quelli legati al gene TNF α) o per uno sviluppo incompleto delle funzioni fisiologiche (bambini);
- soggetti che presentano maggiore suscettibilità perché affetti da malattie cardiovascolari, respiratorie (asma, BPCO, polmonite) o diabete di tipo 2, che comportano alterazioni funzionali tali da favorire un danno maggiore per esposizione agli inquinanti atmosferici;
- soggetti esposti ad altre sostanze tossiche, per esempio, in ambiente di lavoro, i cui effetti potrebbero sommarsi o interagire con quelli degli inquinanti atmosferici;
- soggetti esposti ad alte concentrazioni di inquinanti atmosferici, perché residenti in zone con alta densità di traffico, o per motivi lavorativi (per esempio, vigili urbani, autisti di mezzi pubblici);
- soggetti sovrappeso od obesi hanno un aumentato rischio di diabete (oltre a ipertensione arteriosa, ipercolesterolemia, riduzione della capacità polmonare totale) e conseguentemente di mortalità dovuta all’esposizione a inquinanti atmosferici. Al contrario, una dieta ricca di antiossidanti può ridurre tali effetti.

Nella fase di assessment, la valutazione del rischio in riferimento ai soggetti potenzialmente più sensibili viene effettuata andando a valutare puntualmente in rischio tossicologico ed epidemiologico sui recettori individuati in **Tavola 4**.

Ossidi di Azoto

Le principali sorgenti naturali di emissione di ossidi di riguardano la degradazione della sostanza organica, il rilascio dagli oceani e incendi di foreste. Le principali sorgenti antropiche sono invece rappresentate da emissioni dei veicoli circolanti su strada, impianti industriali, impianti per la produzione di energia, riscaldamento domestico o attività agricole.

In termini di effetti sulla salute umana l’NO è in grado di agire sull’emoglobina fissandosi ad essa con la conseguente formazione di metamoglobina e nitrosometemoglobina, che interferiscono con la normale

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
49 di 122

ossigenazione dei tessuti da parte del sangue. Studi su ratti hanno evidenziato effetti letali a basse concentrazioni (CL50 inalatoria/ratto/4 h: 57,5 ppm (DFG, 2014)).

L'NO₂ è decisamente la sostanza più critica tra gli NO_x, con una tossicità fino a quattro volte maggiore rispetto a quella del monossido di azoto.

Forte ossidante ed irritante, esercita il suo effetto tossico principalmente sugli occhi, sulle mucose e sui polmoni. In particolare, i suoi effetti riguardano l'alterazione e diminuzione delle funzioni respiratorie (bronchiti, tracheiti, forme di allergia ed irritazione). Studi sperimentali su animali e uomo suggeriscono che gli effetti tossici dovuti all'NO₂ si traducono in termini di specifiche patologie a carico del sistema respiratorio quali bronchiti, allergie, irritazioni ed edemi polmonari e recentemente sono stati evidenziati anche effetti a carico del sistema cardiovascolare come la capacità di indurre scompenso cardiaco ed aritmie (EEA 2013; WHO 2013).

Studi di dosimetria indicano che questo agente inquinante si deposita lungo tutto l'albero respiratorio, ma in particolar modo nella parte distale del polmone. Il principale meccanismo di tossicità dell'NO₂ coinvolge la perossidazione lipidica nelle membrane cellulari e le varie azioni dei radicali liberi sulle molecole strutturali e funzionali.

Il D.Lgs. 155/2010 ha fissato per il biossido di azoto i seguenti valori limite di concentrazione in aria per la protezione della salute umana: valore limite orario di 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte per anno civile, e valore limite per la media annuale di 40 µg/m³ (media sull'anno civile).

I soggetti maggiormente coinvolti sono quelli più sensibili come i bambini e le persone con asma, malattie respiratorie croniche e patologie cardiache. Infine, avendo un ruolo importante anche nella formazione di altre sostanze inquinanti, l'ozono in particolare, gli NO_x si possono ritenere tra gli inquinanti atmosferici più critici.

Il livello naturale in atmosfera di NO₂ oscilla fra 1 e 10 µg/m³ e il valore di concentrazione media annua in ambito urbano si attesta mediamente sui 40 µg/m³. Nelle aree e nei paesi in via di sviluppo si possono rilevare valori più elevati e compresi fra 20 e 90 µg/m³. Queste concentrazioni sono in ogni caso tali da non comportare gli effetti acuti di seguito descritti.

Effetti acuti

La concentrazione al di sopra della quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e, raggiunta la quale, si deve immediatamente intervenire è di 400 µg/m³ (misura su 3 ore consecutive).

Studi su animali hanno suggerito che un'inalazione acuta di NO₂ provoca gravi danni alle membrane cellulari a seguito dell'ossidazione di proteine e lipidi (stress ossidativo) ma anche disfunzione mitocondriale, che si ripercuote nel metabolismo energetico, nella produzione di radicali liberi e nell'apoptosi che si innesca in risposta al danno neuronale.

In ogni caso di studio l'esposizione acuta non rileva effetti significativi al di sotto di 1880 µg/m³.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
50 di 122

In sintesi, gli effetti acuti dell'NO₂ sull'apparato respiratorio comprendono riacutizzazioni di malattie infiammatorie croniche delle vie respiratorie, quali bronchite cronica e asma con riduzione della funzionalità polmonare.

Più di recente sono stati definiti i possibili danni dell'NO₂ sull'apparato cardio-vascolare come capacità di indurre patologie ischemiche del miocardio, scompenso cardiaco e aritmie cardiache.

Effetti a lungo termine

Gli effetti a lungo termine includono alterazioni polmonari a livello cellulare e tessutale, e aumento della suscettibilità alle infezioni polmonari batteriche e virali. Non si hanno invece evidenze di associazione con tumori maligni o danni allo sviluppo fetale (teratogenesi).

Va sottolineato quanto possano essere significative le esposizioni prolungate a basse concentrazioni di ossidi di azoto dovuto ad inquinamento indoor da utilizzo dei fornelli a gas o alle caldaie di riscaldamento acqua e/o ambiente. Si sa che concentrazioni di NO₂ di 1-3 ppm sono percepite all'olfatto per l'odore pungente, mentre concentrazioni di 15 ppm portano ad irritazione degli occhi e del naso.

Gli ossidi di azoto durante la respirazione giungono facilmente agli alveoli polmonari dove originano acido nitroso e nitrico. Lunghe esposizioni anche a basse concentrazioni diminuiscono drasticamente le difese polmonari con conseguente aumento del rischio di affezioni alle vie respiratorie.

L'esposizione cronica ad alte concentrazioni può inoltre causare un incremento dell'incidenza di fibrosi polmonare idiopatica.

Tuttavia, gli studi disponibili non hanno chiarito gli effetti dell'esposizione al biossido di azoto sull'uomo a dosi basse e moderate, prossime a quelle dell'ambiente esterno.

L'evidenza tossicologica suggerisce l'aumento della suscettibilità alle infezioni, un deficit della funzionalità polmonare e un deterioramento dello stato di salute delle persone con condizioni respiratorie croniche.

Vengono di seguito dettagliati i principali studi sugli effetti cronici del biossido di azoto:

- Aumento del 20% di incidenza dei sintomi delle alte vie respiratorie ad ogni aumento di 20 µg/m³ (al di sotto dei 51 µg/m³) e aumento della durata dei sintomi respiratori (Braun-Fahrlander, 1992);
- Aumento del 18% nell'incidenza di sintomi respiratori o malattie respiratorie per un aumento di lungo periodo dell'esposizione a NO₂ a pari a 30 µg/m³ (Hasselblad, 1992);
- Manifestazione di un lieve enfisema in tessuti polmonari e ispessimento dell'epitelio bronchiale e bronchiolare in scimmie scoiattolo esposte continuamente a 1 ppm di biossido di azoto per 493 giorni (Fenters *et al.*, 2013);
- Aumento dell'incidenza di fibrosi polmonare idiopatica ad elevate concentrazioni prolungate (10 µg/m³) e un eventuale aumento tra il 4,25% e l'8,41% se i livelli di biossido di azoto superano i 40 µg/m³ (Harari *et al.*, 2016);
- Aumento significativo del rischio di insorgenza di asma in adolescenti sottoposti a concentrazioni di 72-115 µg/m³ (Greenberg *et al.*, 2017);

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
51 di 122

- Alterazione della funzione del cortisolo in 140 adolescenti che può influenzare funzione respiratoria e asma (Wing *et al.*, 2018).

Come anticipato gli studi epidemiologici sugli effetti di esposizione sono, in ogni caso, limitati dal fatto che non è possibile separare gli effetti dovuti al biossido di azoto da quelli derivanti da altri inquinanti atmosferici (es. particolato fine).

Riassumendo quanto sopra esposto:

- In termini di effetti acuti, dai dati disponibili, l'esposizione a NO₂ produce effetti solo a concentrazioni superiori a 1800 µg/m³ nelle cavie animali. Sulle persone affette da malattie polmonari croniche o asmatiche, che rappresentano i gruppi maggiormente a rischio, si evidenziano effetti solo a concentrazione al di sopra dei 500 µg/m³.
- In termini di effetti a lungo termine non esistono dati sufficienti per individuare delle dosi specifiche, come riportato alcuni studi epidemiologici, comunque ristretti a specifiche categorie di esposti, rilevano degli effetti ad esposizioni prolungate (annuali) di 75 µg/m³.
- In termini di standard di qualità dell'aria il limite proposto per l'NO₂ dalle linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) è di 40 µg/m³ per quanto riguarda la media annuale e 200 µg/m³ riferito alla media oraria giornaliera (WHO 2006). Valori di riferimento considerati validi anche dalla normativa italiana in materia (D.Lgs. 155/10).

I risultati degli studi epidemiologici disponibili mostrano quindi come i limiti normativi definiti siano stati taranti su basi scientifiche molto prudenziali.

In particolare, quindi, il rispetto degli standard di qualità dell'aria comporta un elevato livello di protezione della popolazione rispetto agli effetti a lungo termine del biossido di azoto. Risultano ancor meno probabili problematiche correlabili all'esposizione acuta.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
52 di 122

Monossido di Carbonio

L'ossido di carbonio (CO) o monossido di carbonio è un gas incolore, inodore, infiammabile, e molto tossico. Si forma durante le combustioni delle sostanze organiche, quando sono incomplete per difetto di aria (cioè per mancanza di ossigeno). Le principali emissioni naturali sono dovute agli incendi boschivi, alle eruzioni dei vulcani, alle attività microbiche, alle emissioni da oceani e paludi e all'ossidazione del metano e degli idrocarburi in genere emessi naturalmente in atmosfera.

Le concentrazioni di monossido di carbonio è direttamente correlabile ai volumi di traffico, infatti circa il 90% di CO immesso in atmosfera è dovuto ad attività umana e deriva dal settore dei trasporti. Vi sono comunque anche altre fonti che contribuiscono alla sua produzione: processi di incenerimento di rifiuti, combustioni agricole, attività industriali specifiche e combustione in centrali per la produzione di energia.

Gli effetti sull'ambiente sono da considerarsi trascurabili, mentre gli effetti sull'uomo presentano un rischio non trascurabile.

Si tratta di effetti a breve termine sia per il comportamento in aria di questo gas (non si accumula in atmosfera poiché per ossidazione si trasforma in CO₂) sia per la sua elevata tossicità.

Il monossido di carbonio è infatti assorbito a livello polmonare. La sua pericolosità è dovuta alla capacità di legarsi in modo irreversibile con l'emoglobina del sangue in concorrenza con l'ossigeno. Si forma così un composto fisiologicamente inattivo, la carbossiemoglobina (COHb), che interferisce sul trasporto di ossigeno ai tessuti con conseguente danneggiamento degli stessi (Hlastala *et al.*, 1976).

Il CO ha infatti un'affinità per l'emoglobina 240 volte superiore a quella dell'ossigeno. A basse concentrazioni provoca emicranie, debolezza diffusa, giramenti di testa, cefalea e vertigini ed a seguire problemi al sistema respiratorio; a concentrazioni maggiori può provocare esiti letali come la morte per asfissia.

Il monossido di carbonio si può legare anche ad altre proteine contenenti ferro quali mioglobina, citocromo e neuro globina. L'assorbimento da parte della mioglobina riduce la disponibilità di ossigeno per il cuore.

La letteratura sulla tossicologia del monossido di carbonio è molto ampia (Wilbur, 2012).

Studi clinici forniscono prove per una progressione di alcuni degli effetti negativi sulla salute del monossido di carbonio nell'uomo con l'aumento dei livelli ematici di COHb.

La relazione illustrata in figura seguente non significa necessariamente che questi effetti derivano direttamente dalla formazione di COHb a scapito della diminuzione dei livelli di O₂Hb nel sangue (cioè meccanismi ipossici). Altri meccanismi secondari di tossicità, possono anche contribuire a questi effetti. COHb può fungere da biomarcatore per il carico corporeo del monossido di carbonio.

Una presentazione alternativa della relazione tra i livelli di COHb nel sangue e gli effetti negativi sulla salute è fornita nella tabella a seguire. Questa tabella mostra la relazione prevista tra i livelli di COHb del sangue che corrispondono approssimativamente agli effetti negativi sulla salute e alle corrispondenti concentrazioni equivalenti di esposizione umana che porterebbero allo stesso livello di COHb del sangue allo stato costante.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

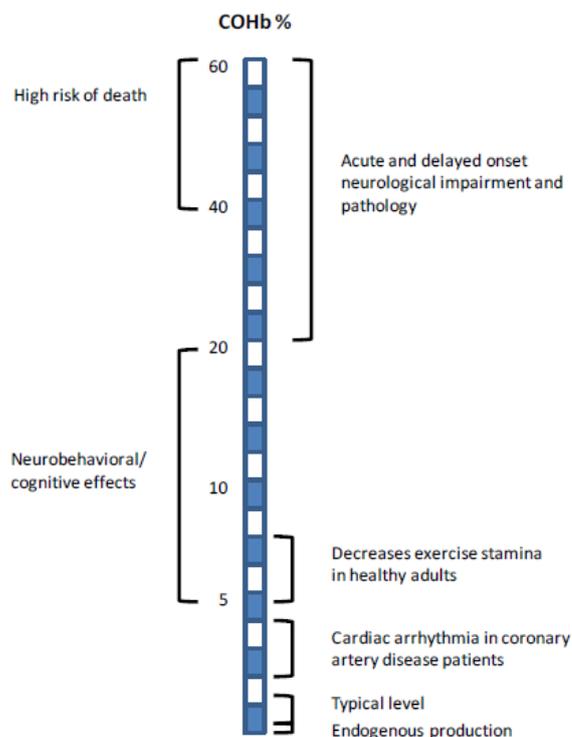
Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
53 di 122

L'esposizione a livelli più bassi di monossido di carbonio per durate più lunghe e l'esposizione a livelli più elevati per durate più brevi che raggiungono livelli di COHb nel sangue simili potrebbero non produrre risposte equivalenti.


Figura 12: Correlazione fra livelli di carbossiemoglobina nel sangue e relativi effetti patologici nell'uomo (ASTDR, 2012)

Effect	COHb ^a (percent)	Exposure (ppm)
Endogenous production	<0.5	0
Typical level in nonsmoker	0.5–1.5	1–8
Increased risk of arrhythmias in coronary artery disease patients and exacerbation of asthma (epidemiological studies)	0.3–2 ^b	0.5–10 ^b
Neurodevelopmental effects on the auditory system in rats	2–4 ^b	12–25 ^b
Enhanced myocardial ischemia and increased cardiac arrhythmias in coronary artery disease patients	2.4–6	14–40
Decreased exercise stamina in healthy adults	5–8	30–50
Neurobehavioral/cognitive changes, including visual and auditory sensory effects (decreased visual tracking, visual and auditory vigilance, visual perception), fine and sensorimotor performance, cognitive effects (altered time discrimination, learning, attention level, driving performance), and brain electrical activity	5–20	30–160
Acute and delayed onset of neurological impairment (headache, dizziness, drowsiness, weakness, nausea, vomiting, confusion, disorientation, irritability, visual disturbances, convulsions, and coma) and pathology (basal ganglia lesions)	20–60	160–1,000
High risk of death	>50	>600

^aReported value, unless otherwise denoted as predicted.

Tabella 13: Correlazione fra la dose di carbossiemoglobina (COHb) nel sangue e relativi effetti patologici (ASTDR, 2012)

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
54 di 122

Il D.Lgs. 155/2010 ha fissato per il monossido di carbonio il valore limite di concentrazione in aria per la protezione della salute umana pari a 10 mg/m³ (media giornaliera su 8 ore).

Ammoniaca (NH₃)

A temperatura ambiente l'ammoniaca pura si presenta come un gas incolore dal caratteristico odore estremamente pungente e che alla pressione ambiente liquefa alla temperatura di - 77,7 °C e bolle alla temperatura di - 33,4 °C, trasformandosi in un liquido mobile e anch'esso incolore. È più leggera dell'aria, con una densità di 0,597 volte quella dell'aria stessa. È presente in piccole quantità nell'atmosfera terrestre come prodotto di attività biologiche varie (fermentazioni, denitrificazione, etc.) e della pirolisi dei combustibili fossili.

È estremamente solubile in acqua, oltre che in molti altri solventi, e per questo si dissolve nella mucosa del tratto respiratorio superiore, causando infiammazione di occhi, naso, gola e potendo causare reazioni disfunzionali come il broncospasmo (Borlè *et al.*, 2017) e (Loftus *et al.*, 2015).

Nonostante ad oggi gli studi sulle emissioni di NH₃ dal settore di produzione dell'energia, processi industriali e settore dei trasporti siano limitati, in quanto considerati una fonte minore di emissione rispetto all'agricoltura e all'allevamento di bestiame (Behera *et al.*, 2013), le emissioni di NH₃ stanno crescendo in maniera incontrollata a livello mondiale (Stokstad, 2014).

Tuttavia molti degli studi effettuati su questo contaminante non risultano conclusivi nell'individuare misure di associazione con patologie umane.

Studi sugli animali hanno dimostrato che l'ammoniaca può danneggiare le cellule epiteliali del tratto respiratorio e alterare la clearance delle cellule ciliate, aumentando la suscettibilità ad infezioni o all'effetto tossico di altre particelle inalate (Loftus *et al.*, 2015).

Uno studio effettuato su un gruppo di pazienti, esposti ad elevate concentrazioni di ammoniaca per un breve periodo di tempo ha dato evidenza di ostruzione delle vie aeree superiori. Questi pazienti hanno comunque recuperato il proprio stato di salute con nessuna conseguenza polmonare. Un secondo gruppo di pazienti è stato invece esposto a basse concentrazioni per un periodo di tempo prolungato, senza manifestare ostruzione delle vie aeree superiori (Close *et al.*, 1980).

Polveri sottili (PM 2.5 – PM 10)

Il particolato atmosferico è un sistema disperso di particelle solide e liquide di varia natura, origine, forma e dimensioni (usualmente da 0,01 a 50 μm) che si trovano in sospensione in atmosfera (aerosol).

Il D.Lgs. 155/2010 art. 2 c. definisce poi il PM10 e PM2.5 come segue:

"ii) PM10: *il materiale particolato che penetra attraverso un ingresso dimensionale selettivo conforme al metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM10 (norma UNI EN 12341), con un'efficienza di penetrazione del 50 per cento per materiale particolato di un diametro aerodinamico di 10 μm;*

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
55 di 122

II) PM_{2,5}: *il materiale particolato che penetra attraverso un ingresso dimensionale selettivo conforme al metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM_{2,5} (norma UNI EN 14907), con un'efficienza di penetrazione del 50 per cento per materiale particolato di un diametro aerodinamico di 2,5 µm*

A seguire alcune fonti ufficiali che mostrano in maniera praticamente omogenea la considerazione che il particolato è costituito essenzialmente una **matrice multicomponente associabile ad una miscela** di natura complessa e variabile in termini spaziali e temporali.

*“Particulate matter, also known as particle pollution or PM, is a complex **mixture** of extremely small particles and liquid droplets. Particle pollution is made up of a number of components, including acids (such as nitrates and sulfates), organic chemicals, metals, and soil or dust particles” (US-EPA)*

Il particolato, noto anche come inquinamento da particelle o PM, è una **complessa miscela** di particelle estremamente piccole e goccioline liquide. L'inquinamento da particolato è costituito da una serie di componenti, tra cui acidi (come nifiti e solfati), sostanze chimiche organiche, metalli e particelle di suolo o polvere.

<https://www3.epa.gov/region1/eco/uep/particulatematter.html>

*“PM is a widespread air pollutant, consisting of a **mixture** of solid and liquid particles suspended in the air.” (WHO- Europe)*

PM è un inquinante atmosferico diffuso, costituito da una miscela di particelle solide e liquide sospese nell'aria.

*“Per materiale particolato aerodisperso si intende l'insieme delle particelle atmosferiche solide e liquide sospese in aria ambiente. (...) hanno una **natura chimica particolarmente complessa e variabile**, sono in grado di penetrare nell'albero respiratorio umano e quindi avere effetti negativi sulla salute.”*

(Ministero della Salute)

http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_paginaRelazione_1438_listaFile_itemName_1_file.pdf

*“Con i termini particolato atmosferico o materiale particellare ci si riferisce a quelle particelle sospese e presenti nell'aria che ogni giorno respiriamo e che di solito sono chiamate polveri sottili o pulviscolo. Il PM₁₀, considerato un buon indicatore della qualità dell'aria, è formato da un **insieme di particelle solide di diversa natura, composizione chimica e dimensione (tra 10 e 2,5 micron)** (...)”*

(Istituto Superiore di Sanità)

www.issalute.it/index.php/saluteaz-saz/p/676-pm10-particolato-atmosferico-o-polveri-sottili#bibliografia

*Il materiale particolato presente nell'aria è costituito da una **miscela di particelle solide e liquide**, che possono rimanere sospese anche per lunghi periodi.*

(Progetto EPIAIR2)

*Gli inquinanti particolati presenti in atmosfera sono composti da una **miscela di particelle solide e liquide** con dimensioni comprese fra 0,005 µm e 50-150 µm.*

(Progetto VIAS)

Le particelle possono essere prodotte ed immesse in atmosfera attraverso fenomeni naturali (*soil dust*, spray marino, aerosol biogenico, etc.) o antropogenici (emissioni da traffico, da impianti per la produzione di energia, da impianti di riscaldamento ed industriali di vario genere).

Altro materiale particellare si può formare in atmosfera come risultato di processi fisico-chimici fra gas, oppure tra gas e particelle.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
56 di 122

La classificazione del particolato viene effettuata come noto mediante il diametro medio delle particelle. In particolare, nell'ambito del monitoraggio dell'aria ambiente, si distinguono in genere il PM10 e il PM 2.5.

La proporzione del materiale particellare totale, che viene inalata nel corpo umano dipende dalle proprietà delle particelle, dalla velocità e direzione di spostamento dell'aria vicino all'individuo (l'aumento della velocità del vento determina un aumento delle concentrazioni del PM10, mentre gli eventi piovosi causano una diminuzione del contenuto del PM10 in aria), dalla sua frequenza respiratoria e dal tipo di respirazione, nasale od orale. Le particelle inalate si possono poi depositare in qualche punto del tratto respiratorio, oppure possono essere esalate. Il punto della deposizione o la probabilità di esalazione dipendono dalle proprietà delle particelle, del tratto respiratorio, dal tipo di respirazione e da altri fattori.

Per quanto riguarda la probabilità di inalazione, deposizione, reazione alla deposizione ed espulsione delle particelle c'è ampia varietà da individuo a individuo. Tuttavia, è possibile definire delle convenzioni per il campionamento con separazione dimensionale di particelle aerodisperse quando lo scopo del campionamento è a fini sanitari.

Queste convenzioni sono relazioni tra il diametro aerodinamico e le frazioni che devono essere raccolte o misurate, le quali approssimano le frazioni che penetrano nelle varie regioni del tratto respiratorio in condizioni medie. La norma EN 481 definisce le convenzioni di campionamento per le frazioni granulometriche delle particelle che devono essere utilizzate per valutare i possibili effetti sanitari derivanti dall'inalazione di particelle aerodisperse nell'ambiente di lavoro. Il frazionamento è attualmente raggruppato in tre gruppi, che rappresentano il rapporto tra le particelle che raggiungono le diverse parti del tratto respiratorio:

Frazione inalabile

- Questa è la frazione delle particelle che entra nel corpo attraverso il naso e la bocca durante la respirazione. Queste particelle si fermano nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (cavità nasali, faringe e laringe).

