

ICARO



Centrale “Federico II” di Brindisi Sud

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas

Addendum – configurazione 1+1

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. 21571II
Revisione: 01
Data: Luglio 2021
Nome File: 21571I-Scenario_BR_rev01.docx

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

DATA
Luglio 2021

PROGETTO
21571II

PAGINA
2 di 50

INDICE

INTRODUZIONE	4
1. FASE DI SCOPING	6
1.1 Identificazione dell’area di interesse	6
1.2 Caratterizzazione dell’area di interesse	10
1.3 Identificazione dei fattori di rischio	12
1.4 Scelta degli indicatori di salute adeguati	16
1.7 Identificazione degli scenari di esposizione	17
2. FASE DI VALUTAZIONE	23
2.1 Procedura di valutazione del rischio adottata	23
2.2 Assessment tossicologico	27
2.2.1 Sostanze con rischio tossico	27
2.2.2 Sostanze con rischio cancerogeno	35
2.3 Assessment epidemiologico	40
2.4 Valutazione delle altre determinanti sulla salute	44
3. CONCLUSIONI	45
FONTI UTILIZZATE	48

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
21571II

 PAGINA
3 di 50

INDICE ALLEGATI

- Allegato 1** Concentrazioni di input per la valutazione di rischio – dati per sezione censuaria
- Allegato 2** Risultati di dettaglio assessment tossicologico
- Allegato 3** Risultati di dettaglio assessment epidemiologico

ELENCO FIGURE

<i>Figura 1: Inquadramento territoriale.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 2: Domini di calcolo (G1 e G2), griglie recettori e orografia del modello CALMET da Studio CESI – Allegato al SIA.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 3: Dettaglio dell'ubicazione dell'opera ed area di interesse 18,5 km x 18,5 km.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 4: Modello Concettuale Ambientale Sanitario preliminare.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 5: Modello Concettuale Ambientale Sanitario definitivo.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 6: Mappa della popolazione residente totale nell'area di interesse per sezione di censimento.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 7: Mappa della popolazione residente maschile nell'area di interesse per sezione di censimento.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 8: Mappa della popolazione residente femminile nell'area di interesse per sezione di censimento.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 9: Curva di isolivello HI – Scenario di progetto OCGT.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 10: Curva di isolivello HI – Scenario di progetto CCGT.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 11: Curve di isorischio cancerogeno – scenario di progetto OCGT.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 12: Curve di isorischio cancerogeno – scenario di progetto CCGT.....</i>	<i>38</i>

ELENCO TABELLE

<i>Tabella 1: Dati emissivi post operam del progetto in esame.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabella 2: Flusso di massa post operam delle emissioni del progetto in esame.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabella 3: Classe e/o indice di polverosità per le polveri sedimentabili (tabella 4B1c) Rapporto finale del gruppo di lavoro della "Commissione Centrale contro l'Inquinamento Atmosferico" del Ministero dell'Ambiente.....</i>	<i>14</i>
<i>Tabella 4: Valori di riferimento europei per la deposizione di polveri.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabella 5: Comuni presenti all'interno dell'area di interesse.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabella 6: Recettori sensibili presenti all'interno dell'area di interesse.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabella 7: Sintesi dei risultati della stima modellistica delle concentrazioni in aria ambiente dei macroinquinanti nel punto di massima ricaduta effettuata da CESI.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabella 8: Estratto Direttiva 2003/2/CE Allegato VII.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabella 9: RfC associato ai parametri di interesse.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabella 10: Risultati dell'assessment tossicologico in termini di massimi HQ (Fase di progetto OCGT).....</i>	<i>28</i>
<i>Tabella 11: Risultati dell'assessment tossicologico in termini di massimi HQ (Fase di progetto CCGT).....</i>	<i>29</i>
<i>Tabella 12: Valori di background.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabella 13: HQ-HI con solo i valori di background.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabella 14: HQ-HI comprensivi dei valori di background.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabella 16: RR desunti da letteratura.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabella 17: Casi in difetto, tassi per lo scenario OCGT su tutta l'area di interesse.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabella 18: Casi in difetto, tassi per lo scenario CCGT su tutta l'area di interesse.....</i>	<i>42</i>

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

DATA
Luglio 2021

PROGETTO
21571II

PAGINA
4 di 50

INTRODUZIONE

La Società Enel Produzione S.p.A. ha in progetto per la centrale termoelettrica “Federico II” di Brindisi Sud 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 un **addendum** alla Valutazione dell’Impatto Sanitario (VIS) per le attività in progetto presentata in sede di Studio di Impatto Ambientale, di cui al procedimento ID. 5195, in riferimento allo scenario alternativo denominato “configurazione 1+1”.

In particolare, la valutazione di impatto sanitario in oggetto si riferisce ad un ulteriore scenario progettuale in riduzione previsto dal proponente, che prevede la realizzazione nell’area di impianto di una unità a gas, taglia 840 MWe¹ lordi, in sostituzione delle esistenti e anch’esso è progettato con i criteri più avanzati di efficienza e compatibilità ambientale e proposti nel pieno rispetto delle *Best Available techniques Reference Document* (BRef) di settore.

L’intervento prevede due fasi di realizzazione: la prima prevede l’installazione della unità in ciclo aperto (solo turbina a gas), la seconda fase prevede il completamento del ciclo combinato. Le unità a carbone saranno poste fuori servizio all’entrata in esercizio delle nuove unità a gas.

I principali documenti di riferimento alla base della metodologia applicata nel presente studio, così come per lo studio VIS presentato, 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).

¹ L’effettiva potenza dell’impianto dipenderà dalla potenza delle singole macchine del produttore che si aggiudicherà la relativa gara di fornitura. A fronte delle valutazioni tecniche ad oggi sviluppate su base dati fornitori la potenza lorda nominale di impianto potrà eventualmente incrementarsi fino ad un valore massimo atteso di circa 860 MWe a cui corrispondono le prestazioni “massime” attese.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

DATA

Luglio 2021

PROGETTO

21571II

PAGINA

5 di 50

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

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 (es. popolazione esposta (PE));
3. Identificazione dei fattori di rischio;
4. Scelta degli indicatori di salute adeguati;
5. Identificazione degli scenari di esposizione.

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.

Per la **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, si rimanda a quanto già esposto in sede di studio VIS presentato in riferimento agli altri scenari progettuali di Fase 1 e Fase 2.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
 Addendum - configurazione 1+1

DATA
 Luglio 2021

PROGETTO
 21571II

PAGINA
 6 di 50

1. FASE DI SCOPING

1.1 Identificazione dell'area di interesse

La centrale termoelettrica "Federico II" è ubicata nel Comune di Brindisi, in località Cerano di Tuturano, frazione del capoluogo di Provincia, a circa 12 chilometri a Sud da Brindisi e 30 km a Nord da Lecce.



Figura 1: Inquadramento territoriale

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
 Addendum - configurazione 1+1

DATA
 Luglio 2021

PROGETTO
 21571II

PAGINA
 7 di 50

Lo scenario alternativo proposto prevede l’installazione di un ciclo combinato (CCGT) di circa 840 MWe in configurazione “1+1”, vale a dire un treno di potenza formato da una turbina a gas, una caldaia a recupero che si collegano ad un’unica turbina a vapore.

La configurazione finale di impianto verrà raggiunta tramite due fasi, con la messa fuori servizio delle unità a carbone esistenti.

- FASE 1: unità turbogas BS1 in ciclo aperto su camino di bypass, con la messa fuori servizio delle unità a carbone esistenti.
- FASE 2: funzionamento in ciclo combinato BS1 (1+1).

Nella prima fase, la turbina a gas sarà predisposta con camino di by-pass e potrà erogare potenza in modo indipendente (funzionamento in ciclo aperto OCGT). Nella seconda fase potrà essere realizzata la chiusura in ciclo combinato, installando una caldaia a recupero e una turbina a vapore in sala macchine nell’area precedentemente destinata a BS1.

La potenza installata con il nuovo ciclo combinato nella fase 2 sarà di circa 840 MWe lordi con un rendimento non inferiore al 61%.