Questa frazione è considerata importante per gli effetti sulla salute, perché le particelle si depositano ovunque nel tratto respiratorio. Alcune particelle sopra i 20 µm possono essere inalate, ma rimangono sopra la laringe e sono, perciò extratoraciche. Non si prende, perciò, in considerazione le particelle sopra i 20 µm come parte inalabile.

Frazione toracica

- Questa è la frazione delle particelle che può penetrare nei polmoni sotto la laringe. Questa frazione può essere messa in relazione con effetti sulla salute che nascono dal deposito di particolato nei condotti d'aria dei polmoni.

Frazione respirabile

- È la frazione delle particelle inalabile che può penetrare in profondità negli alveoli polmonari. Questa frazione può portare ad effetti sulla salute dovuti al deposito di particelle nella regione alveolare dei polmoni e può raggiungere le zone più profonde dell'apparato respiratorio (trachea, bronchi e bronchioli).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

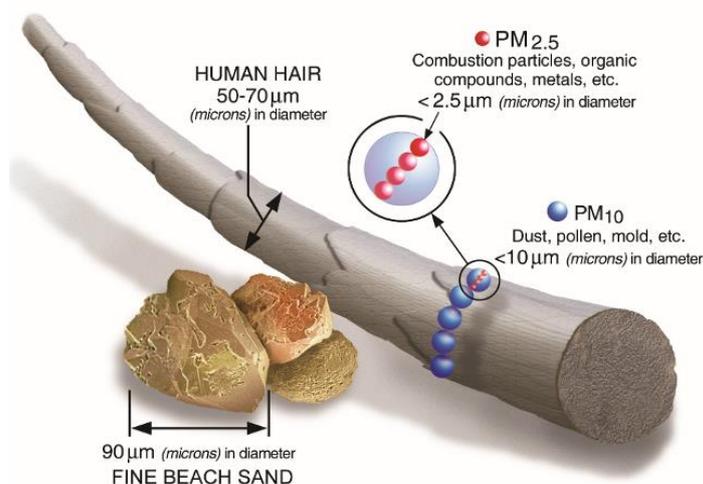
 PAGINA
57 di 122


Figura 13: Dimensioni relative del particolato atmosferico (US EPA)

Ai fini pratici è possibile considerare il PM10 quale frazione toracica del particolato atmosferico, mentre in genere la frazione PM 2.5 individua la frazione interamente respirabile del particolato. Le particelle aerodisperse con dimensioni comprese tra 10 e 2,5 μm , sono costituite prevalentemente da frammenti derivanti da rocce e suoli (*soil dust*), da frammenti vegetali e pollini (aerosol biogenico) ed altri costituenti di origine naturale (per es., spray salino). Nella frazione inferiore a 2,5 μm (PM 2.5) sono prevalenti le particelle di origine antropica.

In termini di effetti sulla salute, numerosi studi hanno dimostrato che l'esposizione a lungo termine alle polveri sottili rappresenta un fattore di rischio per l'insorgenza di patologie respiratorie, cardiovascolari e per lo sviluppo del tumore al polmone.

Allo stato attuale delle conoscenze, secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità, non è possibile fissare una soglia di esposizione al di sotto della quale certamente non si verificano nella popolazione degli effetti avversi sulla salute (WHO, 2005).

Recenti studi indicano inoltre che l'esposizione acuta a particelle in sospensione contenenti metalli (ad es. le particelle derivanti dai combustibili fossili usati come carburanti) possono causare un vasto spettro di risposte infiammatorie nelle vie respiratorie e nel sistema cardiovascolare (danneggiamento cellulare e aumento della permeabilità cellulare), verosimilmente in relazione alle loro componenti metalliche. Nei soggetti più sensibili (come gli asmatici e le persone con malattie polmonari e cardiache preesistenti), ci può essere un peggioramento della dinamica respiratoria (diminuzione della funzione polmonare) ed uno scatenamento di alcuni sintomi (es. tosse o un attacco di asma), nonché un'alterazione dei meccanismi di regolazione del cuore e della coagulazione del sangue.

Le correlazioni individuate sono legate al fatto che in generale il particolato fine può assorbire sulla sua superficie composti organici tra cui alcuni noti agenti cancerogeni (IPA tra cui il benzo(a)pirene è considerato il più pericoloso per la salute umana, nitropireni etc.). La presenza di composti inorganici sulla sua superficie, come i metalli di transizione (Fe, Cu, Zn etc.), può inoltre contribuire alla formazione di danni

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
 Settembre 2019

 PROGETTO
 195481

 PAGINA
 58 di 122

ossidativi a livello delle vie respiratorie. Recentemente alcuni studi hanno stabilito una connessione fra la presenza di queste sostanze nel particolato e le allergie (Baldacci *et al.*, 2015).

Il citato effetto di assorbimento e trasporto di altre sostanze al particolato può essere associato ad effetti sulla salute sia acuti che cronici.

In particolare, gli effetti a breve termine (acuti) associabili all'esposizione ad un aumento di concentrazione di PM10 pari a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sono legati all'irritazioni dell'apparato respiratorio e delle mucose, all'asma, all'aumento dei ricoveri ospedalieri e dei decessi sia per cause cardiovascolari che respiratorie (Anderson, 2004 e Biggeri (MISA-2), 2004). Un aumento equivalente dell'esposizione a PM2.5 ha causato inoltre un aumento della mortalità respiratoria (Achilleos *et al.*, 2017).

In termini di effetti a lungo termine (cronici) un aumento di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in concentrazione di PM2.5 è stato correlato ad un aumento della mortalità generale per cause naturali, per cancro al polmone e per infarto (Pope *et al.* 2002 e 2004). L'inalazione prolungata può inoltre provocare reazioni fibrose croniche e necrosi dei tessuti che comportano broncopolmonite accompagnata spesso da enfisema polmonare.

A fronte di tali correlazioni, non sono ad oggi disponibili delle relazioni dose – effetto associabili al particolato. Non sono state quindi individuate delle concentrazioni critiche di particolato atmosferico direttamente correlabili ad effetti specifici sulla salute umana.

In particolare, la stessa World Health Organization, ha individuato infatti degli effetti significativi sulla salute anche a concentrazioni molto basse e di poco superiori alla concentrazione naturale atmosferica di PM 2.5.

Il D.Lgs. 155/2010 ha fissato per il PM10 e il PM 2.5 i seguenti valori limite di concentrazione in aria per la protezione della salute umana.

PM10

- Valore limite di 24 ore $50 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile
- Valore limite come media annuale $40 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$

PM2.5

- Valore limite come media annuale $25 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$

Si riportano infine a seguire le conclusioni della monografia IARC di valutazione del rischio cancerogeno per l'uomo n.109 del 2016 “*Outdoor air pollution*”.

“L'inquinamento atmosferico è cancerogeno per l'uomo (Gruppo 1). Il particolato nell'inquinamento atmosferico è cancerogeno per l'uomo (Gruppo 1). Le evidenze nell'uomo e negli animali sperimentali sono state fortemente supportate anche dalla molteplicità di effetti genetici e correlati documentati nell'uomo e nei sistemi sperimentali. Questa forte evidenza meccanicistica ha indicato che l'inquinamento atmosferico in tutto il mondo è mutageno ed è cancerogeno per l'uomo attraverso la genotossicità. Le esposizioni umane all'inquinamento atmosferico esterno o al particolato nell'aria esterna inquinata sono associati ad un aumento

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
59 di 122

dei danni genetici che hanno dimostrato di essere predittivo del cancro negli esseri umani. Inoltre, l'esposizione all'inquinamento atmosferico esterno può promuovere la progressione del cancro attraverso lo stress ossidativo, le risposte allo stress ossidativo e l'infiammazione sostenuta."

È inoltre importante sottolineare che per il caso in esame le polveri sottili generate nell'assetto post operam sono ascrivibili esclusivamente al Particolato Secondario.

In riferimento alle tipologie di inquinanti primari emessi dall'opera nel suo assetto futuro il particolato secondario è potenzialmente dovuto alla formazione in atmosfera di nitrati di ammonio a partire dagli ossidi di azoto.

Approfondimento relativo al particolato secondario

Il particolato secondario è costituito dagli aerosol, contenenti quasi esclusivamente particelle fini, che si generano dalle reazioni di ossido-riduzione degli inquinanti primari e secondari presenti in atmosfera allo stato gassoso (ossidi di azoto, ossidi di zolfo, ammoniaca, etc.) oppure dai processi di condensazione dei prodotti finali di reazioni fotochimiche (ad es. composti organici).

I fenomeni più conosciuti sono:

- *la trasformazione di NO₂ in nitrati NO₃;*
- *la trasformazione di SO₂ in solfati SO₄;*
- *la trasformazione di composti organici in particelle organiche.*

In presenza di ammoniaca, gli aerosol secondari spesso assumono la forma di sali di ammonio; cioè solfato di ammonio e nitrato di ammonio (entrambi possono essere secchi o in soluzione acquosa); in assenza di ammoniaca, i composti secondari assumono una forma acida come acido solforico (goccioline di aerosol liquido) e acido nitrico (gas atmosferico), che possono contribuire agli effetti sulla salute del particolato.

Il Particolato Secondario si forma attraverso processi di condensazione di sostanze a bassa tensione di vapore, precedentemente formatesi attraverso evaporazione ad alte temperature, o attraverso reazioni chimiche dei gas presenti in atmosfera che generano, a loro volta, particelle solide o aerosol attraverso processi di condensazione.

Le particelle solide o gli aerosol, dopo che si sono originati, crescono attraverso meccanismi di condensazione o di coagulazione. La condensazione è maggiore in presenza di grandi quantità di superfici di condensazione mentre la coagulazione è maggiore in presenza di un'alta densità di particelle. L'efficienza di tali meccanismi è di conseguenza maggiore al diminuire della dimensione delle particelle.

Ammonio, solfato e nitrato sono i principali costituenti del particolato secondario inorganico, ma vi è anche una componente secondaria originata da composti organici volatili che, a causa di complessi processi chimico fisici, in atmosfera danno origine a particolato.

Occorre infine sottolineare che nel caso in esame l'eventuale presenza di componenti nel particolato secondario originati da composti organici volatili non deriva dagli impatti del progetto, ma esclusivamente da altre sorgenti emissive presenti nell'area in esame (traffico, altre sorgenti industriali, etc.).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

DATA	PROGETTO	PAGINA
Settembre 2019	195481	60 di 122

1.4.2 Indicatori di salute individuati

Le principali tipologie di indicatori sanitari che le Linee Guida VIS individuano come quelli da considerare per le valutazioni sono le seguenti:

- a) Mortalità generale e per specifica causa,
- b) Ospedalizzazioni generali e per specifiche patologie,
- c) Incidenza tumorale,
- d) Malformazioni congenite (prevalenza alla nascita e all'interruzione di gravidanza),
- e) *Outcome* della gravidanza,
- f) Consumo farmaceutico per il trattamento delle patologie di interesse,
- g) Prestazioni in ambulatorio e pronto soccorso,
- h) Visite presso il medico di medicina generale,
- i) Presenza di sintomi autoriferiti.

Viste le caratteristiche tossicologiche e i possibili impatti sulla popolazione dei contaminanti associati alle attività previste dal progetto, anche in relazione ai dati disponibili, gli **indicatori sanitari** analizzati nel presente documento sono i seguenti:

- Mortalità,
- Ospedalizzazioni,
- Incidenza tumorale.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
61 di 122

1.5 Caratterizzazione dello stato di salute nell'assetto ante-operam

1.5.1 Mortalità ed ospedalizzazioni

La caratterizzazione dello stato di salute nell'assetto ante-operam per il progetto in esame è stata sviluppata a cura del Dipartimento di Biomedicina e Prevenzione dell'Università Tor Vergata di Roma (Proff A. Duggento, F. Lucaroni e L. Palombi, Ottobre 2018).

Tale documento è riportato in **Allegato 2** al quale si rimanda per i dettagli metodologici e sui risultati.

Nell' studio, dopo un'adeguata definizione del contesto di riferimento in termini demografici, sono stati analizzati:

- **Mortalità per tutte le cause e per grandi gruppi di patologie (cardiovascolari, respiratorie, tumori)**

I dati di mortalità per cause, relativi alla popolazione italiana, sono stati forniti dall'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT).

Per la stima del tasso di mortalità è stato utilizzato un procedimento analogo a quello impiegato per la morbosità (ospedalizzazioni), senza distinzione per genere. In questo caso, però, sono stati analizzati i dati estratti dalle schede di morte per il periodo 2011-2014, forniti dall'ISTAT. Le diagnosi principali della mortalità sono state aggregate sulla base della "*European shortlist of causes of death*". In aggiunta, è stata stimata la mortalità per tutte le cause.

- **Ospedalizzazioni per grandi gruppi di patologie (cardiovascolari, respiratorie, tumori)**

Le schede di dimissione ospedaliera (SDO) per cause, relative alla popolazione nazionale, sono state fornite dal Ministero della Salute.

Per la stima del tasso di ospedalizzazione sono stati analizzati i dati estratti dalle Schede di Dimissione Ospedaliera (SDO) del periodo 2007-2015 su base nazionale con diagnosi principale riferita ai ICD9 (International Classification of Diseases) relativi alle ospedalizzazioni per grandi gruppi di cause (cardiovascolari, respiratorie, tumorali) e per genere. Le diagnosi principali della dimissione ospedaliera sono state aggregate sulla base della "*European shortlist of causes of death*". In aggiunta, è stata stimata l'ospedalizzazione per tutte le cause.

Nello studio in oggetto, al fine di standardizzare il numero di ricoveri o decessi in base alla distribuzione di età e sesso in ciascuna entità geografica, sono stati analizzati i dati ISTAT relativi alla struttura della popolazione ricostruita per tutti gli altri anni studiati, per poi determinare il relativo Rapporto Standardizzato di Mortalità e di ospedalizzazione (SMR e SHR). Per maggiori dettagli sulla procedura di standardizzazione si rimanda al citato **Allegato 2**.

Nelle figure seguenti si riportano i risultati di tale standardizzazione per mortalità ed ospedalizzazione per tutte le cause. Per le analisi dei dati standardizzati di mortalità e di ospedalizzazione per singola causa si rimanda all'allegato di cui sopra. Per ogni comune il rapporto tra SMR o SHR del comune e quello della

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
62 di 122

popolazione di riferimento è evidenziato in colore verde se statisticamente significativo e minore di 1, ed in rosso se statisticamente significativo e maggiore di 1.



Figura 14: SMRs per tutte le cause (periodo 2011-2014), confronto con l'Italia (estratto da Allegato 2- figura 16)



Figura 15: Ospedalizzazioni per tutte le cause (periodo 2007-2015), confronto con l'Italia (estratto da Allegato 2- figura 20)

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
63 di 122

A seguire si riportano le principali conclusioni dello studio in esame:

“Lo stato di salute della popolazione residente nella Regione Liguria appare complessivamente confortante rispetto al dato nazionale.

Per ciò che concerne i tassi di mortalità (generalì e per grandi gruppi di cause) si registra una sostanziale sovrapposibilità al dato italiano.

Il comune di La Spezia, nello specifico, non presenta significative discrepanze rispetto all'Italia per la mortalità per tutte le cause e per la mortalità da tumori maligni.

Presenta, invece, significativi -seppur lievi- differenze rispetto al dato nazionale, sia per eccesso (disturbi respiratori) che per difetto (patologie cardiovascolari).

Va precisato che tali scostamenti risultano essere, per quanto precedentemente esposto, talmente lievi da poter essere attribuiti non a vere differenze statisticamente significative quanto, piuttosto, a mero rumore di fondo.

Il lieve incremento di mortalità per patologie respiratorie risulta, inoltre, difficilmente attribuibile in maniera univoca alla Centrale termoelettrica Eugenio Montale di La Spezia.

Se tale dato fosse, infatti, univocamente attribuibile all'intensa attività antropica dell'area spezzina, ci si dovrebbe aspettare un incremento analogo della mortalità per patologie respiratorie anche in aree della Regione Liguria con attività antropica sovrapposibile, come da biomonitoraggio lichenico, quali Genova e Savona.

Questi due comuni non presentano, invece, scostamenti rispetto al dato nazionale (Savona) o presentano perfino decrementi (Genova).

Tale lieve eccesso di rischio per il comune di La Spezia, qualora reale e non dovuto a rumore di fondo, sembrerebbe risentire prioritariamente dell'esposizione a fattori di rischio individuali.

Basti pensare che, per quanto concerne gli stili di vita individuali, la Asl 5 spezzina presenta dati molto negativi, rispetto all'Italia e rispetto alla Regione Liguria, per molti dei principali indicatori: l'area di La Spezia presenta, infatti, una prevalenza di adulti fumatori, di alcolisti e di soggetti con eccesso ponderale (sedentari + obesi) più alte della media regionale e nazionale.

I fumatori tra i residenti risultano essere il 31% dei residenti nell'area, percentuale decisamente superiore al 27% della Regione Liguria e al 28% dell'Italia.

Situazione analoga per il consumo di alcolici: 22% dei residenti nell'area di La Spezia contro un 20% della Regione Liguria e un 17% dell'Italia.

Infine, nella Asl 5 spezzina si registra una percentuale di adulti in eccesso ponderale (sovrappeso + obesi) decisamente superiore al dato regionale (45% vs. 36%) e maggiore del dato nazionale (42%).

Nel periodo 2007-2015 a La Spezia si registra un lieve incremento del tasso di ospedalizzazione per tutte le cause e per i grandi gruppi di cause (tumori maligni, patologie cardiovascolari e disturbi respiratori), sempre e comunque <1.25.

Benché tali incrementi di rischio, seppur lievi, siano statisticamente significativi, devono essere contestualizzati. Il contesto regionale appare, infatti, caratterizzato dagli stessi lievi incrementi di rischio rispetto all'Italia, per ospedalizzazione per tutte le cause, per tumori e per patologie

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

DATA
Settembre 2019PROGETTO
195481PAGINA
64 di 122

respiratorie. Per ciò che concerne le malattie cardiocircolatorie, si registra un lievissimo incremento di rischio di morbosità (1.080, p value 0.000) in un contesto caratterizzato da lievi decrementi di rischio. Tale eccesso di ospedalizzazione non è accompagnato da un eccesso di mortalità, ma piuttosto da un decremento lieve ma significativo.

Questo dato, unito all'esiguità dell'eccesso di rischio, farebbe piuttosto propendere per una variazione non dovuta ad eccessi di rischio reali legati ad esposizioni ambientali.”

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
65 di 122

Principali conclusioni da ulteriori studi disponibili
Comuni in area ligure

Il servizio di sorveglianza epidemiologica della ASL 5 ha prodotto numerosi studi con l'obiettivo di monitorare in maniera continuativa la frequenza di eventi sanitari identificati come significativi per il contesto locale. A seguire si riporta una sintesi dei principali risultati ottenuti per ciascuna tipologia di analisi epidemiologica condotta dall'ASL 5:

 ▪ **Analisi della mortalità oncologica nell'ASL 5 “Spezzino” nel periodo 1988-2006**

“Al primo posto per frequenza percentuale troviamo il tumore del polmone, seguito da quello del colon retto; al terzo posto troviamo fegato e prostata con frequenze quasi identiche, seguiti dal tumore dello stomaco e infine, al sesto posto, troviamo il tumore della vescica. La mortalità per tutti i tumori è in linea sia con la media ligure che con quella nazionale. I decessi a carico di alcune sedi tumorali come stomaco, fegato e della pleura risultano in eccesso rispetto alla media regionale, mentre la mortalità per tumori della prostata, mielomi e linfomi non Hodgkin mostra un profilo favorevole. Alcuni eccessi e difetti registrati rispetto alla media ligure sono emersi anche nel confronto nazionale. E' il caso della situazione particolarmente negativa dei tumori della pleura e quella positiva dei tumori della prostata.

Rispetto agli uomini, l'impatto della mortalità oncologica tra le donne, è sensibilmente inferiore con circa 6400 morti avvenute nel periodo in studio. Il tumore più importante è quello della mammella, seguito in ordine decrescente di frequenza da colon-retto, stomaco, polmone, fegato e pancreas. La mortalità per tutti i tumori mostra un profilo favorevole sia rispetto all'Italia che rispetto alla Liguria (...)

In entrambi i generi si registra una diminuzione significativa nel complesso della mortalità oncologica Ogni anno dal 1988 al 2006 la mortalità oncologica è diminuita di circa un punto percentuale in entrambi i sessi (Uomini -1.2% e Donne -1%). Tra gli uomini risultano in calo significativo alcuni tumori dell'apparato digerente (stomaco e fegato), dell'apparato respiratorio (laringe e polmone) e il tumore della vescica. Viceversa il mesotelioma della pleura e alcuni tumori del sistema emolinfopoietico (mielomi e le leucemie mieloidi) mostrano un incremento. L'aumento significativo della mortalità per tumori di sedi ignote e mal definite sembra riconducibile soprattutto alla fascia degli ultrasettantenni. L'aumento di mortalità per leucemie (ascrivibile soprattutto alla forma mieloide) non si concentra in aree specifiche, ma si distribuisce piuttosto uniformemente tra tutti i comuni dell'ASL.

Nelle donne solo il tumore del pancreas evidenzia un incremento di mortalità distribuito in tutte le classi d'età e a carico soprattutto dei comuni della Riviera e della Val di Magra, mentre diminuzioni significative si sono registrate per stomaco, colon-retto, mammella, utero e ovaio, distribuite uniformemente in tutti i comuni della Asl. Il decremento della mortalità per i tumori femminili riguarda un po' tutte le classi d'età, ma è più rilevante tra le donne con meno di 69 anni.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
66 di 122

L'analisi spaziale per quelle cause tumorali per le quali si sono registrati eccessi significativi rispetto alla media della Liguria non sembra evidenziare aree a particolare rischio, ad eccezione della mortalità per tumore dello stomaco tra le donne che, pur essendo in calo significativo (diminuisce di circa 4 punti percentuali ogni anno), sembra concentrarsi maggiormente in alcuni comuni della Val di Vara."

▪ **Analisi della mortalità non oncologica nell'ASL 5 "Spezzino" nel periodo 1988-2006**

"La mortalità generale (tutte le cause) nel periodo 1988-2006 mostra un profilo favorevole per la nostra ASL in entrambi i sessi. Il vantaggio è particolarmente rilevante rispetto all'Italia (15% in meno in entrambi i sessi), ma è apprezzabile anche rispetto alla Liguria (in media 8% in meno).

Si evidenziano eccessi di mortalità per malattie ischemiche del cuore, particolarmente marcati tra le donne per le quali si è registrato un livello di mortalità superiore del 40% rispetto alla Liguria e del 13% rispetto all'Italia. Scendendo di livello territoriale, l'analisi ha evidenziato che l'eccesso di mortalità a carico delle donne risulta uniformemente distribuito nei tre distretti sociosanitari. A livello comunale, Beverino Levanto e Lerici sono stati i comuni con i livelli più elevati di mortalità.

Il dettaglio degli eventi coronarici acuti (infarti) mostra livelli di mortalità inferiori sia alla media ligure che a quella nazionale in entrambi i sessi, più rilevante per gli uomini. L'analisi geografica più dettagliata ha mostrato che il Distretto 17 Val di Vara e Riviera risulta quello più protetto, con punte di vantaggio nei comuni di Monterosso, Riomaggiore, Rocchetta V. e Vernazza.

Solo per gli uomini è emersa una posizione di svantaggio per le malattie dell'apparato respiratorio sia rispetto alla Liguria (25% in più di mortalità) che all'Italia (10% in eccesso). Le donne risultano invece in difetto rispettivamente del 9% - 30% se confrontate con Liguria e Italia. L'eccesso di mortalità per queste cause è piuttosto marcato nel Distretto 19 Val di Magra (40% in più rispetto alla media ligure) con i primati negativi a carico di Santo Stefano M., Vezzano L. e Castelnuovo M.