Le componenti principali della nuova unità saranno:

- Turbina a gas - Sarà installata una sola 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. 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.
- Camino di *by-pass* – Sarà installato in uscita alla turbina a gas solo per il funzionamento in ciclo aperto; sarà realizzato in acciaio, diametro di circa 10 m e altezza pari a 90 m.
- Generatore di vapore a recupero – Il GVR sarà di tipo orizzontale o verticale (secondo standard del fornitore), e produrrà vapore surriscaldato a 3 livelli di pressione: AP, MP, LP. Il GVR includerà un catalizzatore SCR, con iniezione di ammoniaca, idoneo a raggiungere il target sulle emissioni NOx. Come per il progetto iniziale, in uscita al GVR ci sarà una ciminiera, realizzata in acciaio, con un diametro di circa 8,5 m e un’altezza di circa 90 m. Il camino sarà di tipo self-standing senza bisogno del supporto di una struttura esterna.
- Turbina a vapore - La turbina a vapore (TV) sarà installata in un edificio di nuova realizzazione posizionato in prossimità del GVR e sarà del tipo a 3 livelli di pressione con risurriscaldamento intermedio.
- Condensatore - Il condensatore di vapore accoppiato alla Turbina a vapore sarà raffreddato ad acqua di circolazione (acqua di mare), in ciclo aperto. La portata acqua di circolazione che attraverserà il condensatore sarà circa 18 m³/s. 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).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
21571II

 PAGINA
8 di 50

È previsto il recupero dell'opera di presa e di parte delle condotte di adduzione. Il collegamento fino al condensatore verrà effettuato utilizzando un tratto delle condotte esistenti e completando il percorso con l'installazione di nuove condotte interrato. Verranno recuperate anche le pompe acqua circolazione esistenti (o sostituite se necessario), con interventi di revamping e ottimizzazione. Verrà realizzata una nuova condotta di connessione tra l'uscita del condensatore e il sistema di restituzione esistente.

Sintesi del quadro delle emissioni in atmosfera

I dati di input per la valutazione dell'esposizione della popolazione interessata di cui allo scenario progettuale alternativo in oggetto derivano dai risultati delle simulazioni effettuate da CESI nell'ambito del documento "Addendum-configurazione 1+1" presentato contestualmente al documento in esame.

In tabella seguente si riporta una sintesi delle emissioni attese nell'assetto progettuale (tratte dal documento CESI sopra citato):

Gruppo	Parametri fisici dei fumi allo sbocco				Valori di concentrazione all'emissione				
	Temperatura	Velocità	Portata ⁽¹⁾	O ₂ Rif	SO ₂	NO _x ⁽²⁾	NH ₃ ⁽³⁾	CO ⁽⁴⁾	PTS
	°C	m/s	Nm ³ /h	%	mg/Nm ³				
Scenario di progetto OC									
BS1-bypass	680	40	4.150.000	15	---	30 ⁽⁵⁾	---	30 ⁽⁵⁾	---
Scenario di progetto CC									
BS1	80	20	4.150.000	15	---	10 ⁽⁵⁾	5 ⁽⁶⁾	30 ⁽⁵⁾	---

⁽¹⁾ Portata in condizioni normalizzate: temperatura di 273.15 K, pressione di 101.3 kPa, percentuale di ossigeno alle condizioni di riferimento per tipologia di combustibile, con detrazione del vapore acqueo (quindi secca)

⁽²⁾ BAT per NO_x

OCGT (BS1-bypass): 15-35 mg/Nm³ per periodo di riferimento annuale
25-50 mg/Nm³ per periodo di riferimento giornaliero

CCGT (BS1): 10-30 mg/Nm³ per periodo di riferimento annuale
15-40 mg/Nm³ per periodo di riferimento giornaliero

⁽³⁾ BAT per NH₃

CCGT (BS1): 3-10 mg/Nm³ per periodo di riferimento annuale

⁽⁴⁾ BAT per CO

OCGT (BS1-bypass): 5-40 mg/Nm³ per periodo di riferimento annuale

CCGT (BS1): 5-30 mg/Nm³ per periodo di riferimento annuale

⁽⁵⁾ Performance attesa per periodo di riferimento giornaliero

Tabella 1: Dati emissivi post operam del progetto in esame

Scenario	SO ₂	NO _x	NH ₃	CO	PTS
	kg/h				
Progetto (OC)	---	124,5	---	124,5	---
Progetto (CC)	---	41,5	20,8	124,5	---

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

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
21571II

 PAGINA
9 di 50

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

Così come per gli scenari di progetto di cui allo Studio di Impatto Ambientale presentato, anche per lo scenario progettuale in esame è possibile affermare che l'estensione massima dell'area di influenza potenziale del progetto viene determinata dal dominio di calcolo del modello di valutazione delle emissioni in atmosfera.

In tale ottica, il proponente ha rivisto in maniera critica l'area di interesse considerata in sede di studio VIS, incentrando le valutazioni in un'area più ristretta, tale da comprendere solo le porzioni di territorio nelle quali sono contenute le ricadute al suolo degli inquinanti emessi nell'assetto di progetto.

Tale area, avente un'estensione di **18,5 km x 18,5 km** definita sulla base delle risultanze della modellistica di diffusione in aria e della valutazione delle ricadute al suolo degli inquinanti per gli scenari di progetto, di fatto permette di analizzare un quadro demografico esteso e rappresentativo, focalizzando al contempo le valutazioni sanitarie sulla popolazione potenzialmente esposta agli impatti connessi al progetto in esame.

È necessario infine sottolineare che, nonostante la variabilità dei diversi assetti emissivi simulati, l'estensione di 18,5 km x 18,5 km è tale da poter valutare in maniera completa la diversa distribuzione territoriale delle relative ricadute al suolo.

Tale area corrisponde alla griglia di calcolo "G2", di cui allo studio CESI di ricadute al suolo, finalizzata alla ricostruzione di dettaglio locale del territorio.

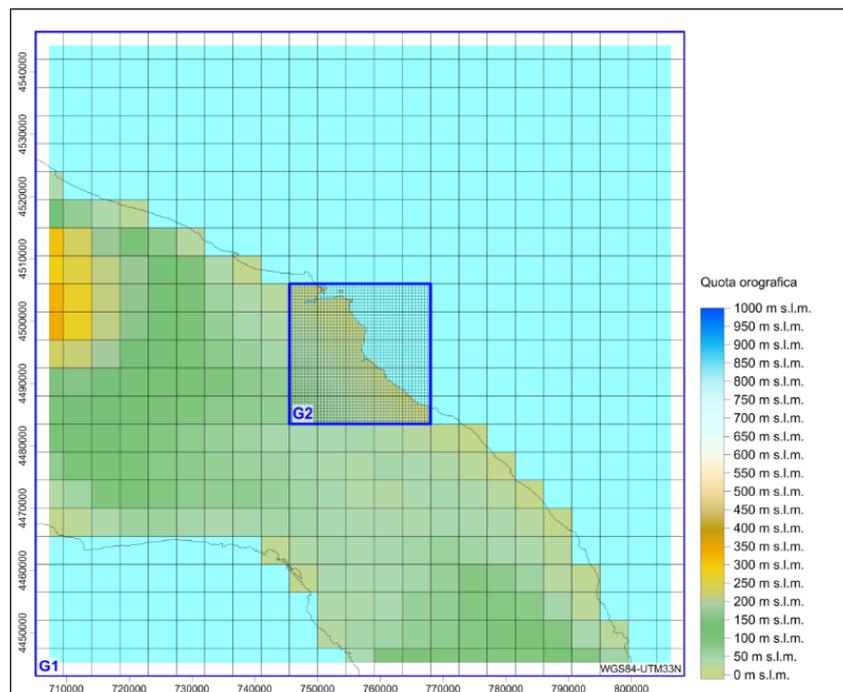


Figura 2: Domini di calcolo (G1 e G2), griglie recettori e orografia del modello CALMET da Studio CESI – Allegato al SIA

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
 Addendum - configurazione 1+1

DATA
 Luglio 2021

PROGETTO
 21571II

PAGINA
 10 di 50

1.2 Caratterizzazione dell'area di interesse

Come anticipato, l'area di interesse per la valutazione di impatto sanitario dello scenario progettuale in oggetto è costituita da un'area quadrata di lato pari a 18,5 km centrata nel baricentro degli interventi.

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 3: Dettaglio dell'ubicazione dell'opera ed area di interesse 18,5 km x 18,5 km

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

DATA

Luglio 2021

PROGETTO

21571II

PAGINA

11 di 50

In riferimento:

- alla caratterizzazione demografica e socio-economica della popolazione interessata,
- alla valutazione dello stato di salute ante-operam della popolazione interessata,
- all'identificazione di specifiche aree di interesse (recettori ed aree sensibili),

è possibile riferirsi alle valutazioni di dettaglio già riportate nello studio VIS presentato e relative tavole / allegati (conservative in quanto effettuate per un'estensione dell'area di interesse maggiore (40 x 40 km) rispetto a quella in oggetto (18,5 x 18,5 km).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1

DATA	PROGETTO	PAGINA
Luglio 2021	21571II	12 di 50

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.

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 al nuovo scenario di progetto) a rappresentare gli impatti prevalenti da indagare ed analizzare in ambito VIS.

Il trasferimento degli impatti sulle matrici ambientali ai bersagli umani può avvenire 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.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

 Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
 Addendum - configurazione 1+1

 DATA
 Luglio 2021

 PROGETTO
 21571II

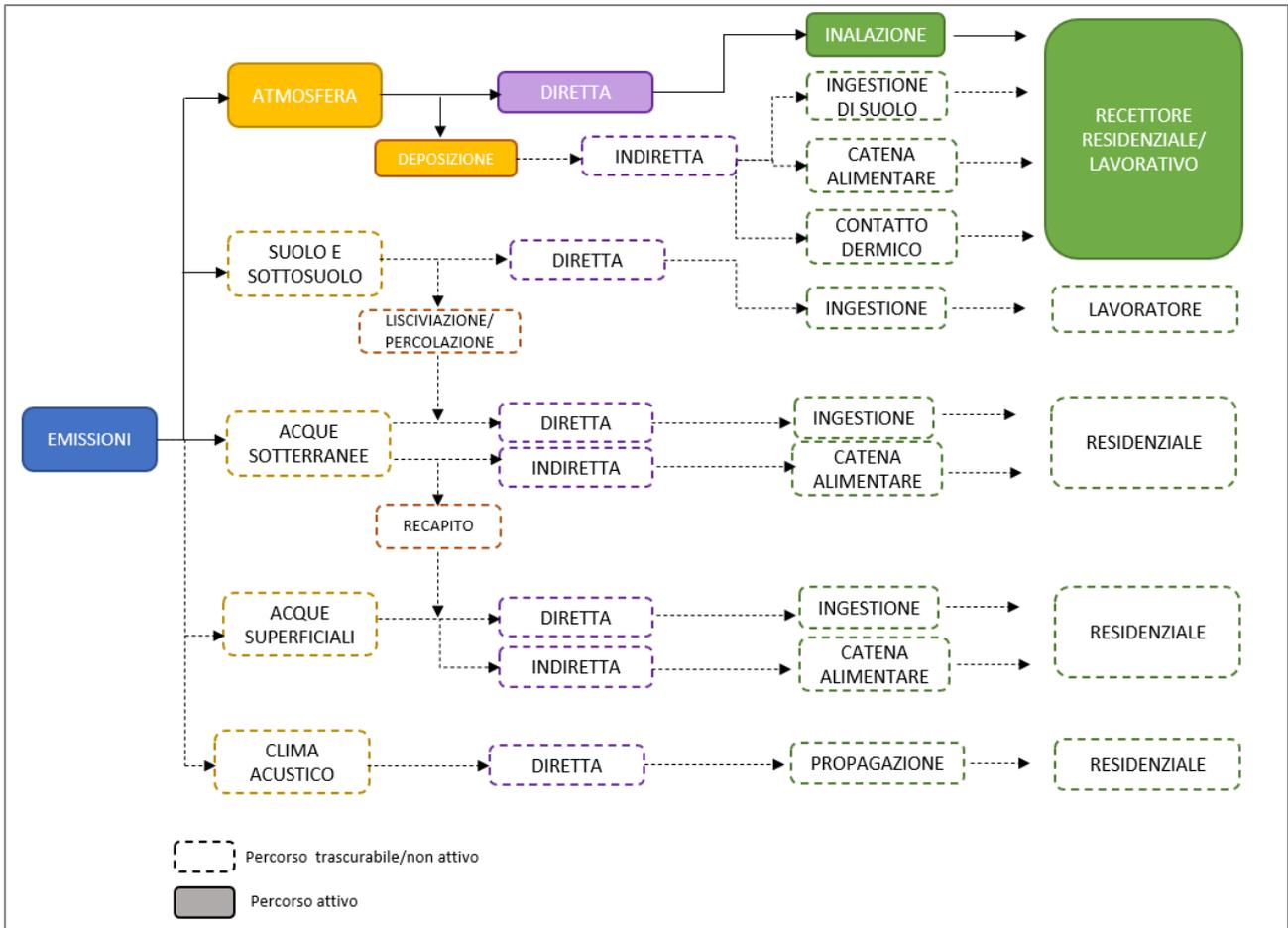
 PAGINA
 13 di 50


Figura 4: Modello Concettuale Ambientale Sanitario preliminare

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.

L'unico percorso / modalità di esposizione identificato come rilevante per le emissioni in atmosfera dello scenario di progetto in esame è dunque quello dell'**inalazione**.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
21571II

 PAGINA
14 di 50

In relazione, infatti, agli inquinanti emessi in atmosfera nell'assetto di progetto analizzati, costituiti da:

- **Ossidi di Azoto,**
- **Monossido di Carbonio,**
- **Ammoniaca,**

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.

Occorre ricordare che le polveri sottili generate nell'assetto di progetto analizzato che possono dar luogo a deposizione sono ascrivibili esclusivamente al particolato secondario. Nelle fasi post-operam non si prevede infatti l'emissione diretta di particolato atmosferico dalle installazioni.

Il particolato secondario è costituito dagli aerosol, 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.

In riferimento alle tipologie di inquinanti primari emessi dall'opera (NO_x, NH₃) nel suo assetto futuro, il particolato secondario sarà esclusivamente dovuto alla formazione in atmosfera di nitrati di ammonio a partire dagli ossidi di azoto.

Infatti, in presenza di ammoniaca, gli aerosol secondari assumono la forma di sali di ammonio (di fatto nitrato di ammonio nel caso in oggetto).

Pur volendo considerare, nel modello concettuale dello studio un percorso di esposizione per ingestione della popolazione, ad oggi, non risulta disponibile un fattore di rischio associabile all'esposizione al nitrato d'ammonio per tale percorso di esposizione.

Le deposizioni al suolo sono state, inoltre, considerate come non rilevanti in termini di potenziale esposizione della popolazione, in quanto particolarmente esigue in termini di ricadute (valore massimo 0,36 mg/m²*giorno – Fase di progetto CCGT) rispetto ai valori guida italiani ed europei.

Classe di polverosità	Polvere totale sedimentabile (mg/m ² /giorno)	Indice di polverosità
I	<100	Assente
II	100 - 250	Bassa
III	251 - 500	Media
IV	501 - 600	Medio-alta
V	>600	Elevata

Tabella 3: Classe e/o indice di polverosità per le polveri sedimentabili (tabella 4B1c) Rapporto finale del gruppo di lavoro della "Commissione Centrale contro l'Inquinamento Atmosferico" del Ministero dell'Ambiente

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
21571II

 PAGINA
15 di 50

Stato	Rateo deposizione [mg/m ² /giorno]	Riferimento
Germania (media annua)	350	TA Luft, 2002
Austria (media annua)	210	Gesamte Rechtsvorschrift für Immissionsschutzgesetz-Luft, Fassung vom, 2013
Svizzera (media annua)	200	Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA 1986), media aritmetica annuale
Slovenia (media annua)	200	Decree on limit values, alert thresholds and critical imission values for substances into the atmosphere). (Ur. L. RS št.73/1994)
Belgio-Fiandre (media mensile)	350	VLAREM II order of the Flemish Government of 1 June 1995 concerning General and Sectoral provisions relating to Environmental Safety. Appendix 2.5.2. Environmental quality standards for particulate fallout
Regno Unito e Scozia (media mensile)	200	Environment Agency, 2013

Tabella 4: Valori di riferimento europei per la deposizione di polveri ²

² Si veda anche G. Settimo "Evoluzione storica e normativa delle deposizioni atmosferiche e stato dell'arte nazionale", Seminario Depositioni atmosferiche, Brescia, 2014. Consultabile al sito: http://ita.arpalombardia.it/ITA/area_download/index

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1

DATA

Luglio 2021

PROGETTO

21571II

PAGINA

16 di 50

1.4 Scelta degli indicatori di salute adeguati

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 delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
 Addendum - configurazione 1+1