Di lievissima entità l'eccesso registrato in entrambi i sessi nella mortalità per malattie cerebrovascolari nel confronto regionale (4% per gli uomini e 8% per le donne). L'eccesso è di poco più elevato nel distretto 18 La Spezia e Golfo. Nel confronto nazionale invece la mortalità per queste causa mostra un cospicuo vantaggio (25% di mortalità in meno in entrambi i sessi).

L'ASL 5, nel confronto con la Liguria, mostra un profilo favorevole nella mortalità per malattie neurologiche (40% di mortalità in meno in entrambi i sessi), omogeneamente distribuito nel territorio, e in quella per malattie renali (30% per gli uomini e 20% per le donne), con un vantaggio relativamente superiore nel Distretto 19 Val di Magra.

L'analisi dell'andamento temporale ha documentato, in entrambi i sessi, cali significativi nella mortalità generale, in quella per tutte le cause naturali e per: Malattie cardiovascolari, cardiache, ischemiche del cuore, cerebrovascolari, apparato respiratorio, apparato digerente ed Eventi coronarici acuti. Le diminuzioni più vistose riguardano le malattie cerebrovascolari e gli eventi coronarici acuti. La mortalità per malattie mal definite è in marcata diminuzione a partire dal 1996 (mediamente -5% per anno in entrambi i sessi).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
67 di 122

L'unico aumento registrato nel periodo 1996-2006 riguarda la mortalità per Infezioni delle vie respiratorie.”

▪ **Analisi dei ricoveri ospedalieri nell'ASL 5 “Spezzino” nel periodo 2000-2013**

“L'ospedalizzazione per tutti i tumori e per le principali sedi neoplastiche mostra un profilo piuttosto favorevole per la nostra ASL rispetto ai livelli liguri, con l'unica eccezione dei tumori della pleura, per i quali i tassi di ospedalizzazione sono sensibilmente più elevati tra gli uomini dell'ASL 5 rispetto a quelli del resto della Liguria.

Per quanto riguarda le Malattie cardiovascolari, nonostante la nostra ASL 5 non si discosti dai livelli liguri rispetto ai quali è in modesto difetto, si segnalano eccessi di ospedalizzazione nel sottogruppo degli Eventi coronarici acuti (ad es. infarti) superiori al 15% rispetto alla media di ASL a carico della 5^ circoscrizione in entrambi i sessi e del comune di Lerici limitatamente agli uomini.

Per quanto riguarda invece il sottogruppo dello Scompensato cardiaco, l'eccesso registrato a livello di ASL rispetto al livello regionale sembra concentrarsi unicamente nel comune di Levanto in entrambi i sessi. Si ribadisce la peculiarità dell'accesso all'ospedale per questa malattia, legato a più fattori come la presenza di altre patologie croniche concomitanti, la propensione al ricovero da parte di medico e paziente, ecc.

Il lieve eccesso (3%) rilevato negli uomini dell'ASL 5 rispetto ai livelli regionali per le malattie dell'apparato respiratorio, si riscontra nei comuni di Arcola, Sarzana e nella 5^ circoscrizione. Una maggiore ospedalizzazione interessa anche le donne di Castelnuovo, Levanto e Sarzana. Considerando i diversi sottogruppi delle malattie respiratorie si evidenzia che la nostra ASL presenta un profilo complessivamente favorevole rispetto alla Liguria sia per le Infezioni acute dell'apparato respiratorio che, soprattutto, per l'Asma. Il vantaggio è particolarmente rilevante nelle fasce d'età più giovani. Nonostante il dato generale positivo, si segnalano eccessi di ospedalizzazione per tali patologie in alcune aree della Val di Magra e nel comune di Levanto. Discorso a parte merita l'ospedalizzazione per broncopneumopatia cronica ostruttiva per la quale lo svantaggio nei confronti della regione di circa 20% in entrambi i sessi, sembra concentrarsi in modo vistoso in alcuni comuni della Val di Vara. Le considerazioni fatte per lo scompensato cardiaco, riguardano anche l'accesso all'ospedale per questa malattia respiratoria cronica”

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
68 di 122

Comuni in area toscana

A seguire si riporta una sintesi delle principali conclusioni prodotte dalla "Relazione sanitaria 2018" dell'Azienda USL Toscana Nord Ovest in riferimento agli indicatori sanitari di interesse.

I distretti di riferimento per i Comuni dell'area di interesse che ricadono in territorio toscano sono, come già ricordato al paragrafo 1.2.2, Lunigiana e Apuane (entrambi compresi in ex ASL 1 Massa e Carrara). I tassi sono rapportati a quello regionale, analizzando i trend nel periodo 2009-2018.

Mortalità

In tutta l'area dell'Azienda USL Toscana Nord Ovest si osserva una generale diminuzione del tasso di mortalità totale (maschi, femmine), in conformità con la tendenza a livello regionale, come evidente dai grafici seguenti.

Il valore per i distretti di Lunigiana e Apuane è anch'esso in netto decremento, con valori ancora superiori alla media regionale.

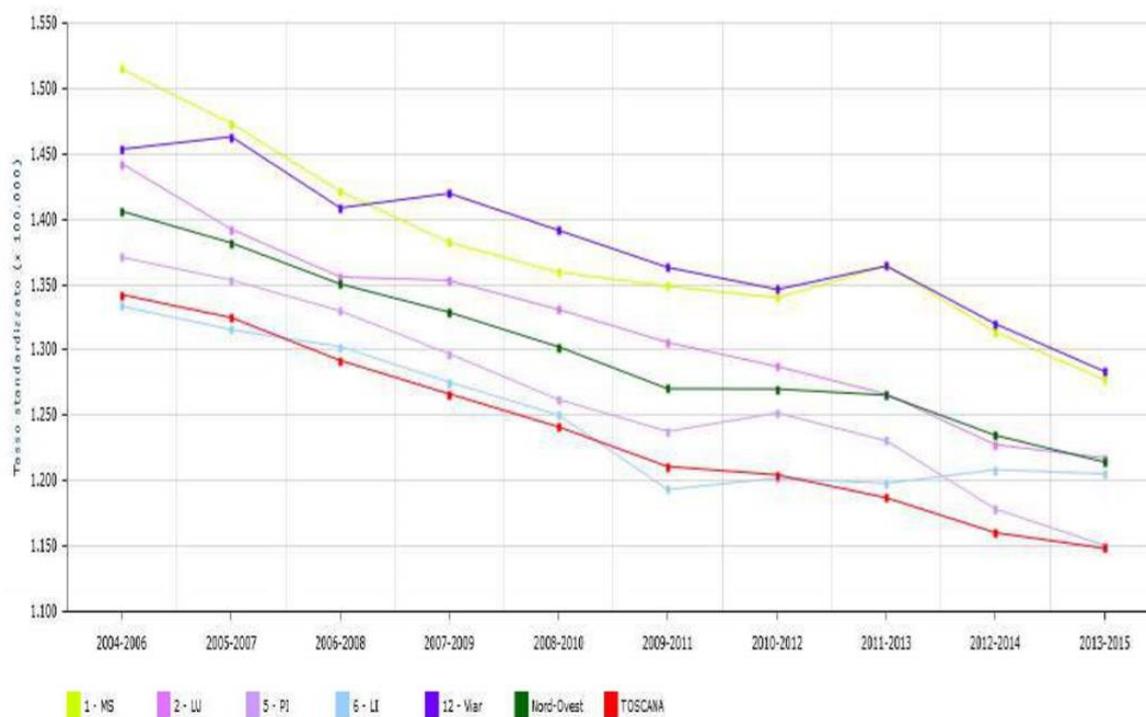


Figura 16: Mortalità per tutte le cause Maschi, tasso standardizzato x100.000 – std popolazione Toscana anno 2000

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

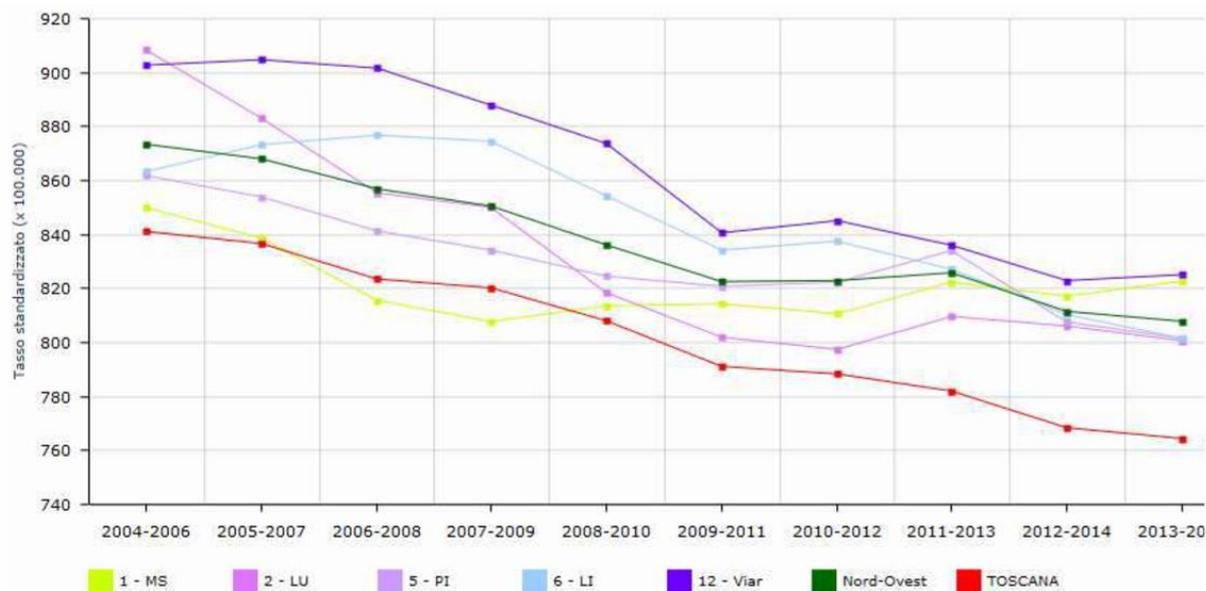
 PAGINA
69 di 122


Figura 17: Mortalità per tutte le cause Femmine, tasso standardizzato x100.000 – std popolazione Toscana anno 2000

La mortalità per malattie del sistema circolatorio rappresenta la principale causa di morte nell'Azienda USL Toscana Nord Ovest ed in ciascuna delle zone che la compongono.

La decrescita progressiva del tasso per questo indicatore in tutte le aree presenta peraltro un andamento quasi uniforme, sia nei valori totali, che in quelli espressi per sesso. Il valore per i distretti di Lunigiana e Apuane mostra valori ancora superiori alla media regionale.

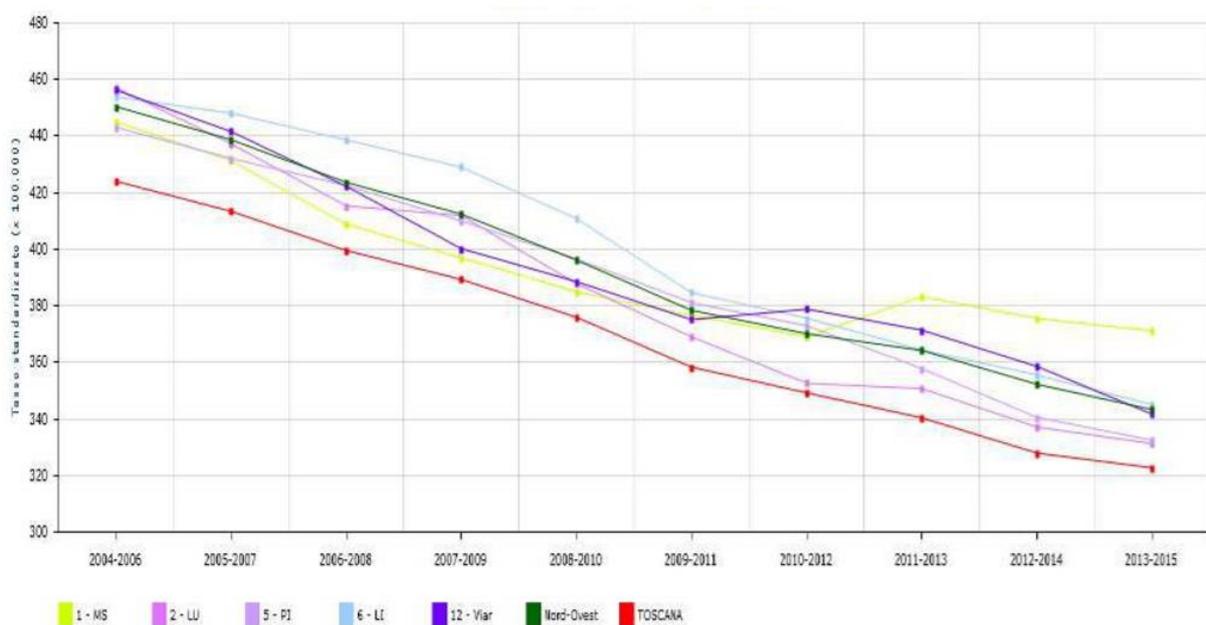


Figura 18: Mortalità per malattie del sistema circolatorio Totale, tasso standardizzato x100.000 – std popolazione Toscana anno 2000

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
70 di 122

La mortalità per tumore rappresenta la seconda fra le cause più importanti e studiate. L'andamento di questo fenomeno è legato non solo all'incidenza della patologia, determinata dalla presenza di determinanti immodificabili (età, sesso, familiarità, etc.) o modificabili (ambiente, stili di vita), ma anche alla possibilità di diagnosticarla precocemente ed all'appropriatezza delle cure erogate.

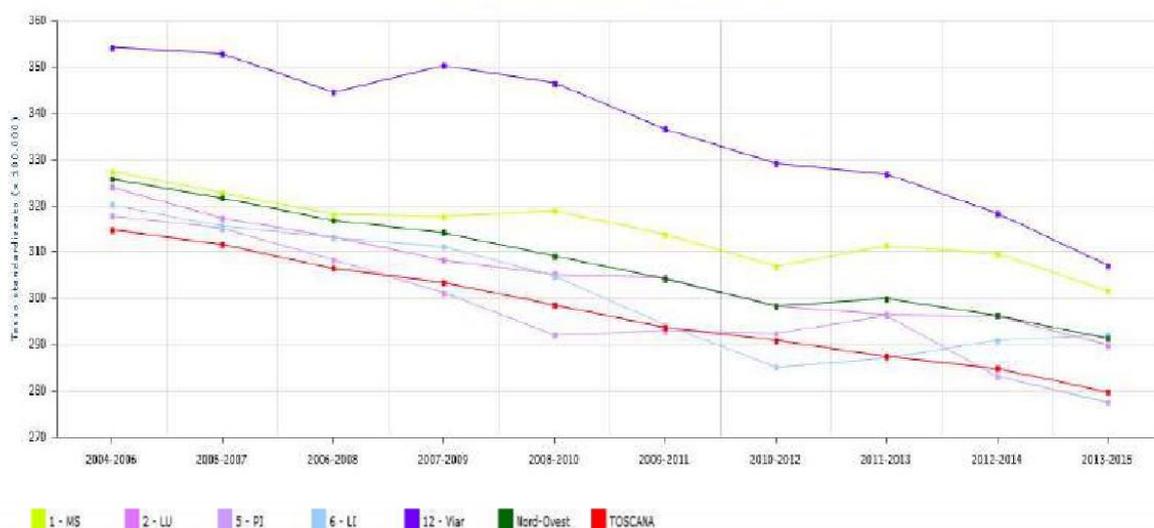


Figura 19: Mortalità per tumore Totale, tasso standardizzato x100.000 – std popolazione Toscana anno 2000

E' evidente la decrescita progressiva del tasso per questo indicatore in tutte le aree, che presenta peraltro un andamento sostanzialmente uniforme sia nei valori totali che in quelli espressi per sesso. Il valore per i distretti di Lunigiana e Apuane è ancora superiore alla media regionale.

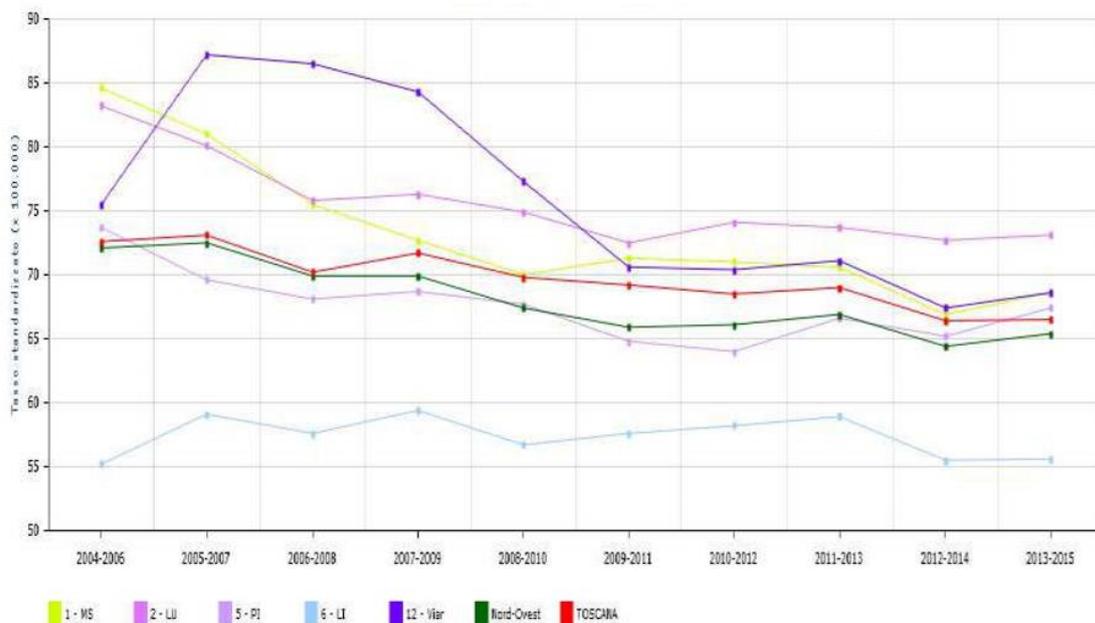


Figura 20: Mortalità per malattie dell'apparato respiratorio, tasso standardizzato x100.000 – std popolazione Toscana anno 2000

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
71 di 122

In riferimento alla mortalità per malattie dell'apparato respiratorio, il dato dell'ex ASL 1 (Lunigiana e Apuane) non si discosta molto dal tasso regionale, con un andamento pressoché costante negli ultimi anni.

Ospedalizzazioni

In riferimento al tasso relativo ai soggetti ricoverati per tutte le cause, l'area dell'ex-ASL 1 presenta il maggior decremento dal 2008 al 2017 sia nel calcolo totale sia in quello suddiviso tra maschi e femmine.

I valori degli ultimi anni inoltre restano sempre al di sotto di quelli registrati per la Regione Toscana.

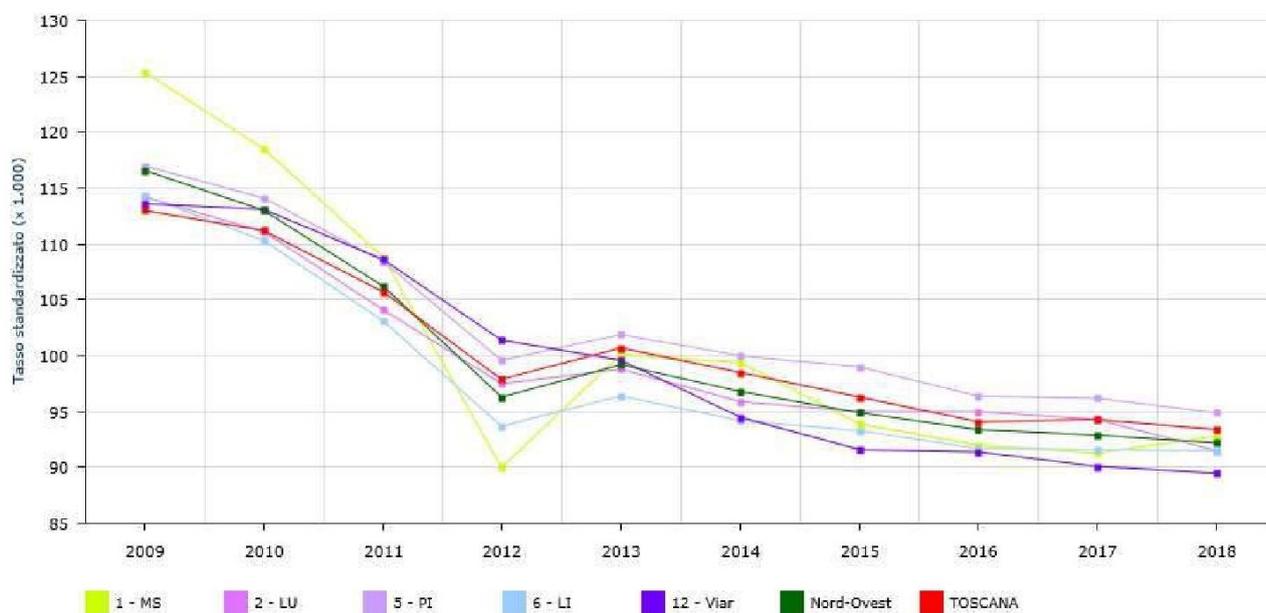


Figura 21: Ospedalizzazione per tutte le cause (totale soggetti ricoverati), tasso standardizzato x100.000 – std popolazione Toscana anno 2000

In riferimento alle ospedalizzazioni per singole cause, si rileva un andamento in generale decrescente per malattie del sistema circolatorio, sia per i distretti di interesse che per il dato regionale, con valori pressoché sovrapponibili.