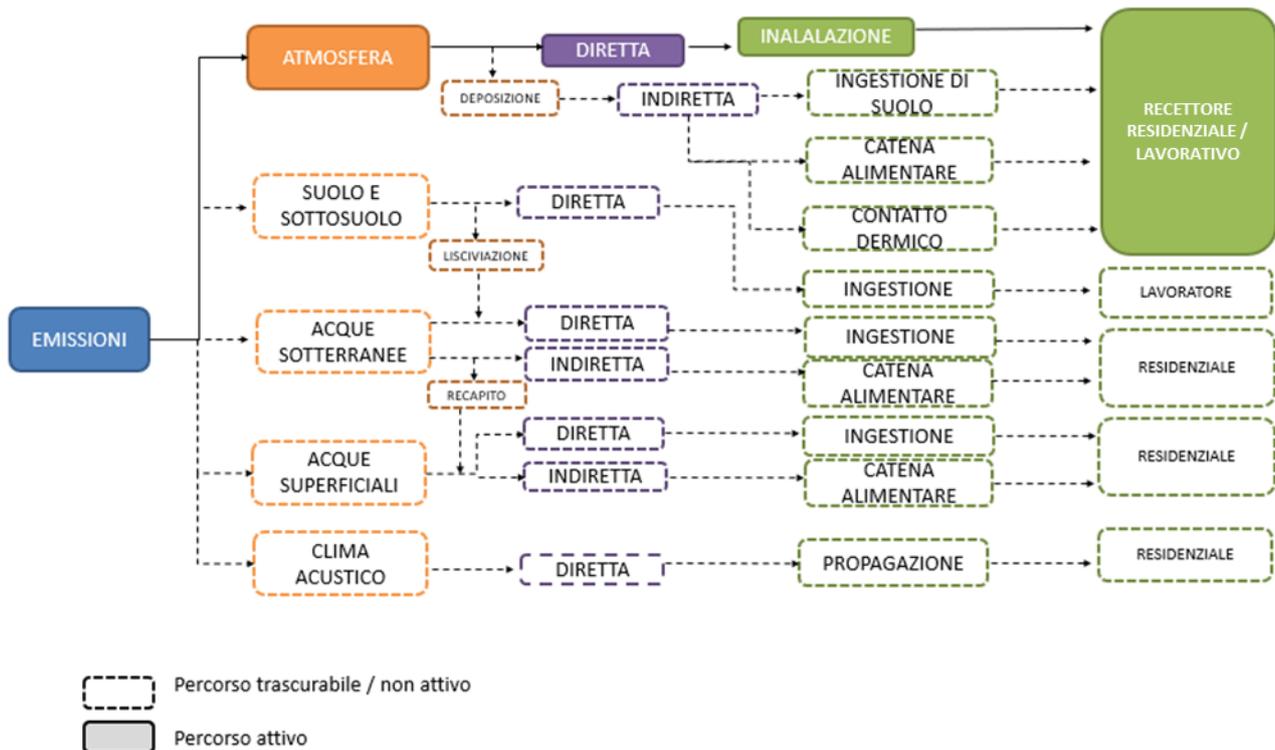
 DATA
 Luglio 2021

 PROGETTO
 21571II

 PAGINA
 17 di 50

1.7 Identificazione degli scenari di esposizione

Gli scenari di esposizione individuati sono sintetizzati nel Modello Concettuale Definitivo Ambientale Sanitario, riportato a seguire.


Figura 5: Modello Concettuale Ambientale Sanitario definitivo

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.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
 Addendum - configurazione 1+1

DATA
 Luglio 2021

PROGETTO
 21571II

PAGINA
 18 di 50

- 4. Popolazione esposta:** popolazione residente in un'area quadrata di lato pari a 18,5 km centrata nel baricentro degli interventi che comprende, anche parzialmente, un totale di 7 Comuni ubicati nelle Province di Brindisi e Lecce, per un totale **40.179 persone** (ISTAT). Il dettaglio dei Comuni compresi è riportato a seguire:

Brindisi
Cellino San Marco
San Pietro Vernotico
Torchiarolo
Lecce
Squinzano
Trepuzzi

Tabella 5: Comuni presenti all'interno dell'area di interesse

Si riportano nelle figure seguenti le mappe della popolazione residente nei sopra elencati comuni, per sezione censuaria, distinte per popolazione residente totale e per genere.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
 Addendum - configurazione 1+1

DATA
Luglio 2021

PROGETTO
21571II

PAGINA
19 di 50

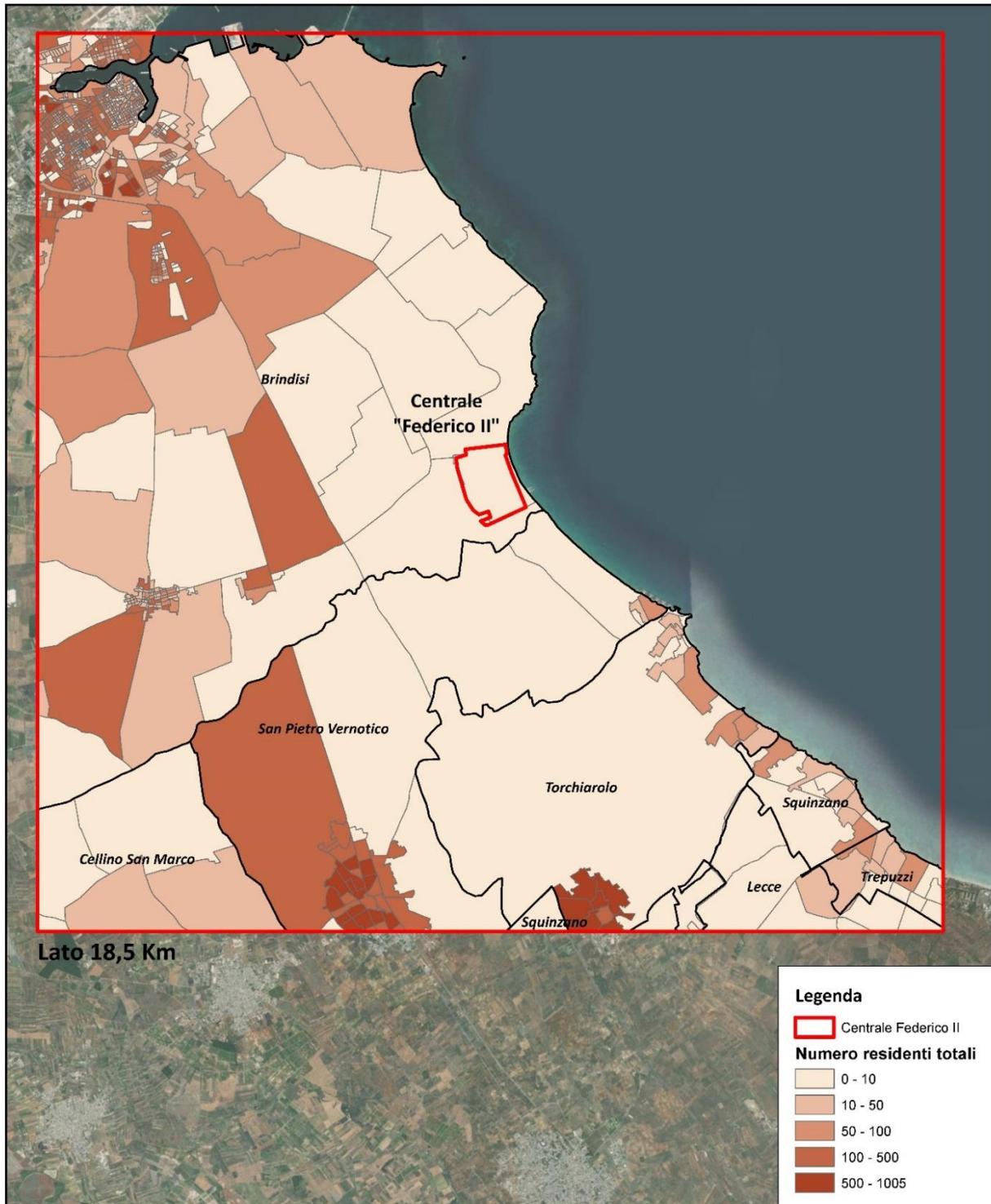


Figura 6: Mappa della popolazione residente totale nell'area di interesse per sezione di censimento

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
 Addendum - configurazione 1+1

DATA
Luglio 2021

PROGETTO
21571II

PAGINA
20 di 50

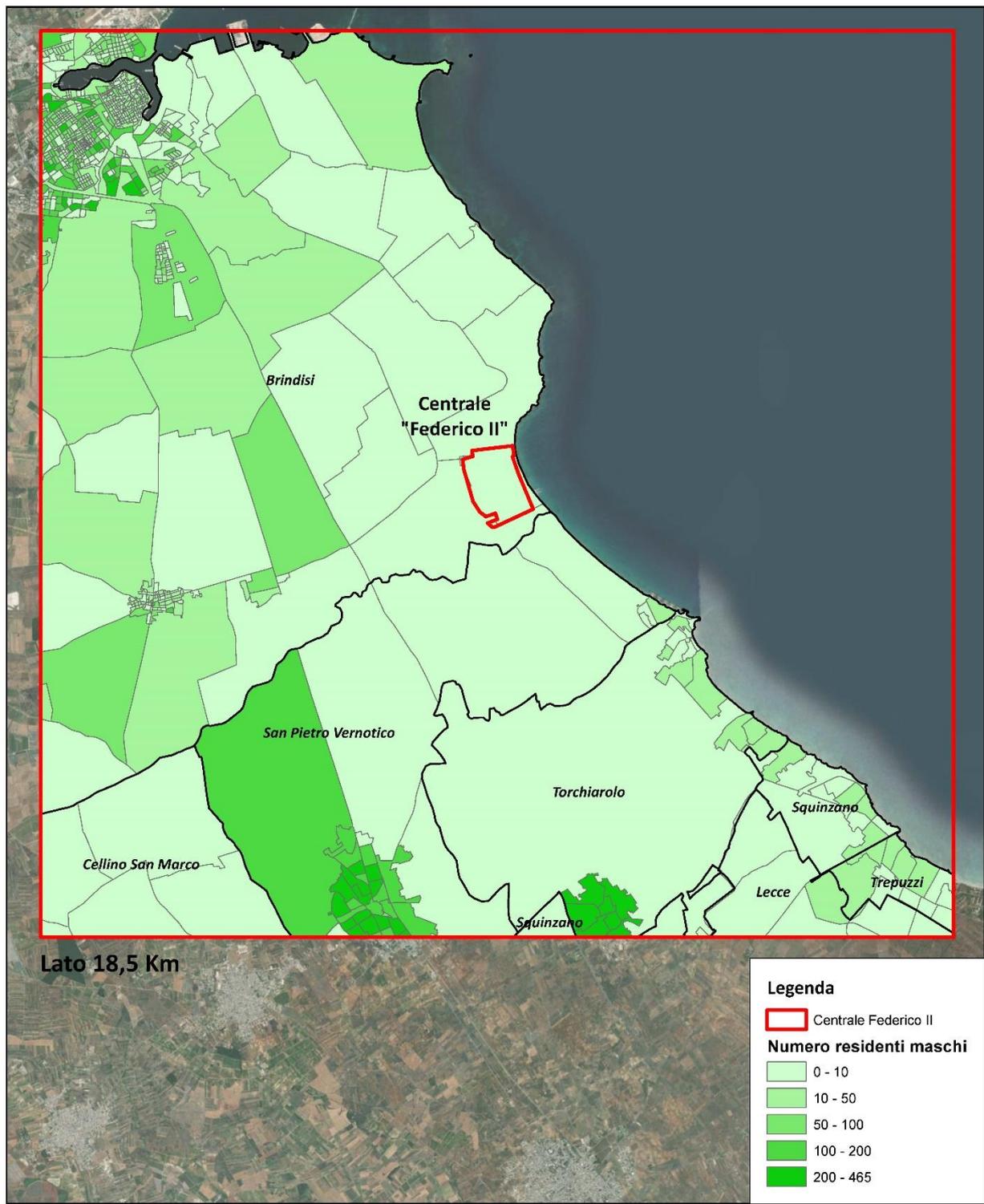


Figura 7: Mappa della popolazione residente maschile nell'area di interesse per sezione di censimento

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
 Addendum - configurazione 1+1

DATA
 Luglio 2021

PROGETTO
 21571II

PAGINA
 21 di 50

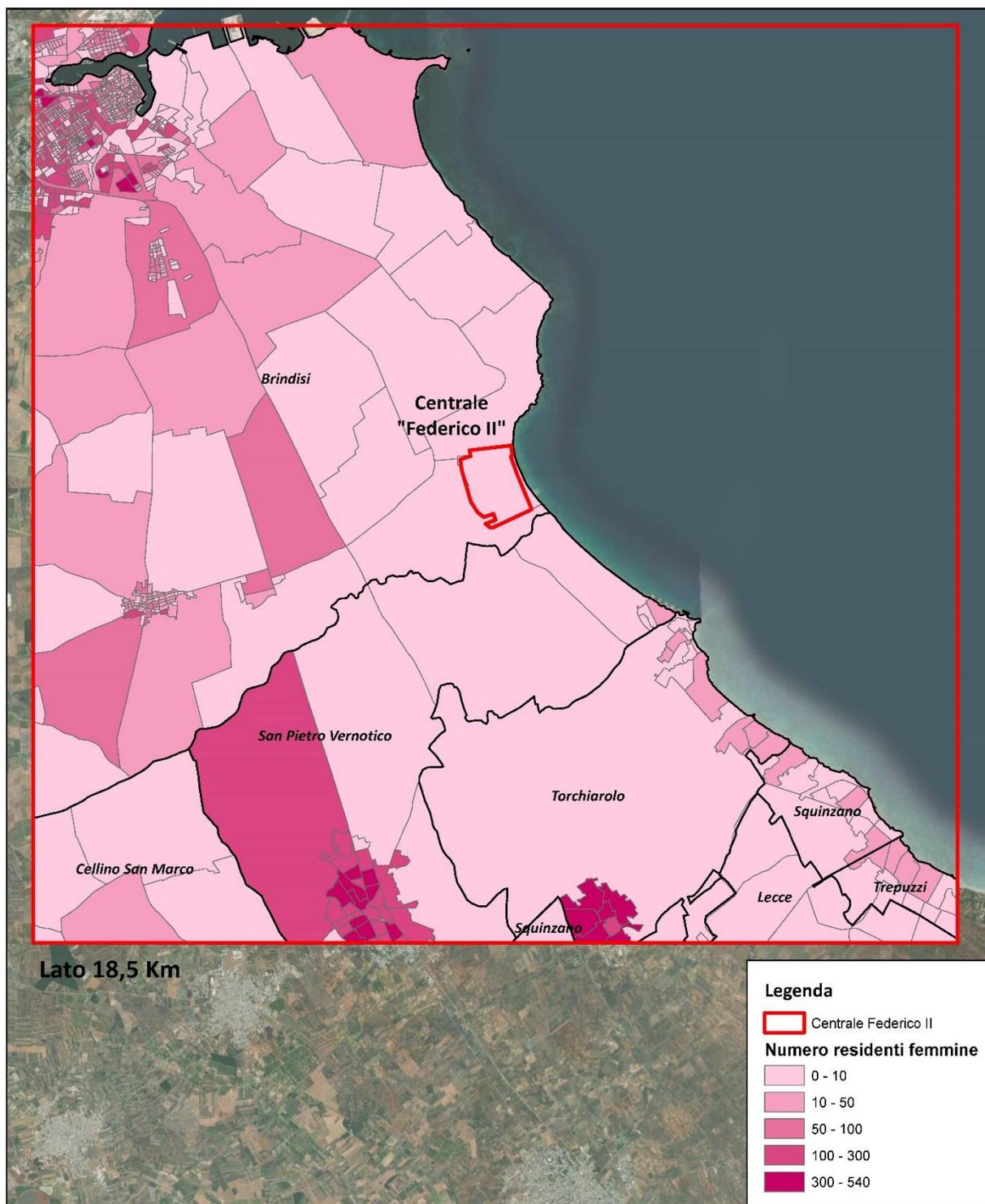


Figura 8: Mappa della popolazione residente femminile nell'area di interesse per sezione di censimento

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
21571II

 PAGINA
22 di 50

Infine, sono stati identificati un totale di n. **26 recettori sensibili**, costituiti da scuole, ospedali e case di riposo ubicati nell'area di interesse. Il dettaglio è riportato a seguire:

Recettore	Comune
Scuola elementare R. De Simone	San Piero Vernotico
Scuole pubbliche	Torchiarolo
I.C. Valesium	Torchiarolo
Centro di Gnatologia	Torchiarolo
Casa di cura Salus	Brindisi
I.C. Cappuccini	Brindisi
I.C. Casale	Brindisi
Scuola media statale G. Salvemini	Brindisi
I.C. Centro 1 Brindisi	Brindisi
I.C. Centro	Brindisi
I.C. Commenda	Brindisi
I.C. Casale Kennedy Mameli	Brindisi
I.C. S. Elia-Commenda	Brindisi
I.C. Tuturano-Paradiso	Brindisi
Istituto Professionale Francesca Laura Morvillo Falcone	Brindisi
Liceo artistico e musicale Simone Durano	Brindisi
Liceo linguistico E. Palumbo	Brindisi
Liceo Scientifico Fermi Monticelli	Brindisi
Ospedale Antonio Perrino	Brindisi
Ospedale di Summa Perrino	Brindisi
Scuola materna Commenda ovest	Brindisi
Scuola materna statale	Brindisi
Scuola media Caduti di Marzabotto	Brindisi
Scuola media Marco Pacuvio	Brindisi
Scuola media Statale Virgilio	Brindisi
Scuola primario dell'infanzia San Giovanni Bosco	Brindisi

Tabella 6: Recettori sensibili presenti all'interno dell'area di interesse

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

 Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
 Addendum - configurazione 1+1

 DATA
 Luglio 2021

 PROGETTO
 21571II

 PAGINA
 23 di 50

2. FASE DI VALUTAZIONE

2.1 Procedura di valutazione del rischio adottata

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.