Per quanto concerne invece l'ospedalizzazione per malattie del sistema respiratorio il tasso di Apuane e Lunigiana è in netta decrescita, in controtendenza rispetto al tasso regionale.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

DATA
Settembre 2019

PROGETTO
195481

PAGINA
72 di 122

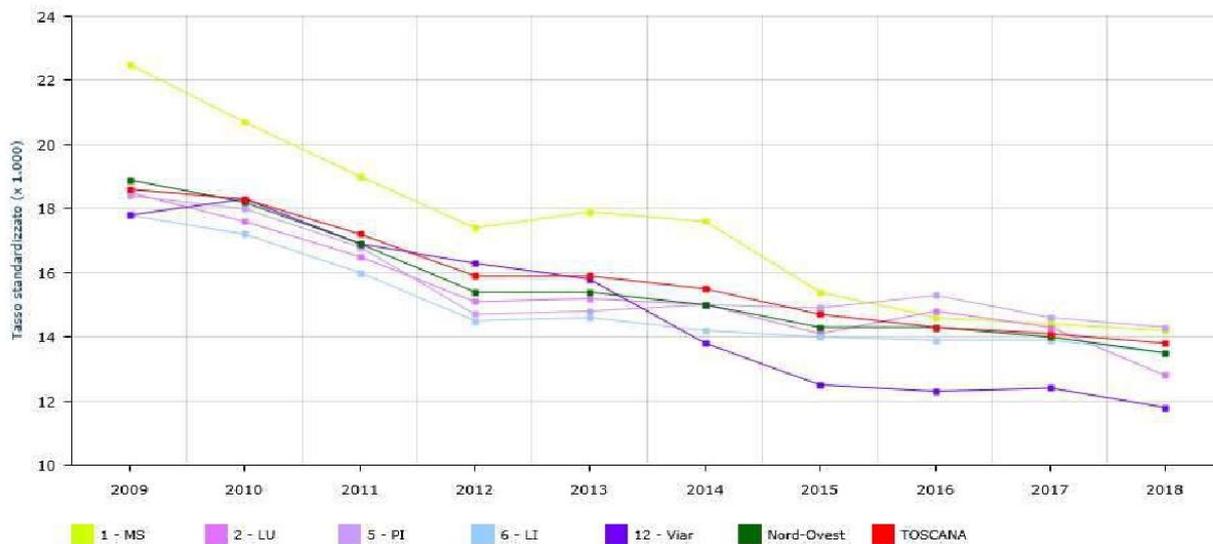


Figura 22: Ospedalizzazione per malattie del sistema circolatorio (totale soggetti ricoverati), tasso standardizzato x100.000 – std popolazione Toscana anno 2000

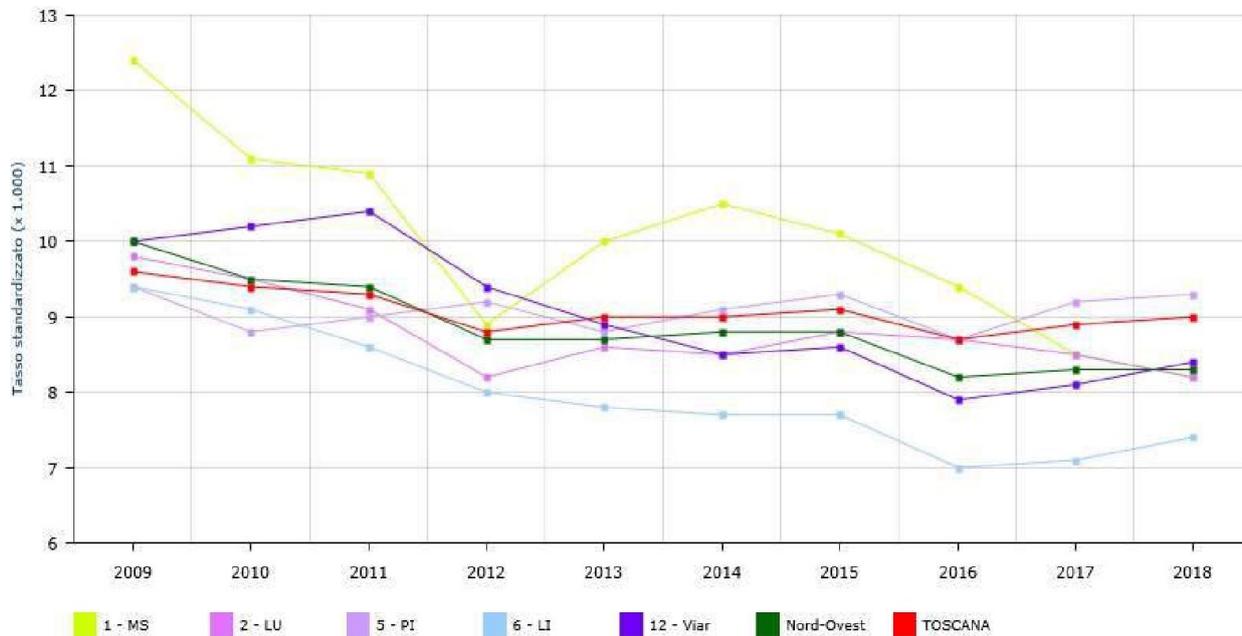


Figura 23: Ospedalizzazione per malattie del sistema respiratorio (totale soggetti ricoverati), tasso standardizzato x100.000 – std popolazione Toscana anno 2000

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas	DATA Settembre 2019	PROGETTO 195481	PAGINA 73 di 122
--	------------------------	--------------------	---------------------

1.5.2 Incidenza tumorale

In Liguria il Registro Tumori è stato formalmente istituito con DR 1939 del 20/4/1990 ma attualmente copre solo la popolazione della provincia di Genova.

Il Registro Tumori della Regione Toscana, estensione regionale del Registro Tumori Toscano attivo nelle sole province di Firenze e Prato fin dal 1985, nel 2019 ha ottenuto l'accreditamento AIRTUM.

Data l'assenza di copertura del registro tumori per l'area di interesse, **la valutazione dello stato di salute ante-operam, come indicato dalle LG VIS non è richiesta nello specifico in riferimento all'incidenza tumorale.**

In ogni caso a seguire, per effettuare un ulteriore approfondimento in merito ed introdurre anche i dati di base utilizzati per la valutazione successiva, si riportano alcune considerazioni a livello nazionale e regionale, non avendo a disposizione dati di maggior dettaglio.

Incidenza tumore al polmone

L'incidenza analizzata è quella del tumore al polmone (ICD-10: C33-C34), ritenuta rappresentativa in riferimento agli indicatori di salute considerati come adeguati per il caso in oggetto (esposizione ad inalazione di contaminanti atmosferici).

L'incidenza per il tumore del polmone stimata in Italia nel periodo 1970-2015 mostra andamenti differenti tra uomini e donne: in forte riduzione dall'inizio degli anni novanta per i primi ed in costante aumento per le seconde.

In Italia si stimano, per il 2013, 92 nuovi casi di tumore del polmone ogni 100.000 uomini e 35 nuovi casi ogni 100.000 donne. Il numero totale di persone che ha avuto nel corso della vita una diagnosi di tumore del polmone è in forte crescita in entrambi i sessi: nel 2013 sono stati stimati 96.280 casi prevalenti, di cui 68.100 tra gli uomini e 28.180 tra le donne.

Le tendenze di incidenza stimate non sono omogenee sul territorio nazionale. Per gli uomini l'incidenza si riduce prima e in maniera più accentuata al Centro-Nord, dove i livelli in passato erano più alti, rispetto al Sud. La più lenta diminuzione al Sud fa sì che negli anni più recenti i livelli più elevati siano stimati per le regioni meridionali. Per le donne invece la situazione è opposta, si stimano andamenti in aumento in tutte le aree italiane con maggiore velocità di crescita e livelli superiori al Centro-Nord rispetto al Sud.

La prevalenza standardizzata per età presenta anch'essa notevoli differenze geografiche e per genere. Il confronto, al netto dell'effetto di invecchiamento demografico, mostra, per gli uomini, un trend in crescita fino a metà degli anni novanta nel Centro-Nord cui segue un rallentamento e un'inversione di tendenza. Per le regioni meridionali si stima invece un aumento costante, senza rallentamenti nel tasso di crescita, con valori che superano nel 2013 quelli stimati per il Centro Italia e raggiungono nel 2015, i valori del Nord.

Nelle donne la prevalenza standardizzata per età presenta andamenti molto diversi rispetto a quelli riscontrati negli uomini. Si stimano valori in aumento molto accentuato nel Centro-Nord e più attenuato nel

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
74 di 122

Sud. A differenza degli uomini, sono le donne residenti nel Centro Italia a presentare livelli più elevati negli anni più recenti.

Nelle figure seguenti si riportano in forma grafica i tassi standardizzato di incidenza rispetto allo standard europeo per tutta la popolazione relativamente all'anno 2015.

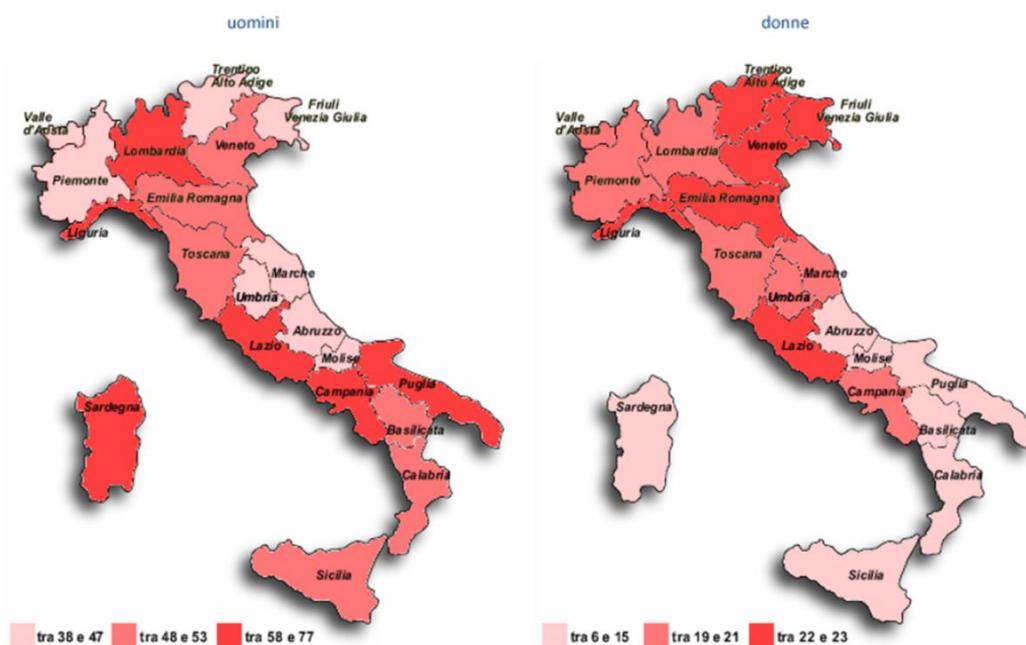


Figura 24: Tasso standardizzato di incidenza (standard europeo) del tumore del polmone per 100.000 per sesso, 2015 (fonte: Fondazione IRCCS Istituto Nazionale dei Tumori di Milano e ISS, www.tumori.net)



VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
75 di 122

Figura 25: Tasso standardizzato di incidenza (standard europeo) del tumore del polmone per 100.000, uomini e donne, 2015
(fonte: Fondazione IRCCS Istituto Nazionale dei Tumori di Milano e ISS, www.tumori.net)

I dati della Regione Liguria la pongono fra quelle con tassi di incidenza più elevati, sia per uomini che per donne, mentre la Toscana risulta compresa in una fascia media, rispetto all'andamento delle varie regioni italiane. A seguire ulteriori dati a livello regionale, questa volta relativi all'anno 2013.

Regioni	Uomini						Donne					
	incidenza			mortalità			incidenza			mortalità		
	n. casi	tasso grezzo	tasso std	n. decessi	tasso grezzo	tasso std	n. casi	tasso grezzo	tasso std	n. decessi	tasso grezzo	tasso std
<i>Nord</i>	13.015	94,9	58,3	10.84	79,0	47,3	6.077	42,0	21,9	4.484	31,0	15,4
Piemonte	1.967	90,4	51,3	1.671	76,8	42,5	940	40,6	19,8	715	30,9	14,4
Valle D'Aosta	53	83,5	51,3	45	70,5	42,5	25	38,2	19,8	19	28,9	14,4
Lombardia	5.101	103,4	68,8	4.195	85,0	54,9	2.045	39,7	20,9	1.556	30,2	15,2
Trentino Alto Adige	316	60,8	41,6	261	50,2	33,7	219	40,8	24,5	152	28,3	16,1
Veneto	2.108	85,8	53,9	1.757	71,5	44,1	998	38,9	20,8	712	27,8	13,9
Friuli Venezia Giulia	505	83,6	47,3	434	71,9	39,9	283	44,2	21,7	204	31,9	14,7
Liguria	931	121,3	62,4	780	101,6	50,6	451	53,3	24,8	340	40,2	17,6
Emilia Romagna	2.04	92,7	53,8	1.703	77,4	43,6	1.12	48,1	26,4	788	33,9	17,5
<i>Centro</i>	5.318	91,0	55,3	4.615	79,0	46,9	2.742	43,6	24,4	2.031	32,3	17,2
Toscana	1.694	92,6	52,0	1.481	81,0	44,4	675	34,3	18,2	507	25,8	12,9
Umbria	343	77,4	43,1	300	67,8	36,9	167	35,0	19,0	124	26,0	13,3
Marche	601	77,9	45,0	525	68,1	38,4	288	35,2	18,6	214	26,1	13,1
Lazio	2.689	96,1	63,0	2.317	82,8	53,2	1.622	53,7	31,4	1.194	39,5	22,1
<i>Sud</i>	9.114	90,0	62,5	7.381	72,9	49,4	2.226	20,7	12,4	1.821	17,0	9,8
Abruzzo	526	80,0	48,9	429	65,1	38,8	115	16,6	8,1	96	13,8	6,5
Molise	128	82,4	48,9	104	67,3	38,8	28	17,4	8,1	24	14,5	6,5
Campania	2.917	103,5	79,9	2.35	83,4	63,3	874	29,2	19,6	706	23,6	15,3
Puglia	1.847	93,4	62,4	1.502	75,9	49,6	322	15,3	8,6	268	12,7	6,9
Basilicata	226	79,6	50,3	183	64,5	39,6	37	12,4	6,1	31	10,4	5,0
Calabria	735	75,5	50,3	593	60,9	39,6	118	11,5	6,1	98	9,6	5,0
Sicilia	1.938	79,6	55,7	1.575	64,7	44,1	507	19,5	11,6	417	16,0	9,2
Sardegna	793	96,6	62,2	644	78,4	49,5	224	26,1	14,9	182	21,3	11,6
Italia	27.442	92,4	59,0	22.831	76,9	47,9	11.017	35,0	19,3	8.322	26,4	13,9

Tabella 14: Stime di incidenza e mortalità per tumore del polmone in Italia e nelle regioni italiane nel 2013 per uomini e donne. Numero di casi/decessi, tassi grezzi e standardizzati (std) per età (pop. Europea) per 100.000 persone/anno. Classe di età 0-99 anni (fonte: Fondazione IRCCS Istituto Nazionale dei Tumori di Milano e ISS, www.tumori.net)

I valori relativi alle regioni di interesse della tabella precedente mostrano quanto segue:

- incidenza del tumore al polmone per la Regione Liguria pari a 62,4 per uomini e 24,8 per donne (tasso std per età (pop. Europea) per 100.000 persone/anno), in entrambi i casi leggermente superiore rispetto alla media nazionale,
- incidenza del tumore al polmone per la Regione Toscana pari a 52,0 per uomini e 18,2 per donne (tasso std per età (pop. Europea) per 100.000 persone/anno), in entrambi i casi inferiore rispetto alla media nazionale.

Incidenza di altre forme tumorali

Lo studio epidemiologico condotto dall'ASL 5 "Spezzino" di "Sorveglianza epidemiologica dei tumori ambiente correlabili e pediatrici negli anni 2002-2005", mostra che nel complesso dell'ASL il confronto con Genova ha evidenziato un aumento di rischio per i tumori del sistema emolinfopoietico in entrambi i sessi che si distribuisce piuttosto uniformemente nel territorio e nei due sessi.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas**DATA
Settembre 2019PROGETTO
195481PAGINA
76 di 122

Sono stati rilevati aumenti di rischio per i tumori del sistema nervoso centrale per i maschi, sempre rispetto a Genova; in termini di distribuzione areale risulta più marcata nel distretto 19 Val di Magra in cui il problema riguarda anche le donne.

Non sono stati segnalati eccessi per le altre sedi tumorali studiate (pancreas, ossa e tessuti molli, rene, sistema nervoso centrale).

I risultati dello studio mostrano che i tassi d'incidenza dei tumori pediatrici registrati sono in linea col dato nazionale e del Nord-Ovest.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
77 di 122

1.6 Profilo socio-economico della popolazione esposta

Nel presente paragrafo si riporta un inquadramento a livello provinciale del contesto socio - economico per l'area di inserimento del progetto, tratto da:

- Rapporto Statistico Annuale Imperia La Spezia Savona, 2017 - Camera di Commercio Riviere di Liguria;
- Rapporto Economia Massa – Carrara, 2018 - ISR (Azienda Speciale della Camera di Commercio di Massa - Carrara).

Per quanto riguarda il sistema delle imprese della provincia di La Spezia, il trend è moderatamente positivo, dove le sedi registrate aumentano di quasi un punto percentuale (+0,9%), salendo a 20.808 sedi registrate a fine 2017 contro le 20.614 di un anno prima.

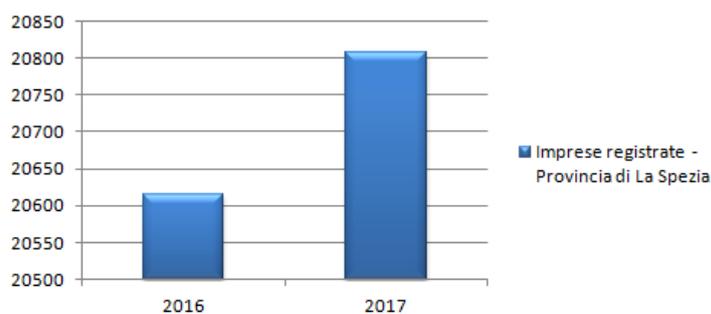


Figura 26: Imprese registrate in provincia di La Spezia

In provincia della Spezia si delinea un quadro di complessiva espansione, con punte per le attività dei servizi alloggio e ristorazione (+5%, da 2.475 a 2.599 imprese registrate), per le attività professionali, scientifiche e tecniche (+3%) e per quelle di noleggio, agenzie viaggi, servizi di supporto alle imprese (+3,2%).

Sono però in calo le attività manifatturiere (-0.9%, da 1.762 a 1.746).

Per quanto riguarda le imprese artigiane, il calo della dinamica imprenditoriale nel settore artigiano risulta pari a -1,2%. In valore assoluto la consistenza di imprese artigiane è passata da 5.303 di fine 2016 alle 5.242 unità di fine 2017.

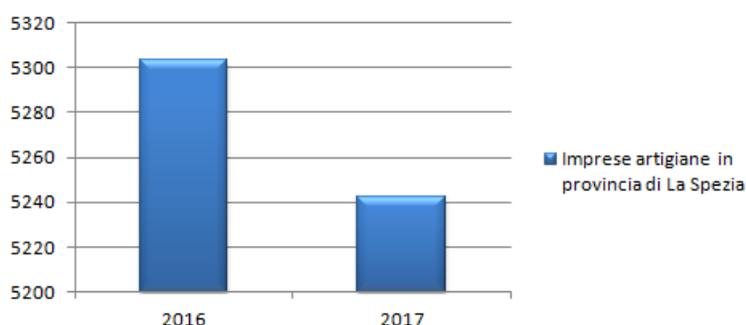
Le piccole imprese rappresentano la quasi totalità delle unità produttive: l'analisi per classe di addetti evidenzia infatti come la percentuale di imprese con meno di dieci addetti (cosiddette microimprese) sia pari al 95% del totale.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
78 di 122

Figura 27: Imprese artigiane in provincia di La Spezia

Per quanto riguarda il mercato del lavoro, esso si pone al primo posto tra le questioni a livello nazionale, in quanto il tasso di occupazione risulta essere ancora ad un livello inferiore a quello ante- crisi dell'anno 2007.

Per quanto riguarda la provincia della Spezia, i dati dell'Istat delle "Forze di Lavoro" indicano che gli occupati nel 2017 sono scesi a 86 mila e il tasso di occupazione risulta al 63% (erano 88 mila nel 2007, con un tasso di occupazione del 64,6%). Il tasso di disoccupazione è stimato dall'Istat in misura pari al 9,5%, mentre era calcolato pari a 7,3% dieci anni prima. Il bilancio delle ore di integrazione salariale presenta invece un netto miglioramento, risultando nel 2017 al di sotto delle 700 mila ore.

Di seguito due tabelle riportanti il tasso di occupazione (in %) e gli occupati per settori di attività e posizione della provincia ligure.

TASSO % DI OCCUPAZIONE (15-64 anni)			
Anni	LA SPEZIA		
	Maschi	Femmine	Totale
2007	54,1	54,4	64,6
2008	53,3	51,9	62,9
2009	51,2	44,4	58,0
2010	53,2	47,0	60,4
2011	55,1	50,6	63,0
2012	53,8	52,4	60,5
2013	47,3	52,9	61,8
2014	50,7	51,9	60,4
2015	55,0	54,3	62,7
2016	51,6	55,6	63,9
2017	47,9	54,6	63,0

Tabella 15 :Tasso di occupazione in provincia di La Spezia

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
79 di 122

OCCUPATI PER SETTORE DI ATTIVITA' E POSIZIONE Provincia della LA SPEZIA (valori in migliaia)								
anni	2016				2017			
	agricoltura	industria	servizi	totale (*)	agricoltura	industria	servizi	totale (*)
In complesso	1.000	16.000	72.000	89.000	1.000	18.000	68.000	86.000
di cui: dipendenti	..	13.000	54.000	67.000	1.000	15.000	51.000	66.000

(1) Rapporto tra le persone in cerca di occupazione e le forze di lavoro.

Fonte: Elaborazione della Camera di Commercio Riviere di Liguria - Imperia La Spezia Savona su dati Forze di lavoro Istat.

Tabella 16 :Occupati per settore di attività e posizione in provincia di La Spezia

Il tasso di disoccupazione risulta in calo rispetto agli anni precedenti ma superiore comunque ai dati pre 2011.



Fonte: Elaborazione della Camera di Commercio Riviere di Liguria - Imperia La Spezia Savona su dati Forze di Lavoro Istat.

Figura 28: Tasso di disoccupazione in provincia di La Spezia

Per quanto riguarda invece la provincia di Massa – Carrara, a fine anno 2017 sono 22.648 le imprese registrate nella provincia, di cui 18.702 attive. Rispetto al 2016 un più 0,75% (in Toscana +0,38%; in Italia +0,75%). Saldo positivo di 171 imprese(era stato di 122 nel 2016) determinato da 1.356 iscrizioni (valore più basso dell'ultimo decennio) e 1.185 cessazioni (in calo).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

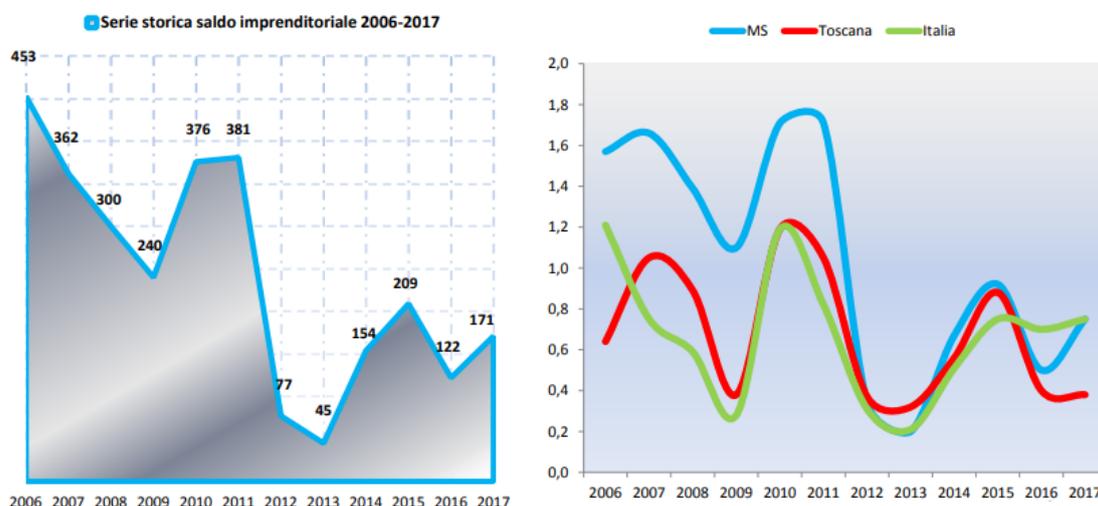
 PAGINA
80 di 122


Figura 29: Imprese registrate in provincia di Massa-Carrara

Per quanto riguarda le imprese artigiane attive a fine 2017, esse sono risultate 5.350, nel corso dell'anno iscritte 371 e cessate 450, per un saldo negativo di -79 imprese (-1,4%); erano state -123 imprese nel 2016, Toscana e Italia -0,9%.

Se la comparazione si allarga agli ultimi cinque anni (2012) il saldo negativo sale a -640 unità.

A fine 2017 sono stati 6.777 gli imprenditori artigiani attivi, contro i 6.911 di fine 2016, con un calo di 134 unità; se la comparazione si allarga al 2012, la differenza sale a 889 persone, all'incirca più del 13% del totale degli imprenditori artigiani.

Inoltre, a fine 2017, gli addetti del comparto artigiano locale sono risultati 11.362, per una diminuzione di circa 1.984 unità rispetto al 2012 (-15%).

Contrazioni maggiori sono ancora quelle settori tradizionali, quello edile e quello manifatturiero, ma con una serie di distinzioni. Segnali positivi dalla riparazione e manutenzione di macchinari, e dalle attività legate alla nautica. Ancora in crescita i servizi a supporto delle imprese, i servizi di comunicazione e informazione e l'assistenza sociale.