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.
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 numeri 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 per valutare in maniera adeguata l'impatto sanitario del progetto nell'area di interesse e poter definire adeguati strumenti di monitoraggio e controllo.

I dati di input per la valutazione dell'esposizione della popolazione interessata derivano dai risultati delle simulazioni effettuate da CESI nell'ambito del documento "Addendum – configurazione 1+1" presentato contestualmente al presente studio.

Lo studio di ricadute al suolo mostra valori di concentrazione in tutti i recettori delle griglie di calcolo 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.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
21571II

 PAGINA
24 di 50

Pertanto, l'ampio margine di rispetto delle ricadute del progetto in riferimento sia agli SQA che ai valori soglia health based indicati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (si veda tabella a seguire), 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, così come effettuato per gli altri scenari già analizzati in sede di studio VIS presentato, nonostante lo scenario in esame sia ulteriormente in riduzione rispetto a questi.

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 interesse (18,5 km di lato con baricentro la Centrale), i risultati saranno elaborati in termini di dati a livello di sezione censuaria per poi ottenere valori aggregati a livello comunale,
- timeseries dei valori medi giornalieri per i recettori rappresentativi individuati dallo studio CESI (centri ISTAT), stessi recettori di cui allo studio VIS – Studio di Impatto Ambientale presentato, i risultati saranno in termini puntuali sul singolo recettore rappresentativo.

Nelle tabelle riportate in **Allegato 2** sono presentati i dati di concentrazione delle ricadute al suolo stimati dal modello di dispersione come media annua, per ogni sezione censuaria considerata nell'area di interesse e per ogni inquinante modellato (NO_x, NO₂, PM_{2.5}, CO, NH₃), in riferimento allo scenario alternativo di progetto analizzato nel presente documento.

In tabella seguente si riporta una sintesi dei risultati ottenuti dallo studio:

Parametro ⁽¹⁾	U.m.	Limite di legge (D. Lgs. 155 /2010) ⁽²⁾	Valore soglia health based ³	Area di 18.5 x 18.5 km ²			
				Valore massimo		Valore medio	
				Sc. di prog. OC	Sc. di prog. CC	Sc. di prog. OC	Sc. di prog. CC
SO ₂ – Concentrazione media annua	µg/m ³	20 (L.C.)	--	n.d. ⁽³⁾	n.d. ⁽³⁾	n.d. ⁽³⁾	n.d. ⁽³⁾
SO ₂ – Conc. giorn. superata 3 volte per anno	µg/m ³	125 (V.L.)	--	n.d. ⁽³⁾	n.d. ⁽³⁾	n.d. ⁽³⁾	n.d. ⁽³⁾
SO ₂ – Conc. oraria superata 24 volte per anno	µg/m ³	350 (V.L.)	--	n.d. ⁽³⁾	n.d. ⁽³⁾	n.d. ⁽³⁾	n.d. ⁽³⁾
NO ₂ – Concentrazione media annua	µg/m ³	40 (V.L.)	40	0.24	0.27	0.03	0.03
NO ₂ – Conc. oraria superata 18 volte per anno	µg/m ³	200 (V.L.)	--	12.8	14.0	2.3	2.5
NO _x – Concentrazione media annua	µg/m ³	30 (L.C.)	--	0.31	0.35	0.04	0.04
PM ₁₀ – Concentrazione media annua ^{(4) (7)}	µg/m ³	40 (V.L.)	20	0.004	0.002	0.002	0.001
PM ₁₀ – Conc. giorn. superata 35 volte per anno ^{(4) (7)}	µg/m ³	50 (V.L.)	--	0.012	0.009	0.005	0.003
PM _{2.5} – Concentrazione media annua ^{(5) (7)}	µg/m ³	25 (V.L.)	10	0.004	0.002	0.002	0.001
SPM – Concentrazione media annua ⁽⁶⁾	µg/m ³	---	--	0.004	0.002	0.002	0.001
CO – Conc. media massima giorn. su 8 ore	mg/m ³	10 (V.L.)	10.000	0.022	0.066	0.003	0.008

³ Dal documento "WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide - Global update 2005, Summary of risk assessment". Per l'NH₃ si fa riferimento alle procedure di risk assessment condotte dall'EPA ("Toxicological Review of Ammonia - Noncancer Inhalation", 2016).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
21571II

 PAGINA
25 di 50

Parametro ⁽¹⁾	U.m.	Limite di legge (D. Lgs. 155 /2010) ⁽²⁾	Valore soglia health based ³	Area di 18.5 x 18.5 km ²			
				Valore massimo		Valore medio	
				Sc. di prog. OC	Sc. di prog. CC	Sc. di prog. OC	Sc. di prog. CC
NH ₃ – Concentrazione media annua	µg/m ³	---	500	n.d. ⁽³⁾	0.18	n.d. ⁽³⁾	0.02
NH ₃ – Massimo della conc. media giornaliera	µg/m ³	---	---	n.d. ⁽³⁾	7.44	0.45	n.d. ⁽³⁾

Tabella 7: Sintesi dei risultati della stima modellistica delle concentrazioni in aria ambiente dei macroinquinanti nel punto di massima ricaduta effettuata da CESI

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:

- Incertezza strutturale

Tale incertezza 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.

È in ogni caso importante precisare che la procedura di VIS è intrinsecamente connotata da un certo grado d'incertezza 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. Ulteriori elementi di incertezza sono inoltre rilevabili nella stima del rischio cumulativo.

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.

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

- Incertezza modellistica

Le simulazioni modellistiche comportano inevitabilmente incertezze, in parte intrinseche del modello, in parte dovute ai dati di ingresso su emissioni e parametri meteo-climatici.

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.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
21571II

 PAGINA
26 di 50

Il sistema modellistico CALPUFF (CALMET e CALPUFF), applicato nel caso in esame, è considerato da US-EPA⁴, come altri modelli Lagrangiani, adeguato all'analisi di situazioni con orografia / anemologia complessa.

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).

	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 8: 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 255.350 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.

⁴ https://www3.epa.gov/ttn/scram/guidance/guide/appw_17.pdf

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
21571II

 PAGINA
27 di 50

2.2 Assessment tossicologico

2.2.1 Sostanze con rischio tossico

Per la valutazione del solo rischio tossico viene applicata la formula 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
	media oraria	3.200	OEHHA, 2019
PM2.5	media annua	10	WHO, 2005
PM10	media annua	20	WHO, 2005
CO	media 8h	10.000	WHO, 2000

Tabella 9: RfC associato ai parametri 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.

L'impiego dell'RfC per NH_3 su media annua risulta pienamente allineato con i valori di esposizione considerati ed ampiamente conservativo rispetto all'analisi che si potrebbe fare per esposizioni acute.

Infatti, considerando come RfC sul breve termine il valore di TLV (Threshold Limit Value) per esposizione ad 8 ore individuato dal D.Lgs. 81/08, pari a $14.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, si arriva a dei risultati sicuramente meno conservativi. Allo stesso modo, considerando come RfC sul breve termine il valore di REL (Reference Exposure Level) fissato da OEHHA (Californian Office of Environmental Health Hazard Assessment), dipartimento di CalEPA

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
21571II

 PAGINA
28 di 50

(California Environmental Protection Agency), che rappresenta la soglia di esposizione acuta con tempo di mediazione di 1 ora, pari a $3.200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, si ottengono dei risultati meno conservativi.

I risultati di dettaglio delle elaborazioni effettuate sono riportati in **Allegato 2** in riferimento a:

- risultati per i territori comunali dell'area di interesse,
- risultati per i recettori rappresentativi dell'area di interesse,
- risultati per i recettori sensibili dell'area di interesse.

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

Per i recettori rappresentativi per l'ammoniaca sono riportati sia i risultati considerando come RfC il valore su media annua US EPA, che quello di REL definito da OEHHA.

In tutti i **Comuni** presenti il rischio per lo scenario in esame risulta essere **accettabile** sia in termini di singola sostanza ($\text{HQ} \leq 1$) che di indice cumulato ($\text{HI} \leq 1$).

In tutti i **recettori rappresentativi** analizzati il rischio per lo scenario in esame risulta essere **accettabile** sia in termini di singola sostanza ($\text{HQ} \leq 1$) che di indice cumulato ($\text{HI} \leq 1$).

In tutti i **recettori sensibili** presenti il rischio per lo scenario in esame risulta essere **accettabile** sia in termini di singola sostanza ($\text{HQ} \leq 1$) che di indice cumulato ($\text{HI} \leq 1$).

In tabella seguente si riportano sinteticamente i principali risultati dell'assessment tossicologico in termini di HQ massimi individuati nell'area di interesse per ciascun parametro analizzato.

Parametro	RfC [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore massimo Hazard Quotient	Ubicazione
NO ₂	40	$2,90 \times 10^{-2}$	Torchiarolo
NH ₃	500	--	--
	3.200	--	--
PM2.5	10	$6,29 \times 10^{-3}$	Torchiarolo
PM10	20	$3,15 \times 10^{-3}$	Torchiarolo
CO	10.000	$1,75 \times 10^{-4}$	La Rosa

Tabella 10: Risultati dell'assessment tossicologico in termini di massimi HQ (Fase di progetto OCGT)

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
21571II

 PAGINA
29 di 50

Parametro	RfC [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore massimo Hazard Quotient	Ubicazione
NO ₂	40	$2,58 \times 10^{-2}$	Presepe
NH ₃	500	$1,27 \times 10^{-3}$	Presepe
	3.200	$1,99 \times 10^{-4}$	Presepe
PM2.5	10	$4,84 \times 10^{-3}$	Tuturano
PM10	20	$2,42 \times 10^{-3}$	Tuturano
CO	10.000	$3,83 \times 10^{-4}$	Presepe

Tabella 11: Risultati dell'assessment tossicologico in termini di massimi HQ (Fase di progetto CCGT)

Si osserva che i valori ottenuti sono di fatto circa la metà rispetto a quelli ottenuti dalla valutazione effettuata per gli scenari di progetto, di cui allo studio VIS presentato.

In termini grafici i risultati ottenuti come indice cumulato HI a livello di Comune sono riportati nella figura a seguire.

I valori ottenuti sono di almeno due ordini di grandezza inferiori al valore limite di riferimento.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
 Addendum - configurazione 1+1

DATA
 Luglio 2021

PROGETTO
 21571II

PAGINA
 30 di 50

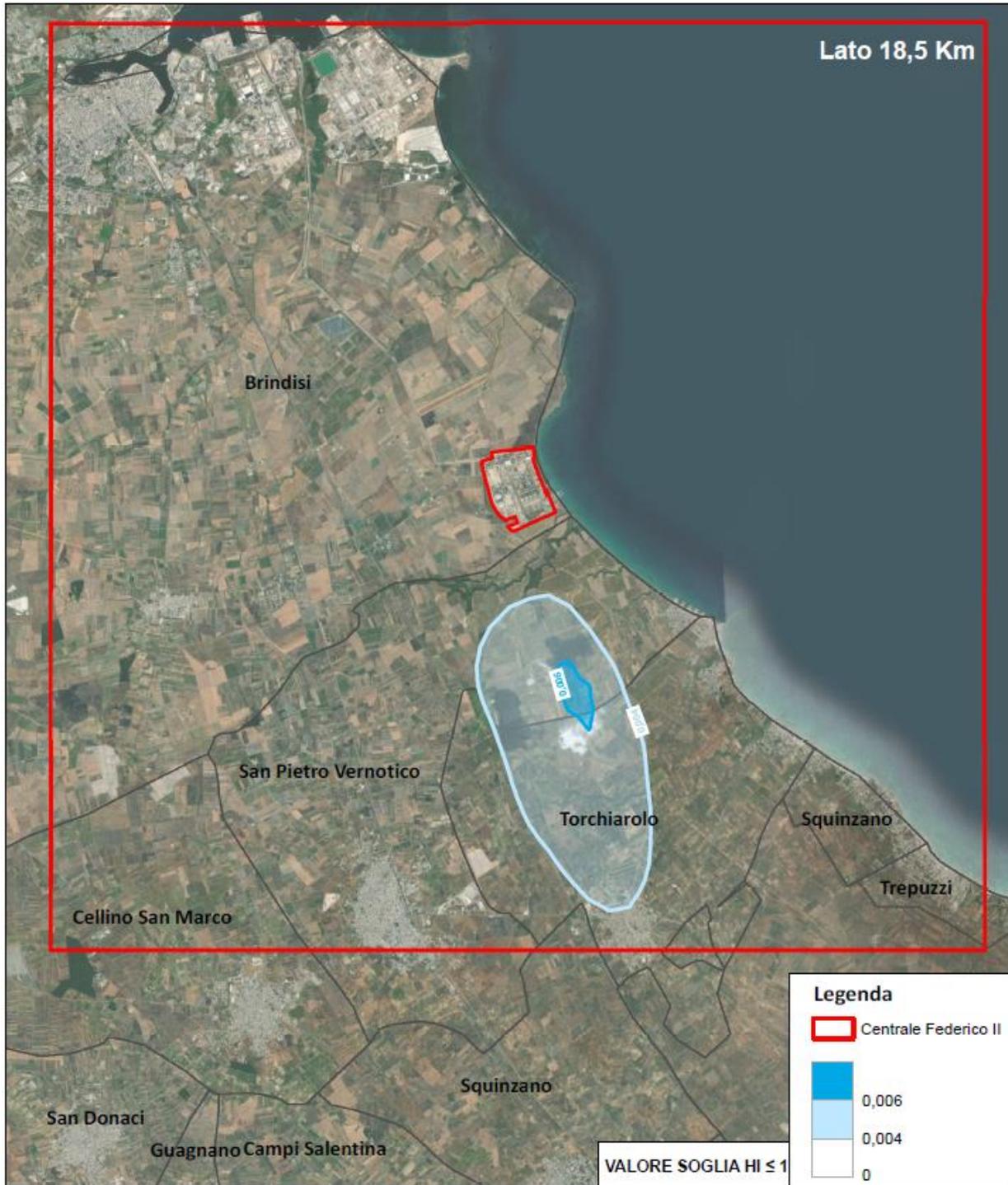


Figura 9: Curva di isolivello HI – Scenario di progetto OCGT

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
 Addendum - configurazione 1+1

DATA
 Luglio 2021

PROGETTO
 21571II

PAGINA
 31 di 50



Figura 10: Curva di isolivello HI – Scenario di progetto CCGT

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
21571II

 PAGINA
32 di 50

Di seguito si riporta il calcolo dell'HI e dei singoli HQ considerando anche i valori di background⁵ degli inquinanti in oggetto.

Nella tabella seguente si riportano le concentrazioni medie provinciali rilevate dalla rete di qualità dell'aria considerate come rappresentative del background dell'area di interesse (Studio modellistico delle ricadute al suolo allegato allo Studio di Impatto Ambientale sviluppato da CESI).

Va sottolineato che i valori rilevati dalla rete della Qualità dell'Aria, utili per la valutazione del background corrispondono alla somma di tutti i contributi delle sorgenti presenti sul territorio (incluso quello della Centrale nell'assetto attuale).

Vista l'assenza di dati sperimentali relativi al parametro NH₃ di lungo periodo diffusi nell'area il valore di background di tale parametro è stato desunto sulla base delle stime modellistiche del modello CAMS - European Air Quality Forecast.

Inquinante	Valore di background	u.m.
NO ₂	13	µg/m ³
PM2.5	15	
NH ₃	1	
CO	1,71	mg/m ³

Tabella 12: Valori di background

A seguire si riporta il calcolo dell'HQ / HI, rappresentativo dell'area di interesse, considerando i soli valori di background.