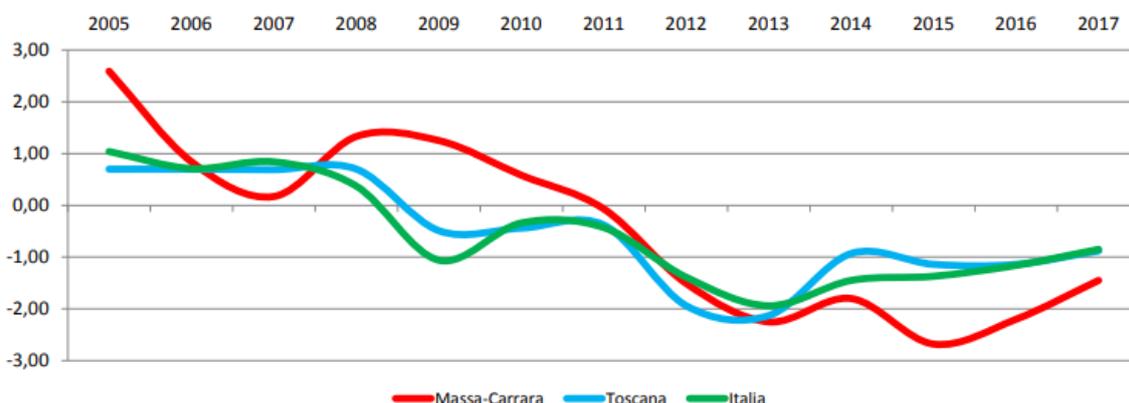


Figura 30: Tassi di crescita delle imprese artigiane di Massa - Carrara a confronto con Toscana e Italia

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

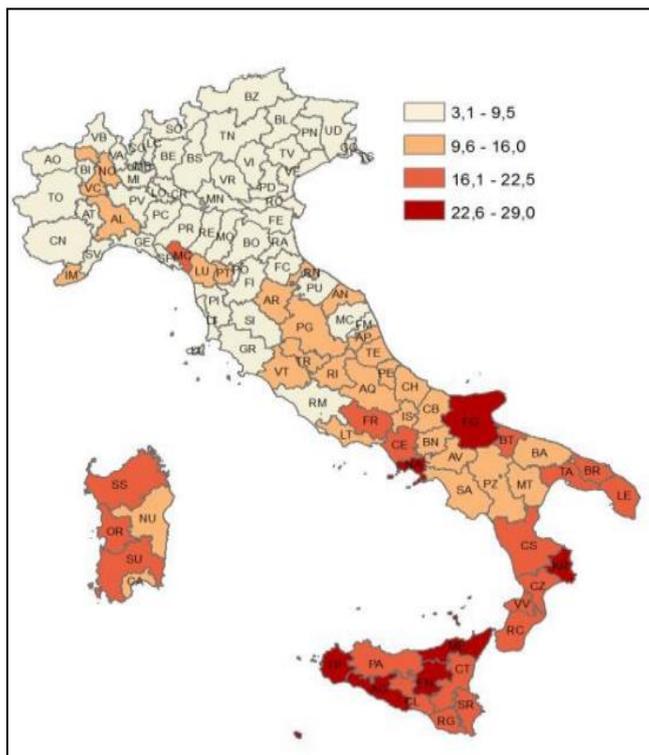
 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
81 di 122

Per quanto riguarda invece il mercato del lavoro, in lieve diminuzione il tasso di disoccupazione provinciale che scende dal 16,6% al 16% , a confronto con un tasso regionale dello 8,6% e nazionale dell' 11,2%, rimanendo comunque il tasso più elevato di tutto il centro-nord d'Italia.

Il tasso disoccupazione giovanile (dai 15 ai 29 anni) è pari invece al 48,9%.


Figura 31: Tasso di disoccupazione

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
82 di 122

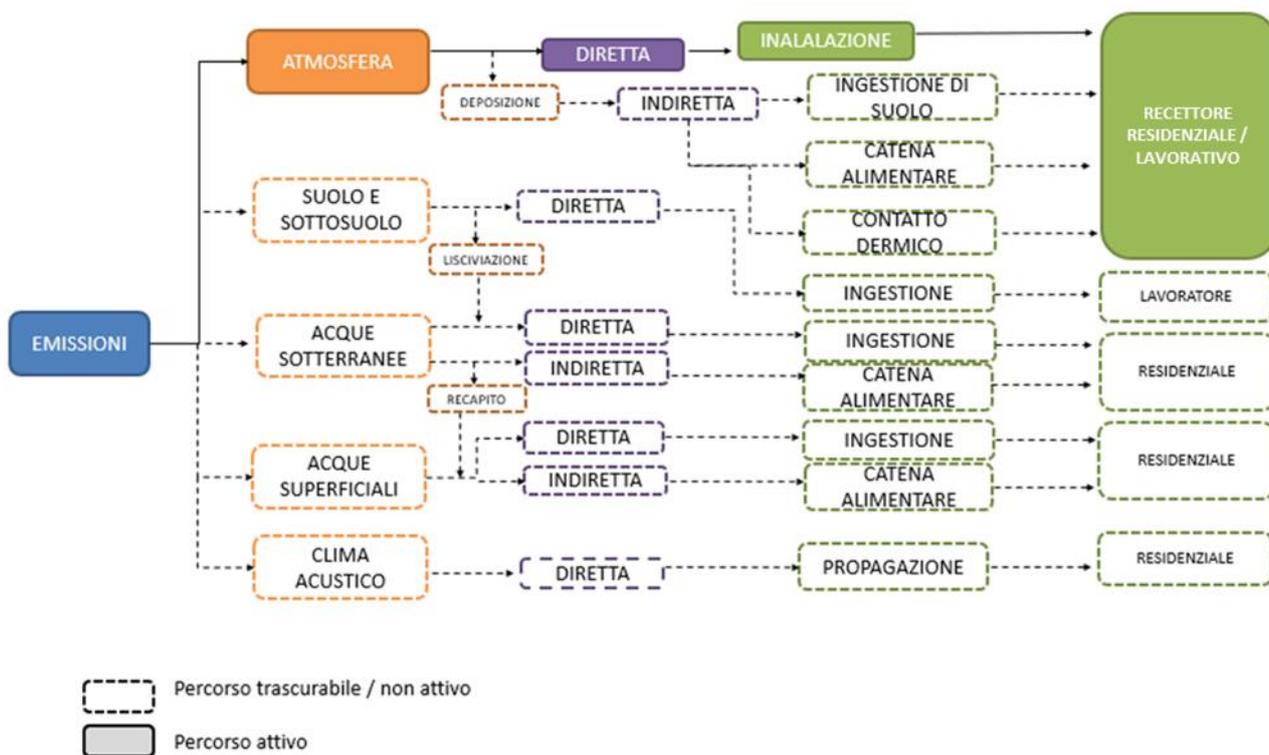
1.7 Identificazione degli scenari di esposizione

Le valutazioni riportate ai paragrafi precedenti permettono di delineare gli scenari di esposizione in riferimenti agli impatti ambientali connessi all'opera in esame in riferimento agli assetti di progetto.

Come anticipato il progetto prevede due fasi successive:

- **Fase 1:** funzionamento in ciclo aperto OCGT
- **Fase 2:** funzionamento in ciclo chiuso CCGT

Per entrambe le fasi è stato valutato che gli scenari di esposizione sono analoghi, così riassunti nel Modello Concettuale Definitivo Ambientale Sanitario, riportato a seguire.


Figura 32: Modello Concettuale Ambientale Sanitario definitivo

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell’unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
83 di 122

La valutazione è così sintetizzabile:

1. Identificazione degli inquinanti indice:

- OSSIDI DI AZOTO,
- MONOSSIDO DI CARBONIO,
- AMMONIACA
- PARTICOLATO SECONDARIO

2. Identificazione delle vie di esposizione rilevanti:

- PERCORSO INALATORIO

3. Effetti sanitari di interesse per gli inquinanti indice in riferimento alla via di esposizione rilevante:

- Effetti sanitari a carico del SISTEMA RESPIRATORIO,
- Effetti sanitari a carico del SISTEMA CARDIOCIRCOLATORIO.

4. Popolazione esposta: popolazione residente in un’area quadrata di lato pari a 40 km centrata nel baricentro degli interventi che comprende, anche parzialmente, un totale di 39 Comuni ubicati nelle Province di La Spezia e Massa Carrara, per un totale **298.961 persone** (ISTAT, 2011). Il dettaglio dei Comuni compresi è riportato a seguire:

Ameglia	Follo	Rocchetta di Vara	Comano
Arcola	La Spezia	Santo Stefano di Magra	Fivizzano
Beverino	Lerici	Sarzana	Fosdinovo
Bolano	Levanto	Sesta Godano	Licciana Nardi
Borghetto di vara	Luni	Vernazza	Massa
Brugnato	Monterosso al mare	Vezzano Ligure	Mulazzo
Calice al Cornoviglio	Pignone	Zignago	Podenzana
Carro	Portovenere	Aulla	Tresana
Carrodano	Riccò del golfo di Spezia	Bagnone	Villafranca in Lunigiana
Catelnuevo magra	Riomaggiore	Carrara	

Tabella 17: Comuni presenti all’interno dell’area di interesse

Sono stati identificati un totale di n. **42 recettori sensibili**, costituiti da scuole, ospedali e case di riposo ubicati nell’area di interesse. L’elenco di dettaglio è stato riportato al precedente paragrafo 1.2.2.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
84 di 122

2. FASE DI VALUTAZIONE

2.1 Procedura di valutazione del rischio adottata

Lo sviluppo della fase di *Scoping* consente di aver definito tutto il corpus di conoscenze necessario per proseguire con l'*assessment* vero e proprio.

La valutazione del rischio sanitario (*risk assessment*) costituisce un processo logico e sequenziale in cui informazioni sul profilo tossicologico degli inquinanti e sugli scenari e livelli di esposizione vengono integrate al fine di identificare i possibili fattori di rischio, la loro natura e la probabilità che essi determinino un effetto avverso nella popolazione d'interesse.

Le Linee guida VIS prevedono che la valutazione del rischio sanitario sia eseguita mediante una procedura articolata e multidisciplinare articolata su analisi sia di tipo bibliografico che modellistico consti delle seguenti fasi:

1. **Hazard identification** (identificazione della pericolosità inerente alla sostanza tossica),
2. **Dose-response assessment** (valutazione della relazione tra dose e risposta),
3. **Exposure assessment** (valutazione dell'esposizione mediante modello concettuale),
4. **Risk characterization** (caratterizzazione del rischio).

Le prime due fasi utilizzano le informazioni prodotte da studi sperimentali, epidemiologici e approcci di altro tipo (es. modellistica) per la definizione di end-point critici e le relative dosi di riferimento dai quali derivare, adottando opportuni fattori di sicurezza, valori di riferimento per l'analisi.

La *valutazione dell'esposizione* avviene mediante la definizione del modello concettuale definitivo, andando a caratterizzare il contatto tra contaminante e individuo/popolazione e successivamente esprimere in termini quantitativi la dose di sostanza assunta dall'organismo.

La *caratterizzazione del rischio* permette di qualificare in termini sia descrittivi che quantitativi l'entità rischio per la popolazione esposta, attraverso i fattori di probabilità di accadimento degli effetti e di magnitudo degli stessi.

Nella fase di scelta degli indicatori di salute adeguati sono anche identificate le categorie o gruppi di popolazione più suscettibili e maggiormente esposti.

I due approcci applicabili per la fase di valutazione del rischio sanitario sono i seguenti:

1. **Tossicologico**, in cui la valutazione si basa su coefficienti di rischio estrapolati prevalentemente da sperimentazioni in vivo e in vitro, e in cui si procede ad una stima del rischio cancerogeno e non cancerogeno, applicando coefficienti ulteriori di salvaguardia per l'uomo. I vantaggi risiedono nella disponibilità di coefficienti per un numero elevato di sostanze e nelle assunzioni cautelative per il calcolo del rischio per l'uomo; lo svantaggio è dato dalla debolezza dell'approccio in caso di più sostanze presenti contemporaneamente di cui non sempre è chiara l'interazione finale ed il comportamento sull'uomo.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell’unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
85 di 122

2. **Epidemiologico**, che perviene al calcolo del rischio attribuibile sulla base di funzioni di rischio di tipo epidemiologico (Rischi Relativi) estrapolate da studi sull’uomo. Il vantaggio è la misura dell’esposizione della popolazione umana a sostanze multiple; lo svantaggio è che le funzioni di rischio epidemiologico sono disponibili per un numero molto più limitato di sostanze.

Il primo approccio metodologico, più vicino all’ambito di ricerca della tossicologia, è quello dell’analisi di rischio, mentre il secondo approccio, di derivazione epidemiologica, è quello della quantificazione dei numero di casi attribuibili o anche degli anni di vita persi e anni di vita persi aggiustati per disabilità.

I due metodi condividono fasi di valutazione simili, ma adottano una formulazione concettuale e matematica molto diversa.

Le linee guida VIS sottolineano che **l’uso congiunto ed integrato dei due metodi**, ove, possibile, può fornire una valutazione più completa pe valutare in maniera adeguata l’impatto sanitario del progetto nell’area di interesse e poter definire adeguati strumenti di monitoraggio e controllo.

2.1.1 Procedura di Risk Assessment Tossicologico

La metodologia di *Risk Assessment* o Valutazione del Rischio (RA) su base tossicologica è un processo tecnico-scientifico che, correlando i dati tossicologici/epidemiologici con il livello di esposizione, permette di stimare quantitativamente il rischio derivante dall’esposizione a sostanze tossiche e/o cancerogene.

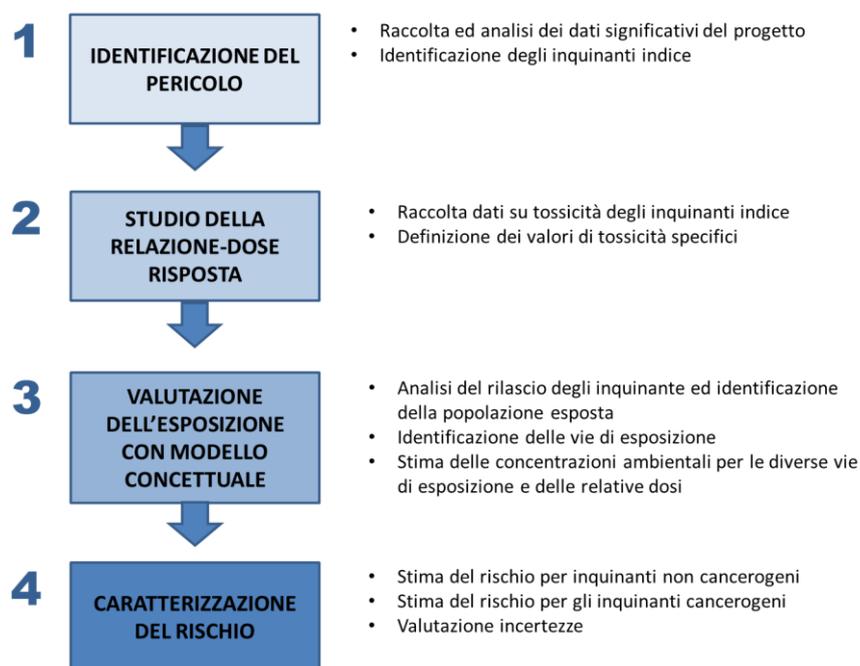


Figura 33: Metodologia di Valutazione del Rischio Tossicologico

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
86 di 122

Con il termine *Risk Assessment* o Valutazione del Rischio (RA) si intende la stima delle conseguenze sulla salute umana di un evento potenzialmente dannoso, in termini di probabilità che le stesse conseguenze si verifichino. La nozione di rischio implica quindi l'esistenza di una sorgente di pericolo e delle possibilità che essa si trasformi in un danno.

Attraverso un processo graduale, si perviene alla definizione quantitativa del rischio (R) espresso come prodotto dell'esposizione (E) ad un dato contaminante e del valore di tossicità dello stesso (T):

$$R = E \times T \quad [1]$$

La valutazione del fattore di esposizione (E) consiste nella stima della dose giornaliera, definita anche **ADD** *Average Daily Dose*, per le sostanze non cancerogene, o **LADD** *Lifetime Average Daily Dose*, per le sostanze cancerogene, che può essere assunta dai recettori umani. Tali fattori sono da calcolare per ogni percorso di esposizione (inalazione, ingestione, etc.).

La costruzione di un **Modello Concettuale definitivo**, basato sia su i risultati di modellazioni quantificate di immissione nell'ambiente degli inquinanti indice, che sulla definizione di parametri per la stima dell'esposizione (ratei inalatori, peso corporeo medio, etc.), permette di stimare la dose a cui è esposta la popolazione a seguito della realizzazione degli interventi in progetto.

Screening preliminare

Secondo le Linee Guida VIS, nel caso in cui si preveda che l'opera immetta in ambiente un numero molto elevato di sostanze è possibile ricorrere all'uso della **metodologia della soglia di allarme tossicologico TTC** (*Threshold of Toxicological Concern*).

Attraverso l'applicazione della metodologia è possibile dare priorità ad alcune sostanze e tentare pragmaticamente di capire come trattare quelle sostanze per le quali gli effetti sulla salute non siano noti.

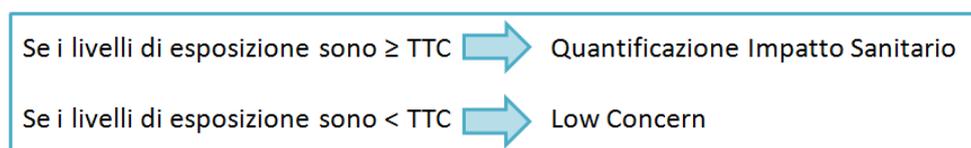


Figura 34: Approccio TTC

L'approccio della TTC è sostanzialmente uno screening da applicare in via semplificata per incentrare la valutazione del rischio su quelle sostanze più critiche e maggiormente rappresentative.

Per il caso in esame, dato il numero non elevato di inquinanti indice, tale fase preliminare è stata bypassata, procedendo direttamente alla fase di risk assessment estesa.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
87 di 122

Sostanze con rischio tossico

Per le sostanze con rischio tossico non cancerogeno, o con meccanismo noto di cancerogenicità non genotossico, viene identificata una dose al di sotto della quale non si osservano effetti sanitari avversi.

Queste dosi vengono poi confrontate con valori di riferimento quali ad esempio *Reference Concentrations* (RfC), *Reference Dose* (RfD) e *Tolerable Daily Intake* (TDI).

Questi valori di riferimento sono tratti da fonti ufficiali e sono calcolati in maniera tale da garantire una protezione della popolazione da esposizione sul lungo periodo (mediamente 70 anni), tenendo conto anche dei gruppi di popolazione più vulnerabili.

Se il livello di esposizione risulta superiore al livello di riferimento, non si possono escludere a priori rischi per la popolazione.

In riferimento all'esposizione di più inquinanti ai quali la popolazione risulta esposta attraverso lo stesso percorso (inalatorio) come per il caso in esame, occorre effettuare ulteriori valutazioni in termini di rischio cumulato

I metodi indicati dalle Linee Guida VIA che applicano l'additività di dosi e che sono più frequentemente utilizzati sono il *Relative Potency Factor* (RPF), il *Toxic Equivalent Factor* (TEF) e l'*Hazard Index* (HI).

Sia il *Relative Potency Factor* (RPF) che il *Toxic Equivalent Factor* (TEF) includono la definizione di fattori che tipicamente sono associabili a sostanze, per quanto complesse, chiaramente identificabili chimicamente (IPA, Diossine, etc.). Per il caso in esame, dovendo includere nella valutazione le polveri sottili da particolato secondario, risulta non possibile derivare il relativo RPF o TEF.

L'unico modello quindi applicabile al caso in esame è il modello dell'*Hazard Index* (HI), o indice di pericolo.

Per sostanze con rischio tossico la valutazione di impatto sanitario verrà effettuata con la seguente formula:

$$HQ = C / RfC \quad [2]$$

dove:

HQ = **Hazard Quotient**, è il Quoziente di Pericolo ed esprime di quanto l'esposizione alla sostanza supera la dose di riferimento per il relativo percorso di esposizione (RfC);

C = **Concentrazione massima** dell'inquinante, espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

RfC= **Inhalation Reference Concentration**, è la stima dell'esposizione della popolazione umana ad un composto, per l'intero arco della vita, che si prevede sia priva di effetti dannosi (US EPA, 2011); è espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per HQ valgono le proprietà additive, ossia il rischio determinato da più sostanze e/o da più vie di esposizione, deve essere sommato.

Per calcolare il rischio associato all'esposizione a diverse sostanze e/o per diverse vie di esposizione, gli HQ calcolati per una singola sostanza e per una singola via di esposizione devono essere sommati per ottenere l'"*Hazard Index*" (HI) o "Indice di Pericolosità".

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas	DATA Settembre 2019	PROGETTO 195481	PAGINA 88 di 122
--	------------------------	--------------------	---------------------

Il termine HI è dato dalla somma di due o più HQ e può essere relativo ad una singola sostanza per molteplici vie di esposizione, relativo a molteplici sostanze per una via di esposizione (come per il caso in esame), o relativo a molteplici sostanze per molteplici vie di esposizione (US EPA).

Il processo di valutazione termina confrontando il valore di rischio calcolato con i criteri di accettabilità del rischio, che per le sostanze non cancerogene con soglia di effetto coincide con il non superamento del valore RfD ($HI \leq 1$).

Sostanze cancerogene

Per le sostanze cancerogene le valutazioni tossicologiche devono essere effettuate tenendo conto della classificazione di cancerogenicità della sostanza e della potenza dell'effetto cancerogeno a questa associato.

Le recenti Linee Guida VIS indicano come approccio preferenziale per il risk assessment tossicologico di sostanze con rischio cancerogeno il calcolo del MOE (Margin of Exposure), rapporto tra *Benchmark Dose* (BMD) e valore di esposizione che esprime la distanza tra il livello di esposizione d'interesse e quello associato ad un effetto minimo ma rilevabile.

La *Benchmark Dose* viene stimata con tecniche di best-fitting dei risultati sperimentali sull'animale o, più raramente, su dati epidemiologici. Di solito per alcune sostanze cancerogene tale valore risulta essere già noto da letteratura.

Nel caso dei cancerogeni genotossici viene utilizzata la BMDL₁₀ ovvero il limite inferiore dell'intervallo di confidenza della Benchmark Dose associata ad un incremento di tumori del 10%:

E' stato definito dalle Linee Guida che un MoE di almeno 10.000 rispetto alla BMDL₁₀ rappresenti una situazione di bassa preoccupazione (“*low concern*”) o di rischio tollerabile.

Nel caso la Benchmark dose non sia disponibile, o non calcolabile, è possibile usare come alternativa la T25, ovvero la dose associata ad un incremento del 25% di tumori ad un dato sito, ottenuta, anche questa, per interpolazione dai dati sperimentali. In tal caso il MoE minimo, ovvero di *low concern*, dovrebbe essere proporzionalmente maggiore, ovvero pari a 25.000.

Le Linee Guida VIS indicano il ricorso alla BMD come “*più pragmatico e trasparente*” rispetto ad analisi di rischio basate sul calcolo dell'Unit Risk, metodologia impiegata per analisi VIS già a partire dagli anni '80 dall'EPA e ripresa anche dalle Linee Guida ISPRA VIIAS (2015). In assenza di dati ufficiali, le Linee Guida VIS indicano la possibilità di calcolare la BDM.

Consultando le principali banche dati nazionali ed internazionali **non è stato identificato una BMD, né un T25 per le polveri sottili del particolato secondario (PM2.5)**, unico inquinante classificato come cancerogeno per il caso in esame.

Non sono inoltre ad oggi disponibili Linee Guida ufficiali in materia di definizione della BMD a partire da dati epidemiologici.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
89 di 122

L'assenza di linee guida di riferimento ufficiali per la definizione della BMD, unitamente alle criticità nel calcolo per la particolarità dell'inquinante in esame (si veda riquadro di approfondimento successivo), porta a sostenere che per la valutazione del rischio cancerogeno per il caso in esame la metodologia US EPA del calcolo del rischio tossicologico rappresenti la soluzione più conservativa in termini di rappresentatività del risultato.

Inoltre, si deve tenere presente che se si valuta in dettaglio la tipologia di particolato secondario che potrebbe potenzialmente formarsi per il caso in esame, questo è costituito presumibilmente da Nitrato d'Ammonio, sostanza per la quale ad oggi non ci sono evidenze di proprietà cancerogene. Eventuali altri composti riscontrabili sul particolato secondario che potrebbero causare effetti cancerogeni non derivano da interazioni ambientali del progetto ma eventualmente da altre sorgenti emmissive ubicate nel territorio (es. traffico, altre attività industriali).

Approfondimento relativo alla definizione di BMD per particolato atmosferico

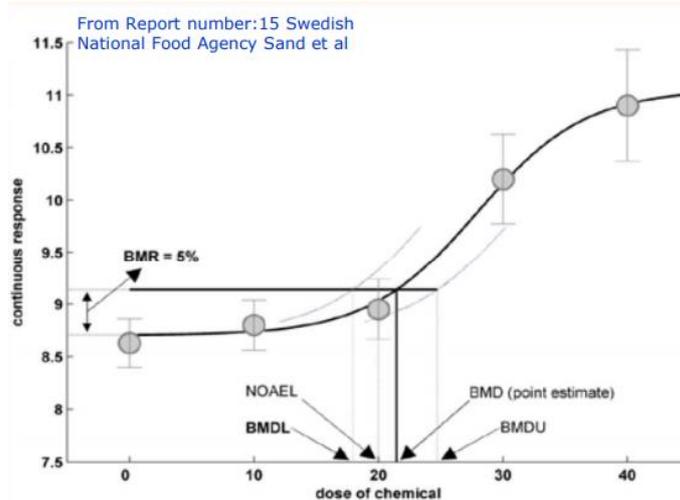
La Benchmark Dose (BMD) viene spesso paragonata al NOAEL (No Observed Adverse Effect Level).

Il NOAEL è la massima dose alla quale generalmente non è rilevata a livello statistico alcuna variazione nella risposta all'esposizione in confronto con l'esposizione di fondo. La BMD rappresenta invece una valutazione quantitativa che utilizza una curva dose-probabilità per determinare il livello di dosaggio equivalente al NOAEL.

La BMD rispetto al NOAEL, essendo determinata su base puramente statistica, è meno influenzata dal disegno sperimentale ed ha una precisione che può essere stimata numericamente.

La differenza fondamentale quindi è che nel caso della BMD l'effetto che si vuole considerare è predeterminato. Questo consente di estrapolare meglio gli indici derivati come ad esempio l'RfD.

La BMD viene quindi definita come il limite di confidenza inferiore di una dose corrispondente ad uno specifico livello di rischio. In altre parole, è l'esposizione che corrisponde ad una determinata variazione nella risposta (di un indicatore) rispetto al background o dose che corrisponde ad uno specifico livello di incremento della risposta. Il più basso livello di confidenza del 95% legato alla BMD è stato suggerito per rimpiazzare il NOAEL.


Figura 35: Confronto fra utilizzo di BMD e NOEL

ù

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
90 di 122

Il principale vantaggio dell'utilizzo della BMD è dato dal fatto che nel suo calcolo viene usata tutta la curva e quindi la variabilità sperimentale e biologica viene inclusa nella stima successiva dei valori guida poiché l'intervallo di confidenza include implicitamente una valutazione della qualità dei dati.

I modelli ad oggi disponibili e riconosciuti a livello internazionale per tale calcolo sono:

- Benchmark Dose Software (BMDS) dell' US EPA - <https://www.epa.gov/bmds>
- PROAST del RIVM (Dutch National Institute for Public Health and the Environment) - <https://www.rivm.nl/en/proast>

Per l'utilizzo di tali software sono necessari alcuni prerequisiti sui dati di input:

- devono essere espressi in quantili o come funzione continua,
- deve essere evidente un trend dose-risposta chiaro,
- set di dati con risposte solo ad alte dosi non sono in genere adeguati,
- in caso di utilizzo di dati epidemiologici le serie devono essere complete e rappresentative.

Gli step di analisi di tali modelli presentano inoltre fasi nell'ambito delle quali possono essere effettuate scelte diverse su funzioni o parametri statistici da applicare.

La sensibilità dell'operatore in relazione alla selezione dei dati di input, unitamente alla definizione dei vari step di calcolo, possono quindi portare a definizione di BMD anche molto diverse fra loro. Tale variabilità di risultati può essere contenuta mediante l'adozione di specifiche linee guida, o mediante la definizione di BMD a cura di enti pubblici / organizzazioni ufficiali.

Nel caso di utilizzo di dati tossicologici sono disponibili linee guida EPA. Non risultano disponibili linee guida per utilizzo di dati epidemiologici. A livello europeo le Linee Guida EFSA ("Update: use of the benchmark dose approach in risk assessment", par. 2.5.8., EFSA 2016) dichiarano che, sebbene in linea di principio le BMD siano desumibili anche da dati epidemiologici, risulta necessario definire una linea guida ad hoc.

Come anticipato inoltre, sempre da fonti EU (SCCS, SCHER e SCENIHR) si afferma che l'utilizzo di dati epidemiologici in riferimento all'inquinamento atmosferico non permette di valutare in dettaglio gli effetti interattivi derivanti da l'esposizione ad una miscela complessa che varia spazialmente e temporalmente. Infatti in molti casi vi è un effetto di covarianza dei diversi inquinanti a seconda della fonte di emissione e dalle condizioni climatiche. Tale effetto dovrebbe essere esplicitato come effetto additivo. Inoltre la selezione dei dati epidemiologici utili dovrebbe essere basata su popolazioni sufficientemente comparabili (Mauderly e Samet, 2009).

La formula per il calcolo del rischio tossicologico di sostanze cancerogene è la seguente:

$$R = LADD \times CSF \quad [3]$$

dove:

R = **Rischio o ELCR** (*Estimated Lifetime Cancer Risk*), definito come la probabilità incrementale dell'insorgenza di casi di tumore nel corso della vita, causati dall'esposizione alla sostanza cancerogena in studio;

LADD= **Lifetime Average Daily Dose**, espressa in mg/(kg giorno);

CSF = **Potere cancerogeno di una sostanza (Cancer Slope Factor)** e indica la probabilità incrementale di sviluppare un tumore se un individuo è esposto alla sostanza per tutta la vita. Esso è dato dalla pendenza della curva dose-risposta ed è espresso come incremento di probabilità [%] per mg di sostanza assunta al giorno e per unità di peso corporeo (mg/(kg giorno)).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
91 di 122

Anche in questo caso è indicato, ove pertinente, effettuare valutazioni di tipo aggregato (per diverse vie di esposizione) e cumulativo (per più sostanze).

US EPA "considers excess cancer risks that are below about 1 chance in 1,000,000 (1×10^{-6} or $1E-06$) to be so small as to be negligible, and risks above $1E-04$ to be sufficiently large that some sort of remediation is desirable" Risk Assessment Guidance for Superfund, 1989.

Tale soglie sono state riprese anche dalla normativa italiana in materia di siti contaminati. A seguire un estratto 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.

"Criteri di accettabilità del rischio cancerogeno e dell'indice di rischio

Si propone 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 tutte le sostanze cancerogene"

Il valore di 1×10^{-5} come soglia per le miscele viene inoltre riportato come riferimento nella metodologia descritta da ISPRA nella Delibera n. 55/2019 di approvazione del documento "Elementi metodologici per la valutazione del rischio associato all'esposizione a contaminanti multipli (...)".

Per quanto riguarda il rischio dovuto all'esposizione inalatoria, sono disponibili in letteratura anche dei coefficienti di rischio definiti *inhalation unit risk* (UR o IUR), che possono essere applicati direttamente alle concentrazioni atmosferiche, per ricavare la stima di rischio:

$$R = C_{\text{aria}} \times UR \quad [4]$$

dove:

C_{aria} = **Concentrazione atmosferica** del contaminante cui è esposta la popolazione, espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

UR = **Unit Risk inalatorio**, definito come il rischio incrementale risultante dall'esposizione continuativa per tutta la vita ad una concentrazione di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, espresso in $[\mu\text{g}/\text{m}^3]^{-1}$.

Nell'ambito della redazione delle Linee Guida ISPRA è stato implementato un algoritmo che, a partire dai dati epidemiologici disponibili, ha condotto alla determinazione dell'unità di rischio inalatorio (IUR) di contrarre un tumore al polmone per esposizione al particolato fine (PM 2.5) nella popolazione italiana (Appendice 1 delle Linee Guida ISPRA).

Secondo l'approccio proposto dal WHO, l'unità di rischio (UR o IUR), basata su studi epidemiologici, viene calcolata in base alla formula seguente:

$$IUR = \frac{P_0 \times (RR - 1)}{X} \quad [5]$$

dove:

P_0 = Rischio cumulativo di background di sviluppare un tumore nel corso della vita (0-70 anni) nell'ambito della popolazione considerata;

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas	DATA Settembre 2019	PROGETTO 195481	PAGINA 92 di 122
---	------------------------	--------------------	---------------------

RR = Rischio relativo di tumore per esposizione alla sostanza cancerogena stimato da studi epidemiologici;

X = Esposizione media della popolazione per tutta la vita (ovvero riferita a 24h/giorno, 365 giorni/anno).

Nel dettaglio:

- Il valore di P_0 è stato calcolato a partire dai tassi di incidenza età specifici riportati dal pool dei registri dell'Associazione italiana dei registri tumori (AIRTUM) ed è risultato pari a 0.0235.
- Il valore del RR di tumore polmonare associato ad incrementi di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM2.5, tratto dal risultato di una metanalisi di 18 studi epidemiologici, è stato individuato in 1,09 (IC95%: 1,04-1,14).
- L'esposizione della popolazione al particolato è continuativa (fattore X pari a 1)

Sulla base dell'equazione sopra indicata risulta che l'unità di rischio inalatorio incrementale per esposizione a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM2.5 è pari a:

$$\text{IUR} = 0,0235 \times (1,009 - 1) = 2,12 \times 10^{-4} \quad [6]$$

Per definizione l'unità di rischio inalatorio (IUR) incrementale per un agente cancerogeno in atmosfera rappresenta il rischio addizionale di sviluppare un tumore per tutta la vita, in una ipotetica popolazione, in cui tutti gli individui sono esposti continuamente, a partire dalla nascita e per tutta la vita, alla concentrazione di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di sostanza cancerogena presente nell'aria che respirano.

Il valore ottenuto indica che due casi incrementali di tumore del polmone su diecimila persone della popolazione italiana a seguito di un'esposizione per tutta la vita (0-70 anni) a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM2.5.

A conferma della scelta metodologica adottata, a seguire si riporta l'applicazione dell'albero decisionale (Scher 2012) indicato per il caso di risk assessment di miscele dalle Linee Guida VIS.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

DATA
Settembre 2019

PROGETTO
195481

PAGINA
93 di 122

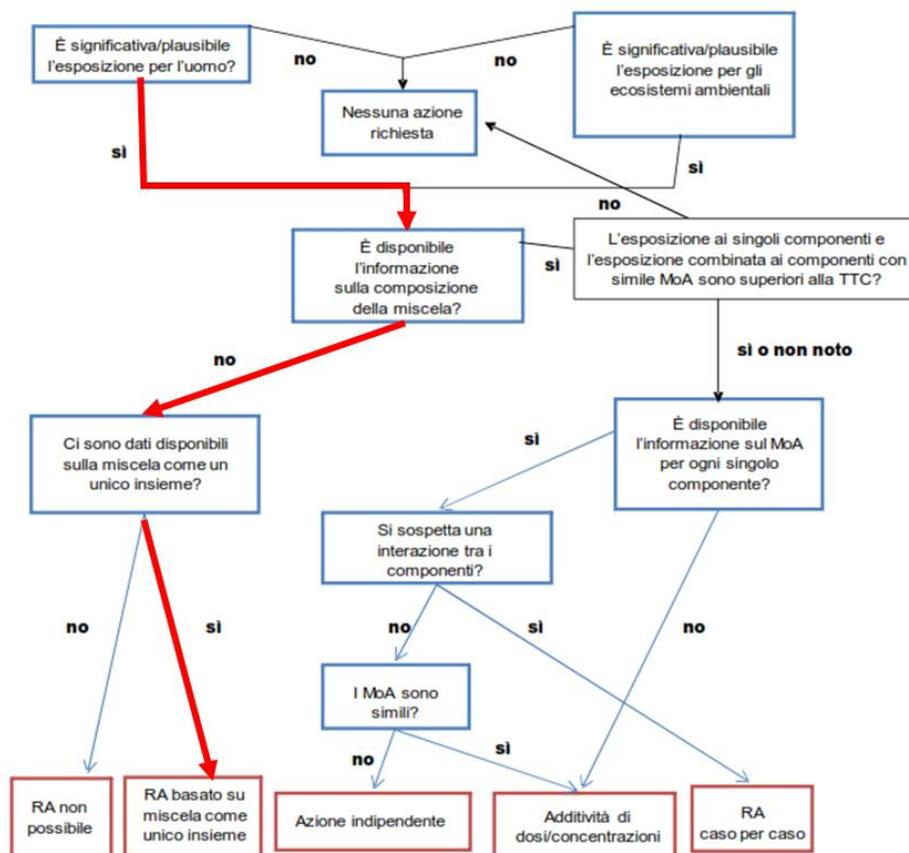


Figura 36: Albero decisionale (Schern, 2012) applicato al caso particolato secondario del caso in esame

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
94 di 122

2.1.2 Procedura di Risk Assessment Epidemiologico

Tale metodo è basato su un approccio epidemiologico e prevede lo sviluppo delle singole fasi di valutazione del rischio con le seguenti modalità:

- **Hazard Identification:** valutazione preliminare della pericolosità delle sostanze identificate mediante l'analisi del rapporto causale di associazione tra un agente e l'effetto avverso per la salute da questo determinato;
- **Dose-Response Assessment:** valutazione di una relazione di esposizione-risposta (incidenza);
- **Exposure Assessment:** valutazione dei dati quantitativi di misura e/o stima delle concentrazioni di esposizione o, quando non disponibili, individuazione di indicatori di esposizione ricostruendo gli scenari espositivi anche attraverso l'utilizzo di interviste (diari o questionari);
- **Risk Characterization:** gli indicatori di associazione tra esposizione della popolazione e effetto sulla salute derivanti dagli studi epidemiologici (studi di coorte, studi caso-controllo, etc.).

I metodi che si basano su dati epidemiologici e producono stime di natura epidemiologica da applicare nella fase di *Assessment* nell'ambito delle Linee Guida VIS possono essere distinti in:

- metodi per la stima del rischio attribuibile, e
- metodi per la produzione di indicatori di *burden of disease* per diversi scenari di esposizione.

I principali indicatori che è possibile stimare sono i casi attribuibili (AC) o i Disability-Adjusted Life Years (DALY).

Per il caso in esame si prevede di stimare i **casi attribuibili** in quanto nella metodologia DALY, come le stesse linee guida VIS indicano, appare critica la definizione dei pesi da assegnare alle singole patologie, al fine di derivare un indicatore unico attraverso l'unità di misura comune del tempo (anni di vita persa sommando gli effetti pesati delle mortalità precoce e delle conseguenze non fatali delle patologie).

I risultati degli studi epidemiologici forniscono una stima del **Rischio Relativo** (RR) di sviluppare un evento sanitario (decesso, ricovero ospedaliero) per gli esposti ad un determinato fattore ambientale quando confrontato con il rischio dei non esposti.

La procedura di **Health Impact Assessment (HIA)**, utilizza i RR derivanti dall'evidenza epidemiologica per:

- effettuare una stima degli eventi sanitari attribuibili alla differenza tra le concentrazioni osservate ed un valore di concentrazione di riferimento al di sotto del quale si ipotizza che l'effetto sanitario possa essere ritenuto trascurabile (*burden of disease*) (*approccio retrospettivo*);
- effettuare una stima degli eventi sanitari attribuibili ad un incremento (o diminuzione) delle concentrazioni osservate, dovuto all'attivazione (riduzione) di sorgenti emmissive (VIA, prospettico).

Perciò per condurre un HIA, occorre identificare:

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
95 di 122

- il valore di RR per l'effetto sanitario considerato derivato dalla funzione concentrazione risposta descritta nella letteratura più aggiornata;
- 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;
- i valori di esposizione della popolazione in studio, ovvero la differenza tra l'esposizione attuale e l'esposizione considerata di riferimento;
- l'occorrenza di base (*baseline*) dell'evento sanitario in studio, morbosità o mortalità nella popolazione di riferimento.

Il numero di casi attribuiti all'incremento di esposizione è calcolato mediante la seguente formula:

$$AC = (RR-1) \cdot Tasso_{pop} \cdot \Delta C \cdot Pop_{exp} \quad [7]$$

dove:

$AC =$ **Numero di casi** attribuibili all'esposizione in esame;

$(RR - 1) =$ **Eccesso di rischio** per unità di variazione della concentrazione/esposizione del fattore di rischio in esame;

$Tasso_{pop} =$ **Tasso di mortalità/morbosità/incidenza** al baseline nella popolazione target per l'effetto considerato

$\Delta C =$ **Variatione nelle concentrazioni/esposizioni** ambientali ante-post operam per la quale s'intende valutare l'effetto

$Pop_{exp} =$ **Dimensione della popolazione target.**

Per il calcolo dell'intervallo di confidenza della stima relativa al numero di casi attribuibili è necessario ripetere i calcoli sopra descritti utilizzando sia il limite inferiore che superiore del RR riportato nella letteratura di riferimento.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
96 di 122

2.1.3 Identificazione della procedura di valutazione applicata

In riferimento alle considerazioni metodologiche ed applicative per il caso in esame, a seguire si riporta una sintesi della procedura adottata per la valutazione del rischio sanitario in riferimento al progetto in esame

- **Approccio tossicologico o Human Health Risk Assessment (RA)**
 - per il calcolo degli effetti tossici dei contaminanti di NO₂, CO, NH₃ e particolato secondario (PM2.5 e PM10),
 - per il calcolo degli effetti cancerogeni del particolato secondario (PM 2.5).

Parametro	Tipo di rischio
NO ₂	Rischio tossico
NH ₃	Rischio tossico
Particolato secondario	Rischio tossico Rischio cancerogeno
CO	Rischio tossico

Tabella 18: Tipo di rischio associato ad ogni parametro

- **Approccio epidemiologico o Health Impact Assessment (HIA)**, mediante il quale viene calcolato l'aumento del numero di casi attribuibili corrispondente all'incremento della concentrazione per il calcolo degli effetti sanitari relativi al particolato secondario ed NO₂, unici inquinanti fra quelli analizzati per i quali l'evidenza epidemiologica di causalità sia sufficiente (Linee Guida VIIAS - Linee Guida VIS).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
97 di 122

2.1.4 Risultati modellistici per caratterizzazione degli scenari di esposizione

I dati di input per la valutazione dell'esposizione della popolazione interessata derivano dai risultati delle simulazioni effettuate da CESI nell'ambito dello studio "Emissioni degli inquinanti in atmosfera e valutazione delle ricadute sulla qualità dell'aria" allegato allo Studio di Impatto Ambientale.

A seguire viene riportata una tabella di sintesi delle elaborazioni CESI che mostra il confronto fra i valori simulati e i limiti di legge da D.Lgs. 155/2010 in riferimento agli scenari di progetto.

Parametro ⁽¹⁾	U.m.	Limite D. Lgs. 155/2010 ⁽⁵⁾	Area di 17 x 17 km ²			
			Valore massimo		Valore medio	
			Fase 1	Fase 2	Fase 1	Fase 2
NO ₂ – Conc. media annua	[µg/m ³]	40 (V.L.)	0.7	0.5	0.1	0.1
NO ₂ – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile	[µg/m ³]	200 (V.L.)	20.8	21.5	4.6	3.7
NO _x – Conc. media annua	[µg/m ³]	30 (L.C.)	0.7	0.6	0.1	0.1
PM ₁₀ – Conc. media annua ^{(2) (6)}	[µg/m ³]	40 (V.L.)	0.04	0.02	0.01	0.01
PM ₁₀ – Conc. giorn. superata 35 volte per anno civile ^{(2) (6)}	[µg/m ³]	50 (V.L.)	0.11	0.05	0.04	0.02
PM _{2,5} – Conc. media annua ^{(3) (6)}	[µg/m ³]	25 (V.L.)	0.04	0.02	0.01	0.01
SPM – Conc. media annua ⁽⁴⁾	[µg/m ³]	-	0.041	0.017	0.013	0.009
CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore	[mg/m ³]	10 (V.L.)	0.023	0.054	0.005	0.010

Tabella 19: Estratto da studio CESI (stima modellistica delle concentrazioni in atmosfera dei macroinquinanti normati nel punto di massima ricaduta)

Note

(1) I valori riportati in tabella rappresentano il massimo tra i singoli valori stimati per ciascun anno del triennio 2013-2015

(2) PM10 = Particolato primario e secondario

(3) PM2.5 = Particolato fine primario e secondario

(4) SPM = Particolato secondario

(5) L.C. = Livello Critico, V.L. = Valore Limite

(6) Per lo scenario di progetto, tutto il particolato è di tipo secondario

Come anticipato, lo studio di ricadute al suolo mostra valori di concentrazione in tutti i recettori delle griglie di calcolo (G1, G2 e G3) ampiamente inferiori ai relativi Standard di Qualità Ambientale (SQA) ai sensi del D.Lgs. 155/2010.

Come noto la definizione degli Standard di Qualità Ambientale normati deriva da valutazioni di impatto sanitario effettuate da organismi internazionali di riferimento (es. WHO) basate sull'integrazione di dati provenienti da studi epidemiologici, studi tossicologici sugli animali e studi di esposizione umana controllata. Pertanto l'ampio margine di rispetto delle ricadute del progetto rispetto a tali SQA permette di definire a priori come non significativo l'impatto sulla salute pubblica degli interventi proposti.

In ogni caso, il proponente ha definito di procedere cautelativamente con l'analisi secondo le Linee Guida VIS.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

DATA	PROGETTO	PAGINA
Settembre 2019	195481	98 di 122

In **Allegato 3** si riporta un estratto dallo studio CESI relativo alle seguenti tavole di iso-concentrazione

- Tavola AV-04.p1 - Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) - NO₂ - Concentrazione media annua
- Tavola AV-04.p2 - Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) - NO₂ - Concentrazione media annua
- Tavola AV-10.p1 - Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) - SPM - Concentrazione media annua
- Tavola AV-10.p2 - Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) - SPM - Concentrazione media annua
- Tavola AV-11.p1 - Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) - CO – Conc. media max giorn. calcolata su 8 ore
- Tavola AV-11.p2 - Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) - CO – Conc. media max giorn. calcolata su 8 ore

Le elaborazioni di risk assessment sono effettuate sulla base dei seguenti due set di dati, ritenuti come rappresentativi al fine di fornire una caratterizzazione dell'esposizione della popolazione all'interno dell'area di interesse:

- valori medi sui 3 anni calcolati sui nodi delle griglie di calcolo del modello Calpuff ubicati all'interno dell'area di indagine (40 km di lato con baricentro la centrale), i risultati saranno elaborati in termini di dati a livello comunale,
- timeseries dei valori medi giornalieri per i recettori rappresentativi individuati dallo studio CESI (centri ISTAT) la cui ubicazione è riportata in **Tavola 6**, i risultati saranno in termini puntuali sul singolo recettore rappresentativo.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell’unità a carbone esistente con nuova unità a gas

DATA	PROGETTO	PAGINA
Settembre 2019	19548I	99 di 122

2.1.5 Analisi delle incertezze

La stima degli effetti delle determinanti dirette sulla salute pubblica effettuata per la VIS costituisce una metodologia complessa di tipo previsionale che presenta intrinsecamente alcuni gradi di incertezza.

Appare implicito dunque che l’applicazione della metodologia VIS, come si legge peraltro dalle linee guida di valenza sia nazionale che internazionale, porta a dei risultati che debbano essere letti non in relazione al dato singolo ed assoluto, ma soprattutto con una valenza preventiva in termini di azioni future.

Nello sviluppo delle analisi per il caso in esame sono state comunque adottate le misure necessarie per definire e ridurre, ove possibile, i livelli di incertezza rilevati.

In particolare:

Incerteza strutturale

Tale incerteza si riferisce all’arbitrarietà nella definizione del modello di valutazione applicato e viene controllata valutando i risultati che si ottengono applicando modelli matematici differenti tra loro.

Nel presente studio VIS le valutazioni sono state effettuate usando metodologie ampiamente collaudate e le migliori evidenze scientifiche disponibili, in accordo con le norme, raccomandazioni e linee guida nazionali ed internazionali.

Le fonti bibliografiche sono state selezionate in riferimento all’autorevolezza scientifica e la valutazione di rischio è stata condotta usando modelli caratterizzati da validità scientifica ampiamente riconosciuta.

E’ in ogni caso importante precisare che la procedura di VIS è intrinsecamente connotata da un certo grado d’incerteza in ciascuna delle sue fasi.

Gli stessi rapporti dose-risposta tipicamente usati nelle analisi di rischio tossicologico presentano un livello di approssimazione, essendo derivati da studi epidemiologici e/o tossicologici che hanno limiti interni di precisione. Ulteriore elementi di incerteza sono inoltre rilevabili nella stima del rischio cumulativo.

Inoltre in riferimento a procedimenti autorizzativi in materia di VIA, nelle modalità di cui al presente studio, costituisce una procedura con limitati casi applicativi in riferimento alla metodologia proposta dal recente DM 27 marzo 2019 e relative Linee Guida.

I metodi disponibili riconosciuti dalle linee guida utilizzano formule matematiche derivate da estrapolazioni di studi epidemiologici condotti su popolazioni differenti in differenti contesti sanitari ed ambientali. RR

La scelta di ENEL di sviluppare la VIS mediante sia l’approccio tossicologico che l’approccio epidemiologico permette di minimizzare tale incerteza strutturale.

Incerteza modellistica

Le simulazioni modellistiche comportano inevitabilmente incertezze, in parte intrinseche del modello (es. impossibilità di descrivere perfettamente i fenomeni fisici e chimici; incerteza dovuta alla natura stocastica di fenomeni atmosferici), in parte dovute ai dati di ingresso su emissioni e parametri meteo-climatici.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas	DATA Settembre 2019	PROGETTO 195481	PAGINA 100 di 122
--	------------------------	--------------------	----------------------

L'utilizzo di modelli di simulazione delle emissioni in atmosfera (principale effetto valutato in ambito VIS) di valenza internazionale permettono di minimizzare l'incertezza dei risultati previsionali delle ricadute al suolo. Nel caso in esame è stata utilizzata come catena modellistica la seguente:

- Modello meteorologico:
 - WRF – Modello prognostico a mesoscala;
 - CALMET – Modello diagnostico.
- Modello di dispersione:
 - CALPUFF – Modello lagrangiano a puff.

Sia il modello WRF che il sistema modellistico CALPUFF (CALMET e CALPUFF) sono nella lista di modelli meteorologici preferiti/raccomandati da US-EPA¹.

CALPUFF è anche nell'elenco “Scheda 1: modelli da applicare nelle aree urbane ed a scala locale” della pubblicazione APAT CTN ACE, 2004 “I modelli per la valutazione e gestione della qualità dell'aria: normativa, strumenti, applicazioni”. Per ulteriori dettagli sui modelli si rimanda allo studio CESI “*Emissioni degli inquinanti in atmosfera e valutazione delle ricadute sulla qualità dell'aria*” allegato allo Studio di Impatto Ambientale.

Il modello è di tipo deterministico quindi le variabili di input assumono valori fissi, ed i risultati ottenuti non tengono in considerazione eventuali fattori di incertezza (al contrario dei modelli stocastici). In merito all'incertezza insita nelle stime modellistiche US EPA indica che i modelli in generale sono più affidabili per stime di concentrazioni medie di lungo periodo, piuttosto che per concentrazioni di breve periodo e che le stime relative ai massimi di concentrazione vanno ritenute ragionevolmente affidabili come ordine di grandezza. Sovrastima dei massimi dell'ordine del 10 fino al 40% sono citati come tipici.

La Direttiva Europea 2003/2/CE del 12 febbraio 2002 relativa all'ozono indica in Allegato VII, a titolo orientativo, i margini consentiti di incertezza dei metodi valutazione per Ozono, NO ed NO₂.

Tali valori sono stati poi ripresi ed integrati dalla successiva Direttiva 2008/50/CE del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa in Allegato I (si veda estratto a seguire).

¹ www.epa.gov/scram001/metmodel.htm
www.epa.gov/scram/air-quality-dispersion-modeling-preferred-and-recommended-models

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
101 di 122

	Biossido di zolfo, biossido di azoto e ossidi di azoto, monossido di carbonio	Benzene	Particolato (PM ₁₀ /PM _{2,5}) e piombo	Ozono e NO e NO ₂ connessi
Incertezza della modellizzazione:				
Medie orarie	50 %	—	—	50 %
Medie su otto ore	50 %	—	—	50 %
Medie giornaliere	50 %	—	da definire	—
Medie annuali	30 %	50 %	50 %	—
Stima obiettiva				
Incertezza	75 %	100 %	100 %	75 %

Tabella 20: Estratto Direttiva 2003/2/CE Allegato VII

La normativa italiana similmente (Allegato 1 del D.Lgs. 155/2010 "obiettivi di qualità dei dati") prevede un'incertezza del 30-50% per le medie annue del 50% per quelle orarie e giornaliere.

Al fine di effettuare una stima quantitativa dell'incertezza, è stato ipotizzato quindi di utilizzare un valore di incertezza delle stime ottenute pari al **±50%**, come valutazione estremamente cautelativa che possa in qualche modo inglobare tutte le tipologie di incertezze modellistiche presenti nelle valutazioni.

Incertezza statistica

La selezione dell'area di indagine, per quanto presenti Comuni con popolazione non elevata, costituisce nel totale un campione statistico rappresentativo, con un totale di 298.961 abitanti (ISTAT, 2011).

Le incertezze sopra identificate, unitamente ai relativi strumenti adottati per mitigarle e, ove ritenuto opportuno, quantificarle, permettono di ottenere un quadro sufficientemente esaustivo ed affidabile in termini di risultati ottenuti.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
102 di 122

2.2 Assessment tossicologico

2.2.1 Sostanze con rischio tossico

Per la valutazione del solo rischio tossico viene applicata la già citata formula [2] per la determinazione dell'Hazard Quotient,

$$HQ = C / RfC$$

C: Concentrazione di esposizione espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

RfC: Reference Concentration espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Per ciascun inquinante considerato sono stati analizzati i valori di *Inhalation Reference Concentration* (RfC) disponibili a livello di pubblicazioni e linee guida di riconosciuta valenza internazionale.

La principale fonte di riferimento per i valori di RfC sono le soglie indicate dall'Organizzazione Mondiale della Sanità nel documento "*WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxideb - Global update 2005, Summary of risk assessment*".

Per quanto riguarda l' NH_3 si fa riferimento alle procedure di risk assessment condotte dall'EPA. ("*Toxicological Review of Ammonia - Noncancer Inhalation*", 2016).

Rischio tossico			
Parametro		RfC [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Fonte
NO_2	media annua	40	WHO, 2005
NH_3	media annua	500	US EPA, 2016
PM2.5	media annua	10	WHO, 2005
PM10	media annua	20	WHO, 2005
CO	media 8h	10.000	WHO, 2000

Tabella 21: RfC associato ad ogni parametro di interesse

Gli indici sono stati calcolati con i dati di concentrazione riferiti alla media annua (ad eccezione del CO per il quale anche i riferimenti WHO sono sulle 8 ore), valori idonei ad esser utilizzati per la valutazione dell'esposizione sulla durata della vita dell'impianto.

Per la valutazione del rischio sanitario per il progetto in esame sono stati utilizzati i valori massimi delle medie sui 3 anni rilevati per Comune ed i valori massimi delle medie giornaliere sui 3 anni per i recettori rappresentativi tenendo conto dell'incertezza del 50% data dal modello utilizzato.

Le concentrazioni di input per le elaborazioni di valutazione del rischio sanitario sono riportate in dettaglio in **Allegato 4**.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas	DATA Settembre 2019	PROGETTO 195481	PAGINA 103 di 122
---	------------------------	--------------------	----------------------

I risultati di dettaglio delle elaborazioni effettuate sono riportate in **Allegato 5** in riferimento a:

- Fase 1 (fase intermedia) risultati per i territori comunali dell'area di interesse,
- Fase 1 (fase intermedia) risultati per i recettori rappresentativi dell'area di interesse,
- Fase 2 (post operam) risultati per i territori comunali dell'area di interesse,
- Fase 2 (post operam) risultati per i recettori rappresentativi dell'area di interesse.

I risultati sono riportati considerando sia il particolato secondario come PM10 che come PM2.5.

In tutti i **Comuni** presenti il rischio per entrambi gli assetti di progetto (Fase 1 e Fase 2) risulta essere **accettabile** sia in termini di singola sostanza ($HQ \leq 1$) che di indice cumulato ($HI \leq 1$).

In tutti i **recettori rappresentativi** analizzati il rischio per entrambi gli assetti di progetto (Fase 1 e Fase 2) risulta essere **accettabile** sia in termini di singola sostanza ($HQ \leq 1$) che di indice cumulato ($HI \leq 1$).

In tutti i **recettori sensibili** presenti il rischio per entrambi gli assetti di progetto (Fase 1 e Fase 2) risulta essere **accettabile** sia in termini di singola sostanza ($HQ \leq 1$) che di indice cumulato ($HI \leq 1$).

Occorre ancora una volta ricordare che nel passaggio dall'assetto attuale a quello di progetto (Fase 1 e Fase 2), è attesa una generale riduzione delle ricadute al suolo e pertanto l'**impatto sanitario** non potrà essere che **positivo**.

In termini grafici i risultati ottenuti come indice cumulato HI a livello di Comune sono riportati in **Tavola 7a** per la Fase 1 e **Tavola 7b** per la Fase 2, il cui estratto è riportato a seguire.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

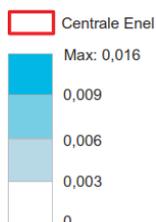
DATA
Settembre 2019

PROGETTO
195481

PAGINA
104 di 122



Legenda



VALORE SOGLIA: $HI \leq 1$

Figura 37: Curva di isolivello HI – Fase 1

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

DATA
Settembre 2019

PROGETTO
195481

PAGINA
105 di 122



Legenda



VALORE SOGLIA: $HI \leq 1$

Figura 38: Curva di isolivello HI – Fase 2

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
106 di 122

2.2.2 Sostanze con rischio cancerogeno

Nell'ottobre 2013 l'Agencia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) ha classificato l'inquinamento atmosferico e le polveri sottili come cancerogeni per l'essere umano (Gruppo 1) rilevando sufficienti evidenze per un'associazione causale con il tumore polmonare.

Come definito in precedenza, la valutazione del rischio per le sostanze cancerogene è data dalla formula [3]:

$$R = LADD \times CSF$$

E per quanto riguarda il rischio dovuto all'esposizione inalatoria, la stima di rischio è dalla formula [4] e descritta:

$$R = C_{aria} \times IUR$$

ove l'unità di rischio inalatorio incrementale per esposizione a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM2.5 (IUR) è pari a $2,12 \times 10^{-4}$ (Linee Guida VIIAS).

Per il calcolo dell'*Unit Risk* per la valutazione del rischio sanitario per le sostanze con rischio cancerogeno per il progetto in esame sono stati utilizzati i valori massimi/medi delle medie sui 3 anni rilevati per Comune ed i valori medi delle medie giornaliere sui 3 anni per i recettori rappresentativi tenendo conto dell'incertezza del 50% data dal modello utilizzato.

I risultati di dettaglio delle elaborazioni effettuate sono riportati in **Allegato 5** sia per Fase 1 che Fase 2 in termini di:

- risultati a livello di singolo Comune,
- risultati per singolo recettore rappresentativo individuato,
- risultati per singolo recettore sensibile individuato.

Come ampiamente discusso nella fase di Screening, il particolato atmosferico sia primario che secondario deve essere considerato come una miscela in funzione della sua composizione fortemente variabile sia temporalmente che territorialmente.

Pertanto la soglia di accettabilità, sulla base dei riferimenti indicati al precedente paragrafo 2.1.2, è fissata in 1×10^{-5} .

In tutti i **Comuni** presenti il rischio incrementale per entrambi gli assetti di progetto (Fase 1 e Fase 2) risulta essere inferiore alla soglia di 1×10^{-5} .

In termini grafici i risultati ottenuti in termini di curve di isorischio sono riportati in **Tavola 8a** per la Fase 1 e **Tavola 8b** per la Fase 2.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
107 di 122

In tutti i **recettori rappresentativi** analizzati il rischio incrementale per entrambi gli assetti di progetto (Fase 1 e Fase 2) risulta essere **inferiore alla soglia di 1×10^{-5}** .

In tutti i **recettori sensibili** presenti il rischio incrementale per entrambi gli assetti di progetto (Fase 1 e Fase 2) risulta essere **inferiore alla soglia di 1×10^{-5}** .

Come ulteriore elemento, al fine di valutare in maniera sostanziale i risultati ottenuti, a seguire si riporta la stima del rischio cancerogeno connesso all'esposizione ad una concentrazione di PM2.5 pari al limite di riferimento per la salute umana fissato da WHO ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

$$R = C_{\text{WHO}} \times \text{IUR} = 10 \times 2,12 \times 10^{-4} = 2,12 \times 10^{-3}$$

In tabella seguente un dettaglio di tali valutazioni.

INQUINANTE	FASE	R max in area di interesse	SOGLIA	R _{WHO}	R _{FASE} / R _{WHO} [%]
PM2.5	FASE 1	$8,74 \times 10^{-6}$	1×10^{-5}	$2,12 \times 10^{-3}$	0,4 %
	FASE 2	$3,70 \times 10^{-6}$			0,3 %

Tabella 22: Calcolo R cancerogeno con concentrazione PM2.5 pari al limite fissato da WHO

I valori massimi ottenuti per Fase 1 e Fase 2 nell'area di interesse risultano entrambi inferiori alla soglia di riferimento di 1×10^{-5} e molto inferiori rispetto al rischio stimato per lo standard di qualità dell'aria di riferimento pari a $2,12 \times 10^{-3}$ (< 1%).

Si ricorda infine che nell'assetto di progetto non è prevista emissioni di polveri dai camini di stabilimento (particolato primario), oltre ad una sostanziale riduzione dei contaminanti che possono concorrere alla formazione del particolato secondario, pertanto appare evidente come nel passaggio dall'assetto attuale a quello di progetto (Fase 1 e Fase 2), è attesa una generale riduzione delle ricadute al suolo di particolato atmosferico e pertanto l'**impatto sanitario** non potrà essere che **positivo**.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

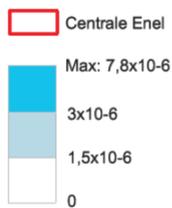
DATA
Settembre 2019

PROGETTO
195481

PAGINA
108 di 122



Legenda



VALORE SOGLIA: 1×10^{-5}

Figura 39: Curve di isorischio cancerogeno Fase 1

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

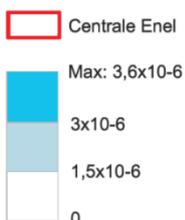
DATA
Settembre 2019

PROGETTO
195481

PAGINA
109 di 122



Legenda



VALORE SOGLIA: 1×10^{-5}

Figura 40: Curve di isorischio cancerogeno Fase 2

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
110 di 122

2.3 Assessment epidemiologico

Approccio epidemiologico (HIA):

Come descritto in precedenza, mediante l'approccio epidemiologico (HIA) si procede con la stima dei casi attribuibili.

Il numero di casi attribuiti all'incremento di esposizione è calcolato mediante la già citata formula [7]:

$$AC = (RR-1) \cdot Tasso_{pop} \cdot \Delta C \cdot Pop_{exp}$$

Nella definizione delle funzioni di rischio relativo (RR), come indicato dalle Linee Guida VIS, i principali riferimenti sono le valutazioni emerse nel corso del Progetto VIIAS e quanto indicato dalle Linee Guida VIIAS (tabella 4.2 pagg. 31-32). Ad integrazione dei riferimenti citati è stato considerato quanto riportato nel report WHO - HRAPIE “Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project” del 2016.

I parametri di rischio relativo (RR), riferiti ad un incremento della concentrazione di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, desunti dalla letteratura ed utilizzati per il calcolo, sono riportati nella tabella seguente.

TIPO DI EFFETTO	INQUINANTE/EFFETTO	RR (95%IC)	FONTE	NOTE
LUNGO TERMINE (media annua)	PM2.5			
	Mortalità totale	1.062 (1.040-1.083)	LG VIIAS (Hoek <i>et al.</i> 2013)	> 30 anni Da applicare a medie annue
	Mortalità cardiovascolare	1.10 (1.05-1.15)	Progetto VIIAS (Hoek <i>et al.</i> , 2014)	
	Malattie respiratorie	1.10 (0.98-1.24)	Progetto VIIAS (Hoek <i>et al.</i> , 2014)	
	Incidenza Tumore polmoni	1.09 (1.04-1.14)	Progetto VIIAS (Hoek <i>et al.</i> , 2014)	Da applicare a medie annue
	NO₂			
Mortalità totale	1.055 (1.031-1.080)	Linee Guida e Progetto VIIAS (Hoek <i>et al.</i> , 2013)	> 30 anni Da applicare a medie annue	
BREVE TERMINE	PM2.5			
	Ricoveri per cause cardiovascolari	1.0091 (0.9982-1.00402)	HRAPIE 2013	Da applicare a massimo medie giornaliere
	NO₂			
Ricoveri per cause respiratorie	1.0015 (0.9992-1.0038)	HRAPIE 2013	Da applicare a massimo medie giornaliere	

Tabella 23: RR desunti dalla letteratura

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas	DATA Settembre 2019	PROGETTO 19548I	PAGINA 111 di 122
---	------------------------	--------------------	----------------------

Le seguenti premesse sono fondamentali per introdurre i risultati ottenuti:

- l'applicazione delle funzioni RR è rappresentativa in caso di incrementi almeno pari alla soglia di 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ indicata.
- Tutti i valori di ricaduta al suolo sono significativamente inferiori nei due assetti futuri rispetto all'assetto attuale
- Il ΔC è da considerarsi quindi come riduzione dei valori di ricaduta/esposizione nel passaggio dall'assetto attuale all'assetto futuro; essendo questo un termine moltiplicativo, comporta che in generale è sempre attesa una riduzione dei casi attribuibili rispetto all'assetto attuale, con conseguente **impatto positivo**.
- In via conservativa, le valutazioni effettuate si riferiscono al solo assetto post-operam, andando a valutare dunque come impatto incrementale rispetto al contesto di inserimento dell'opera.

Le Linee Guida VIS non riportano alcun riferimento in merito a soglie di accettabilità o da criteri per poter valutare i risultati ottenuti dall'indagine.

Tale limite viene superato nell'ambito del presente studio ponendo a confronto i casi attribuibili calcolati in riferimento agli standard di qualità dell'aria WHO con quelli ottenuti dalle valutazioni per il caso in oggetto.

I risultati di dettaglio delle elaborazioni effettuate sia per Fase 1 che Fase 2 sono riportati in **Allegato 6** in termini di:

- Stima dei casi attribuibili per mortalità nei territori comunali per popolazione totale, maschi e femmine (> 30 anni, dati ISTAT 2011).
- Stima dei casi attribuibili per ospedalizzazioni nei recettori rappresentativi, associati poi al relativo comune di appartenenza, per popolazione totale, maschi e femmine (dati ISTAT 2011).
- Stima dell'incidenza tumorale a livello di porzioni regionali ricadenti nell'area di interesse (dati ISTAT 2011).

I tassi utilizzati sono stati reperiti da ISTAT e si riferiscono al periodo 2011-2016 per la mortalità totale e 2012-2015 per le ospedalizzazioni. Per la mortalità da malattie respiratorie correlata ad esposizione a PM 2.5, si è ritenuto utile considerare anche i casi derivanti da “Tumore maligno della trachea, dei bronchi e del polmone” (codice ICD 10: C33-C34).

In ottemperanza al dettato legislativo sulla tutela della privacy per ISTAT non è possibile diffondere elaborazioni sulle singole cause di morte, sesso e classi d'età per singolo comune. La numerosità troppo esigua nei singoli incroci di variabili potrebbe infatti mettere a rischio di identificabilità i deceduti.

Pertanto per la stima dei casi attribuibili per mortalità cardiovascolare e malattie respiratorie, non avendo a disposizione il dato comunale per classe di età (> 30 anni), è stato utilizzato il tasso disponibile a livello provinciale, sempre per la stessa classe di età. Si fa presente che nel tasso per mortalità da malattie respiratorie sono inclusi i casi da tumore maligno della trachea, dei bronchi e del polmone.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
19548I

 PAGINA
112 di 122

In riferimento ai casi attribuibili di incidenza tumorale, non avendo a disposizione il registro tumori, sono state effettuate valutazioni conservative utilizzando il valore di incidenza regionale per il periodo 2011-2015 (fonte: Fondazione IRCCS Istituto Nazionale dei Tumori di Milano e ISS).

A seguire si riportano due tabelle di confronto, rispettivamente per Fase 1 e Fase 2, fra il valore massimo di casi attribuibili ottenuti per ciascun inquinante / effetto sanitario per il progetto ed il relativo valore di casi attribuibili in riferimento ad un'esposizione pari alla concentrazione massima ammessa dalla normativa vigente.

INQUINANTE/EFFETTO	CASO	AREA	CASI ATTRIBUIBILI DA SQA WHO / 10.000 ab.	CASI ATTRIBUIBILI FASE 1 / 10.000 ab.	% CA FASE 1 / CA SQA WHO
NO2 Mortalità totale	Totale	Portovenere	44,4	0,77	1,7%
	Maschi		39,6	0,78	2,0%
	Femmine		44,9	0,76	1,7%
PM2.5 Mortalità per cause cardiovascolari	Totale	Portovenere	6,7	0,028	0,4%
	Maschi		5,7	0,023	0,4%
	Femmine		7,6	0,031	0,4%
PM2.5 Mortalità per cause respiratorie	Totale	Portovenere	2,4	0,01	0,4%
	Maschi		3,3	0,01	0,4%
	Femmine		1,6	0,01	0,4%
PM2.5 Ospedalizzazioni per cause cardiovascolari (1)	Totale	Ric 17- La Spezia	12,5	0,098	0,8%
	Maschi		14,0	0,110	0,8%
	Femmine		11,1	0,087	0,8%
NO2 Ospedalizzazioni per cause respiratorie (1)	Totale	Rec 31 - Riccò del Golfo	3,9	0,10	2,6%
	Maschi		4,6	0,12	2,6%
	Femmine		3,2	0,08	2,6%
PM2.5 Incidenza tumore polmone	Totale	Portovenere	0,2	0,0015	0,7%
	Maschi		0,3	0,0023	0,7%
	Femmine		0,1	0,0009	0,7%

Tabella 24: CA da esposizione pari alla concentrazione max ammessa da normativa (Fase 1)

Nota:

- (1) La relativa funzione di rischio relativo (RR) si basa su valori di concentrazione medi giornalieri. Per il confronto con l'SQA è stato considerato per PM2.5 il 35° percentile delle medie giornaliere PM10 da D.Lgs. 155/2010 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mentre per NO2 è stato considerato il limite del 99,8° delle medie orarie ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$). In assenza di altri valori di riferimento questi sono da considerarsi dello stesso ordine di grandezza di un massimo delle medie giornaliere per i due inquinanti in oggetto.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
113 di 122

INQUINANTE/EFFETTO	CASO	AREA	CASI ATTRIBUIBILI DA SQA WHO / 10.000 ab.	CASI ATTRIBUIBILI FASE 2 / 10.000 ab.	% CA FASE 2 / CA SQA WHO
NO2 Mortalità totale	Totale	La Spezia	39,6	0,48	1,2%
	Maschi		38,5	0,47	1,2%
	Femmine		40,6	0,49	1,2%
PM2.5 Mortalità per cause cardiovascolari	Totale	La Spezia	6,7	0,012	0,2%
	Maschi		5,7	0,010	0,2%
	Femmine		7,6	0,013	0,2%
PM2.5 Mortalità per cause respiratorie	Totale	La Spezia	2,4	0,004	0,2%
	Maschi		3,3	0,006	0,2%
	Femmine		1,6	0,003	0,2%
PM2.5 Ospedalizzazioni per cause cardiovascolari (1)	Totale	Rec 3 - Ameglia	13,7	0,033	0,2%
	Maschi		16,6	0,041	0,2%
	Femmine		11,1	0,027	0,2%
NO2 Ospedalizzazioni per cause respiratorie (1)	Totale	Rec 3 - Ameglia	5,5	0,14	2,5%
	Maschi		6,4	0,16	2,5%
	Femmine		4,7	0,12	2,5%
PM2.5 Incidenza tumore polmone	Totale	La Spezia	0,2	0,0006	0,3%
	Maschi		0,3	0,0010	0,3%
	Femmine		0,1	0,0004	0,3%

Tabella 25: CA da esposizione pari alla concentrazione max ammessa da normativa (Fase 2)

Nota:

- (2) La relativa funzione di rischio relativo (RR) si basa su valori di concentrazione medi giornalieri. Per il confronto con l'SQA è stato considerato per PM2.5 il 35° percentile delle medie giornaliera PM10 da D.Lgs. 155/2010 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mentre per NO₂ è stato considerato il limite del 99,8° delle medie orarie ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$). In assenza di altri valori di riferimento questi sono da considerarsi dello stesso ordine di grandezza di un massimo delle medie giornaliere per i due inquinanti in oggetto.

Come anticipato, essendo previste riduzioni delle emissioni di polveri sottili nel passaggio dall'assetto ante operam a quello post operam, l'impatto sanitario atteso è sicuramente positivo.

In ogni caso i dati riportati mostrano nettamente che **i livelli di casi attribuibili ottenuti per l'esposizione alle emissioni del progetto in esame (considerare in via estremamente conservativa)**. Sebbene non esplicitamente previsto dalla nuova L.G. ISTISAN19/9, i casi attribuibili sono stati calcolati solo per l'assetto post operam e considerati come incrementali rispetto all'opzione 0. I dati riportati mostrano nettamente che **i livelli di casi attribuibili ottenuti per l'esposizione alle emissioni del progetto in esame sono scarsamente significativi** (circa 2-3 ordini di grandezza inferiori) **se confrontati con quelli ottenuti considerando la concentrazione da SQA.**

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

DATA
Settembre 2019PROGETTO
19548IPAGINA
114 di 122

Analizzando infine i dati riportati in **Allegato 6** si rilevano dei casi attribuibili negativi (ricoveri per cause respiratorie – NO₂, Ricoveri per cause cardiovascolari – PM2.5, mortalità per cause respiratorie – PM2.5). Questi risultati derivano dal fatto che la soglia inferiore dell'intervallo di confidenza 95% della funzione di rischio relativo RR è un valore < 1 e pertanto esso non costituisce di fatto più un fattore di rischio ma un fattore di protezione. Ciò significa che in una porzione statisticamente significativa degli studi epidemiologici analizzati per la determinazione delle funzioni in oggetto, all'aumentare della concentrazione di esposizione del relativo inquinante è stata registrata una diminuzione dei casi attesi.

Quanto riportato sopra mostra ancora una volta i limiti dell'applicazione in termini assoluti della metodologia epidemiologica previsionale: essa costituisce di fatto uno strumento utile nella Valutazione di Impatto Sanitario, la cui finalità deve essere però limitata alla comparazione di più alternative progettuali e/o alla definizione di un giudizio qualitativo dell'impatto sanitario del progetto in relazione al contesto di inserimento per eventuali azioni di monitoraggio future.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell’unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
115 di 122

2.4 Valutazione delle altre determinanti sulla salute

Come richiesto dalle Linee Guida VIS e stata effettuata una valutazione semi-qualitativa del rischio e dell’opportunità su determinanti agenti in via indiretta sulla salute (stile di vita, fattori socio-economici, etc.) in relazione all’area di potenziale influenza del progetto.

I risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente. Il raggio territoriale degli effetti è in prima battuta di tipo sovracomunale, con potenziali interazioni anche a livello regionale e nazionale.

DETERMINANTI		Valutazione RISCHIO degli impatti del PROGETTO sulla determinante	Valutazione OPPORTUNITA' degli impatti del PROGETTO sulla determinante
COMPORTAMENTI E STILI DI VITA	Fumo ed alcool	BASSO	BASSA
	Abitudini alimentari e sedentarietà	BASSO	BASSA
ASPETTI SOCIO ECONOMICI	Livello di istruzione	BASSO	MEDIA
	Livello di occupazione/disoccupazione	BASSO	MEDIA
	Livello di reddito	BASSO	MEDIA
	Diseguaglianza sociale ed economica	BASSO	BASSA
	Tasso di criminalità	BASSO	BASSA
SERVIZI	Accesso ai servizi	BASSO	MEDIA
	Disponibilità di infrastrutture adeguate	BASSO	ALTA

Tabella 26: Rischio - opportunità data dai determinanti indiretti sulla salute

Il bilancio globale mostra l’assenza di rischi per le determinanti indirette sulla salute a fronte di rilevanti opportunità per alcune determinanti direttamente interessate dagli effetti positivi sul contesto socio-economico dati dall’iniziativa in progetto sia a livello locale che a livello nazionale.

La valutazione completa è riportata in **Allegato 7**.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell’unità a carbone esistente con nuova unità a gas

DATA	PROGETTO	PAGINA
Settembre 2019	195481	116 di 122

3. MONITORAGGIO SANITARIO

Il Piano di Monitoraggio Ambientale previsto in ambito di Valutazione di Impatto Ambientale già include il controllo degli effetti significativi sull’ambiente derivanti dalla realizzazione e funzionamento dell’opera per i quali è stata stabilita una potenziale relazione con effetti sanitari.

Per il caso in esame, prevedendo in generale **impatti positivi sulla componente sanitaria**, come principio di cautela, è possibile proporre un aggiornamento degli indicatori sanitari analizzati al fine di verificare le previsioni generali di valutazione di impatto formulate.

L’obiettivo dell’azione di monitoraggio in generale è anche quella di segnalare tempestivamente un’indesiderata evoluzione di effetti non previsti o previsti con caratteristiche diverse.

Sulla base della valutazione effettuata nella presente analisi si propone di effettuare un aggiornamento con **frequenza quadriennale** dei seguenti indicatori sanitari per l’area di interesse e la popolazione esposta identificata:

- Mortalità totale;
- Mortalità per cause cardiovascolari;
- Mortalità per cause respiratorie;
- Ricoveri per cause respiratorie;
- Ricoveri per cause cardiache.

Al momento dell’avvio di un registro tumori, potrà esser inserito anche l’indicatore “Incidenza tumorale – tumore al polmone”.

Si rimanda ad accordi successivi con gli organismi territoriali per definire i rispettivi ruoli, le procedure e i tempi, nonché le risorse necessarie per la sua attuazione.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
117 di 122

4. CONCLUSIONI

La Società Enel Produzione S.p.A. ha in progetto per la Centrale "Eugenio Montale" di La Spezia interventi di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas.

L'obiettivo principale di tale progetto è quello di proporre una tecnologia di combustione capace di garantire la compatibilità ambientale delle emissioni generate e delle tecnologie impiegate in accordo con le BAT (Best Available Techniques) di riferimento, con l'obiettivo al contempo di salvaguardare l'adeguatezza del sistema elettrico nazionale, la qualità del servizio locale e la stabilità di rete richiesta, preservando il più possibile la struttura impiantistica esistente.

Nel presente documento è stata sviluppata la Valutazione dell'Impatto Sanitario (VIS) per le attività in progetto in riferimento alla metodologia proposta dalle "Linee guida concernenti la Valutazione di Impatto Sanitario" approvate con Decreto Ministero della Salute del 27 marzo 2019

E' stata effettuata una stima degli impatti ambientali attesi, identificando le emissioni continue in atmosfera (dovute ai camini asserviti ai nuovi cicli combinati) come l'impatto prevalente da indagare ed analizzare in ambito VIS.

L'analisi per l'identificazione dei fattori di rischio legati al progetto è stata sviluppata mediante la definizione di un **Modello Concettuale Ambientale e Sanitario** (MCAS) finalizzato alla schematizzazione delle relazioni tra la realizzazione e l'esercizio delle opere in progetto, le componenti ambientali, i percorsi di esposizione ed i bersagli umani.

La valutazione ha portato all'identificazione degli **inquinanti indice** (ossidi di azoto, monossido di carbonio, ammoniaca e particolato secondario), delle **vie di esposizione rilevanti** (percorso inalatorio), degli **effetti sanitari di interesse** (effetti sanitari a carico del sistema respiratorio, ed effetti sanitari a carico del sistema cardiocircolatorio) e della **popolazione esposta**: (popolazione residente e recettori sensibili in un'area quadrata di lato pari a 40 km centrata nel baricentro degli interventi).

L'analisi delle caratteristiche tossicologiche ed i possibili impatti sulla popolazione dei contaminanti associati alle attività previste dal progetto, anche in relazione ai dati disponibili, hanno portato alla definizione dei seguenti **indicatori sanitari**: Mortalità, Ospedalizzazioni e Incidenza tumorale.

La caratterizzazione dello stato di salute nell'assetto ante-operam è stata effettuata integrando uno studio epidemiologico ad hoc, a cura del Dipartimento di Biomedicina e Prevenzione dell'Università Tor Vergata di Roma, con i risultati dei principali studi epidemiologici delle ASL locali disponibili per l'area in esame. Tale valutazione è stata integrata con un quadro di dettaglio sulle condizioni socio economiche della popolazione esposta.

Occorre premettere che l'ampio margine di rispetto delle ricadute del progetto rispetto a tali SQA permette di definire a priori come non significativo l'impatto sulla salute pubblica degli interventi proposti.

In ogni caso, in via conservativa, è stata effettuata una valutazione del rischio sanitario mediante assessment tossicologico che assessment epidemiologico.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

DATA
Settembre 2019PROGETTO
195481PAGINA
118 di 122

Tutte le valutazioni effettuate (sia a livello di popolazione residente che a livello di recettori sensibili) per entrambi gli assetti di progetto (Fase 1 e Fase 2) hanno mostrato un rischio incrementale accettabile sia per le sostanze a rischio tossico che per quelle a rischio cancerogeno.

I risultati dell'assessment epidemiologico mostrano che i livelli di casi attribuibili, (sebbene non esplicitamente previsto dalla nuova L.G. ISTISAN19/9, sono stati calcolati solo per l'assetto post operam e considerati come incrementali rispetto all'opzione 0), ottenuti per l'esposizione alle emissioni del progetto in esame sono scarsamente significativi (circa 2-3 ordini di grandezza inferiori) se confrontati con quelli ottenuti considerando la concentrazione da SQA.

L'analisi è proseguita mediante una valutazione semi-qualitativa del rischio e dell'opportunità su determinanti agenti in via indiretta sulla salute (stile di vita, fattori socio-economici, etc.) in relazione all'area di potenziale influenza del progetto.

Il bilancio globale mostra l'assenza di rischi per le determinanti indirette sulla salute a fronte di rilevanti opportunità per alcune determinanti direttamente interessate dagli effetti positivi sul contesto socio-economico dati dall'iniziativa in progetto sia a livello locale che a livello nazionale.

Nonostante l'analisi abbia mostrato **impatti positivi sulla componente sanitaria**, come principio di cautela, ENEL ha ritenuto opportuno proporre un monitoraggio periodico degli indicatori sanitari analizzati nel presente studio, al fine di verificare le previsioni generali di valutazione di impatto formulate.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

 DATA
Settembre 2019

 PROGETTO
195481

 PAGINA
119 di 122

FONTI UTILIZZATE

- Achilleos S., Kioumourtzoglou M.A., Chih-DaWu, Schwartz J.D., Koutrakis P., Papatheodorou S.I., 2017. *Acute effects of fine particulate matter constituents on mortality: A systematic review and meta-regression analysis*. *Environment International*, Volume 109, Pages 89-100.
- A. Floreani, A. Zorzet, 2016. *Stima dell'esposizione e del calcolo del rischio inalatorio nell'analisi di rischio sito specifica: confronto fra diverse linee guida e software*. *Ingegneria dell'Ambiente* Vol. 3 n. 4/2016.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry, U.S. Department of Health and Human Services) *Toxicological profile for Carbon Monoxide*, 2012
- AIOM, AIRTUM I numeri del cancro in Italia 2018 – i dati regionali, 2018
- APAT CTN ACEI modelli per la valutazione e gestione della qualità dell'aria: normativa, strumenti, applicazioni, 2004
- ARPA Emilia-Romagna La dose soglia nel contesto regolatorio: prevenzione o protezione, 2017
- ASL5, Analisi della mortalità non oncologica nell'ASL 5 “Spezzino”- Periodo 1988-2006, 2015
- ASL5, Analisi dei ricoveri ospedalieri in ASL5 “Spezzino” - Periodo 2000-2013, 2016
- Azienda USL Toscana Nord Ovest, Relazione sanitaria 2018
- Bachmann, J.D., Damberg, R.J., Caldwell, J.C., Edwards, C., and Koman, P.D, 1996. Review of the national ambient air quality standards for particulate matter: Policy assessment of scientific and technical information. OAQPS staff paper. Final report.
- Baldacci S., Maio S., Cerrai S., Sarno G., Baiz N., Simoni M., Annesi-Maesano I., Viegi G., 2015. Allergy and asthma: Effects of the exposure to particulate matter and biological allergens. *Respiratory Medicine*, Volume 109, Issue 9, Pages 1089–1104.
- Barton H, Grant M. A health map for the local human habitat. *The Journal for the Royal Society for the Promotion of Health* 2006;126(6):252-3.
- Behera S.N., Sharma M., Aneja V.P., Balasubramanian R. Ammonia in the atmosphere: a review on emission sources, atmospheric chemistry and deposition on terrestrial bodies. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2013 Nov;20(11):8092-131.
- Boffetta P, Jourenkova N, Gustavsson P. Cancer risk from occupational and environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons. *Cancer Causes Control* 1997;8(3):444-72
- Borlè F., Yzermans C.J., Aalders B., Rooijackers J., Krop E., Maassen C.B.M., Schellevis F., Brunekreef B., Heederik D., Smit L.A.M. Air Pollution from Livestock Farms Is Associated with Airway Obstruction in Neighboring Residents. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017 Nov 1;196(9):1152-1161.
- Brunekreef B, Holgate ST. Air pollution and health. *Lancet* 2002;360(9341):1233-42. 68.
- CAFE, 2005. Clean Air For Europe. Baseline scenarios for the Clean Air For Europe (CAFE) Programme
- Camera di Commercio di Massa - Carrara, Rapporto Economia Massa – Carrara, 2018
- Camera di Commercio Riviera di Liguria, Rapporto Statistico Annuale Imperia La Spezia Savona, 2017
- Ciccone G., Faggiano F., Falasca P., 1995. SO2 air pollution and hospital admissions in Ravenna: a case-control study. *Epidemiologia e Prevenzione*, 19(62):99-104.
- Close L.G., Catlin F.I., Cohn A.M. Acute and Chronic Effects of Ammonia Burns of the Respiratory Tract. *Arch Otolaryngol*. 1980;106(3):151-158.
- Commissione Europea, Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects, 2014.
- DFG, Deutsche Forschungsgemeinschaft (2014), The MAK-Collection Part I, MAK Value Documentations, 37p, 2014
- E. Dogliotti, L. Achene, E. Beccaloni, M. Carere, P Comba, R. Crebelli, I. Lacchetti, R. Pasetto, M.E. Soggiu, E. Testai Linee Guida per la valutazione di impatto sanitario (D.Lgs. 104/2017), Rapporto ISTISAN 19/9, 2019
- EFSA Scientific Committee Update: Use of the benchmark dose approach in risk assessment, 2016.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas	DATA Settembre 2019	PROGETTO 195481	PAGINA 120 di 122
--	------------------------	--------------------	----------------------

- EFSA (European Food Safety Authority) and WHO (World Health Organization), 2016. Review of the Threshold of Toxicological Concern (TTC) approach and development of new TTC decision tree. EFSA supporting publication 2016: EN-1006. 50 pp. (<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/sp.efsa.2016.EN-1006>).
- Escher, S.E., Tluczkiwicz, I., Batke, M., Bitsch, A., Melber, C., Kroese, E.D., Buist, H.E Mangelsdorf, I., 2010. Evaluation of inhalation TTC values with the database RepDose Regul. Toxicol. Pharmacol. 58 (2), 259-274.
- EU Scientific Committee on Consumer Safety SCCS The SCCS's notes of guidance for the testing of cosmetic substances and their safety evaluation - 8th revision, 2012.
- EU Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS) Scientific Committee on Health and Environmental Risks (SCHER) Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR) Toxicity and Assessment of Chemical Mixtures (Preliminary Opinion approved for Public Consultation), 2011.
- Fehr R, Viliani F, Nowacki J, Martuzzi M, editors (2014). Health in Impact Assessments: Opportunities not to be missed. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
- Fenters J.D., Findlay J.C., Port C.D., Ehrlich R., Coffin D. L., 2013. Chronic Exposure to Nitrogen Dioxide. Archives of Environmental Health: An International Journal, 27:2, 85-89.
- Folinsbee L.J., 1989. Human health effects of exposure to airborne acid. Environ Health Perspect, 79: 195–199.
- Forastiere, Faustini, 2009 Inquinamento ed effetti a breve termine sulla salute: dai progetti di ricerca alla sorveglianza epidemiologica, Progetto EPIAIR
- GBD 2016 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. Lancet 2017;390(10100):1211-1259. ([https://www.thelancet.com/cms/10.1016/S0140-6736\(17\)32154-2/attachment/52b63b24-df1c-49ea-b9e4-1b51cbc697bd/mmc1.pdf](https://www.thelancet.com/cms/10.1016/S0140-6736(17)32154-2/attachment/52b63b24-df1c-49ea-b9e4-1b51cbc697bd/mmc1.pdf)).
- Greenberg N., Carel R.S., Derazne E., Tiktinsky A., Tzur D., Portnov B.A., 2017. Modeling long-term effects attributed to nitrogen dioxide (NO2) and sulfur dioxide (SO2) exposure on asthma morbidity in a nationwide cohort in Israel. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A Volume 80, Issue 6.
- Haagsma JA, Polinder S, Cassini A, Colzani E, Havelaar AH. Review of disability weight studies: comparison of methodological choices and values. Popul Health Metr. 2014;12:20.
- Hamra et al. Environmental Health Perspectives 2014.
- Harari S., Madotto F., Caminati A., Conti S., Cesana G., 2016. Epidemiology of Idiopathic Pulmonary Fibrosis in Northern Italy. PLoS ONE 112: e0147072.
- Hlastala M.P., McKenna H.P., Franada R.L., Detter J.C., 1976. Influence of carbon monoxide on hemoglobin-oxygen binding. Journal of Applied Physiology, Volume 41 Issue 6, Pages 893-899.
- Hoek G, Forastiere F et al. Updated exposure-response functions available for estimating mortality impacts, WHO Expert Meeting: report 2014.
- http://ec.europa.eu/environment/air/cafe/general/pdf/cafe_lot1.pdf
- International Agency for Research on Cancer (IARC). Outdoor Air Pollution. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans. Volume 109 Lyon, France: IARC, 2016.
- IRIS Toxicological Review of Ammonia - Noncancer Inhalation. EPA, 2016.
- ISTAT, Il Benessere Equo e Sostenibile in Italia, 2017.
- ISTAT, Annuario statistico italiano, 2017.
- ISTAT, Fattori di rischio per la salute: fumo, obesità, alcol e sedentarietà, anno 2016 2017.
- ISTAT, SSEO Indagine multiscopo – Aspetti della vita quotidiana, 2017.
- ISTAT, Opinioni dei cittadini e soddisfazione per la vita, 2016.
- Linee Guida per la Valutazione di Impatto Sanitario, redatte con Decreto del Ministero della Salute (2019).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas	DATA Settembre 2019	PROGETTO 19548I	PAGINA 121 di 122
---	------------------------	--------------------	----------------------

- Loftus C., Yost M., Samson P., Torres E., Arias G., Breckwich Vasquez V., Hartin K., Armstrong J., Tchong-French M., Vedal S., Bhatti P., Karr C. Ambient Ammonia Exposures in an Agricultural Community and Pediatric Asthma Morbidity. *Epidemiology*, 2015 Nov;26(6):794-801.
- Paustenbach DJ. The practice of exposure assessment: A state-of-art review. *Journal of Toxicology and Environmental Health* 2000; part B, 3:179-291.
- Pensa, Baldi, Raggio, Bazzali, Casella, Pezzi, Fontana, La sorveglianza epidemiologica dei tumori ambiente correlabili e pediatrici nell'ASL5 "Spezzino", anni 2002-2005
- Pensa, Baldi, Raggio, Garrone, Pezzi, Fontana, Distribuzione geografica e temporale della mortalità oncologica nell'ASL5 "Spezzino", anni 1988-2006
- Pope CA 3rd, Dockery DW. Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. *J Air Waste Manag Assoc* 2006; 56(6):709-42
- Rapporto Statistico Annuale Imperia La Spezia Savona, 2017 - Camera di Commercio Riviere di Liguria;
- Rapporto Economia Massa – Carrara, 2018 - ISR (Azienda Speciale della Camera di Commercio di Massa-Carrara)
- S.E.N.T.I.E.R.I. Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto rapporto. *Rivista dell'Associazione italiana di epidemiologia*, n.2-3, anno 43, marzo-giugno 2019, supplemento 1.
- Scientific Committee on Health and Environmental Risks SCHER, Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks SCENIHR, Scientific Committee on Consumer Safety SCCS, Toxicity and Assessment of Chemical Mixtures. European Union, 2012.
- Stoksad E. Air pollution. Ammonia pollution from farming may exact hefty health costs. *Science*, 2014 Jan 17;343(6168):238.
- UE, Policy Health Impact Assessment for the European Union, 2004.
- US-EPA Guideline on Air Quality Models, 2005
- US- EPA Benchmark Dose Software (BMDS) - VERSION 3.1 - USER GUIDE.
- US- EPA Risk Assessment Guidance for Superfund, 1989
- UVAL, Lo studio di fattibilità nei progetti locali realizzati in forma paternariale: una guida ed uno strumento 2014.
- UVA,L Nota metodologica per l'analisi economica costi-benefici dei progetti di investimento pubblico, 2014.
- WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs). Bonn Germany, 2015.
- WHO Macroeconomics and health: investing in health for economic development. Report of the Commission on Macroeconomics and Health. Geneva: World Health Organization, 2001.
- WHO, Rio Political Declaration on Social Determinants of Health (Statement n. 5). Geneva: World health Organization.
- World Health Organization-Regional Office for Europe, WHO air quality guidelines: Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. 2005 global update.
- World Health Organization-Regional Office for Europe, Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project, 2016 Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide
- World Health Organization, Health impact assessment: main concepts and suggested approach. Gothenburg consensus paper. Brussels: European Centre for Health Policy, WHO Regional Office for Europe; 1999. Disponibile all'indirizzo: <http://www.euro.who.int/document/PAE/Gothenburgpaper.pdf>; ultima consultazione 4/4/17.
- World Health Organization, Preamble to the Constitution of the World Health Organization as adopted by the International Health Conference, New York, 19-22 June, 1946; signed on 22 July 1946 by the representatives

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas	DATA Settembre 2019	PROGETTO 19548I	PAGINA 122 di 122
--	------------------------	--------------------	----------------------

of 61 States (Official Records of the World Health Organization, no. 2, p. 100) and entered into force on 7 April 1948.

- World Health Organization, Air Quality Guidelines - Second Edition, 2000
- Wilbur S, Williams M, Williams R, et al. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (US) Toxicological Profile for Carbon Monoxide, 2012
- Wilkins E.T., 1954. Air Pollution and the London Fog of December, 1952. Journal of The Royal Sanitary Institute, Vol 74, Issue 1.
- Wing S.E., Bandoli G., Telesca D., Su J.G., Ritz B. Chronic exposure to inhaled, traffic-related nitrogen dioxide and a blunted cortisol response in adolescents. Environmental Research Volume 163, Pages 201-207, 2018.
- Wu Y., Gu B., Erisman J.W., Reis S., Fang Y., Lu X., Zhang X. PM(2.5) pollution is substantially affected by ammonia emissions in China. Environ Pollut. 2016 Nov;218:86-94.
- Xiping Xu M.D., Hui Ding & Xiaobin Wang, 2010. Acute Effects of Total Suspended Particles and Sulfur Dioxides on Preterm Delivery: A Community-Based Cohort Study. Archives of Environmental Health: An International Journal, 50:6, 407-415.