Come suggerito dall'ISS stesso, il CO non è stato incluso nel calcolo dell'HI in quanto possiede un meccanismo d'azione diverso, essendo associato al legame con l'emoglobina, limitando il calcolo dell'HI cumulativo a NO₂, PM2.5 e NH₃ avendo i relativi fattori di rischio lo stesso organo target.

Inquinante	Valore di background	HQ	HI
NO ₂	13 µg/m ³	3,25 x 10 ⁻¹	1,83
PM2.5	15 µg/m ³	1,50	
NH ₃	1 µg/m ³	2,00 x 10 ⁻³	
CO	1,71 mg/m ³	1,71 x 10 ⁻¹	1,71 x 10 ⁻¹

Tabella 13: HQ-HI con solo i valori di background

Per valutare il contributo dato dal progetto in esame si riporta a seguire il calcolo dell'HQ / HI, rappresentativo dell'area di interesse, considerando anche i valori di background.

⁵ Da parere ISS prot. n. 15370/15020: "[...] per background si intendono i livelli degli inquinanti derivanti da tutte le attività antropiche presenti e che caratterizzano una zona in cui un'opera si va ad inserire [...]".

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
21571II

 PAGINA
33 di 50

Come indicazione sintetica dei risultati ottenibili includendo nel calcolo di HQ e HI i valori sopra citati, viene riportato nella tabella seguente il **valore massimo** dell'area di interesse del progetto in esame.

Inquinante	Concentrazioni attribuibili al progetto per la fase OCGT	Concentrazioni attribuibili al progetto per la fase CCGT	Valore di background	HQ fase OCGT comprensivo di background	HQ fase CCGT comprensivo di background	HI fase OCGT comprensivo di background	HI fase CCGT comprensivo di background
NO ₂	0,24	0,27	13 µg/m ³	3,31 x 10 ⁻¹	3,32 x 10 ⁻¹	1,83	1,83
PM2.5	0,004	0,002	15 µg/m ³	1,50	1,50		
NH ₃	--	0,18	1 µg/m ³	2,00 x 10 ⁻³	2,36 x 10 ⁻³		
CO	0,022	0,066	1,71 mg/m ³	1,72 x 10 ⁻¹	1,77 x 10 ⁻¹	1,72 x 10 ⁻¹	1,77 x 10 ⁻¹

Tabella 14: HQ-HI comprensivi dei valori di background

È evidente che l'HI cumulativo stima un valore superiore ad 1 principalmente a causa del contributo determinato dal particolato (le cui concentrazioni sono superiori al valore OMS di riferimento di 10 µg/m³ ai fini della tutela della salute), mentre il contributo delle emissioni del progetto risulterebbe estremamente limitato. Inoltre, si evidenzia che l'effetto complessivo del progetto rispetto allo scenario attuale comporterebbe una riduzione delle emissioni e quindi anche degli indici in esame.

L'HI > 1, comprensivo di background, indicherebbe una potenziale criticità relativamente alla qualità dell'aria della zona a prescindere dal possibile contributo dell'opera, seppur limitato, evidenziando la necessità di predisporre un piano di monitoraggio adeguato.

Si fa presente infine che ENEL si rende disponibile ad integrare il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) con uno specifico piano di monitoraggio delle concentrazioni in aria ambiente, includendo anche l'ammoniaca (parametro ad oggi non ancora coperto dalle misure dell'attuale rete di rilevamento della qualità dell'aria di ARPA) e concordando con gli enti preposti al controllo del territorio (ARPA) le modalità operative dello stesso.

Analisi del background nella valutazione del rischio tossicologico

Il "background", inteso come i livelli di inquinanti, derivanti da tutte le attività antropiche, presenti e che caratterizzano una zona in cui un'opera si va ad inserire, può essere ben rappresentato in termini di qualità dell'aria dai valori rilevati dalle centraline di monitoraggio.

I dati rilevati dal Sistema Nazionale di Protezione Ambientale permettono di effettuare una panoramica sullo stato di conformità dei dati rilevati dalle centraline gestite dalle ARPA/APPA, sia in riferimento agli standard di qualità dell'aria da normativa vigente (D.Lgs. 155/2010) che in riferimento ai valori indicati dal WHO (World Health Organization o OMS).

L'analisi dei parametri PM2.5 ed NO2 permette di effettuare valutazioni esemplificative per il caso in esame.

A seguire una sintesi delle misure più recenti disponibili, come riportati ufficialmente da SNPA nel proprio sito istituzionale (fonte: <https://www.snpambiente.it>).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

 DATA
Luglio 2021

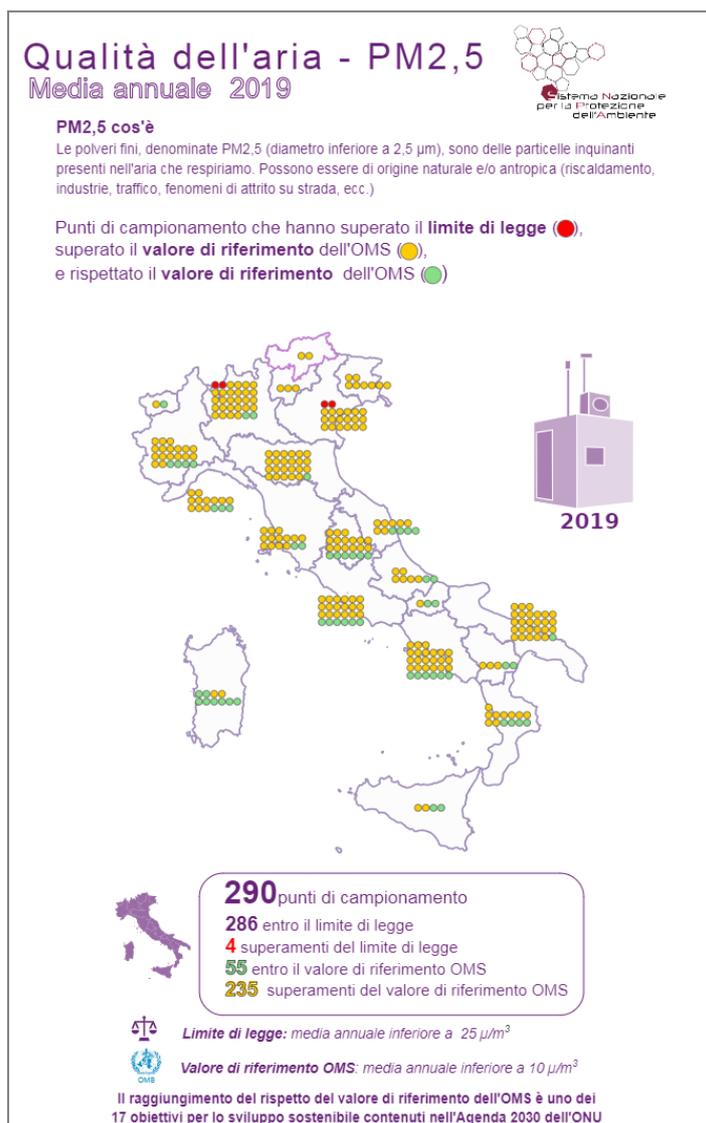
 PROGETTO
21571II

 PAGINA
34 di 50

L'attenzione è rivolta ai valori medi annui in quanto sono quelli impiegati nelle valutazioni di rischio tossico mediante HQ/Hi.

Per quanto concerne i dati per il 2019 relativamente a PM2.5, dall'analisi puntuale dei valori rilevati dalle 298 centraline, il valore di riferimento OMS come media annua ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è stato superato nell'80% dei casi circa.

A seguire la rappresentazione grafica per regione di tali rilevamenti.



In merito ai valori rilevati per NO2 sempre nell'anno 2019, la panoramica mostrata dai dati monitorati riporta minori criticità se confrontata con quella delle polveri.

"Le stazioni di monitoraggio che hanno misurato e comunicato dati di NO2 sono 622 nel 2019. (...)

Il valore limite annuale, pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, che coincide con il valore di riferimento OMS per gli effetti a lungo termine sulla salute umana, è stato superato in 30 stazioni (pari al 5% delle stazioni con copertura temporale sufficiente)"

I dati sopra indicati, mostrano chiaramente che, andando ad effettuare delle valutazioni di rischio tossico per i valori di background, anche solo considerando il parametro PM2.5, oltre l'80% del territorio italiano risulterebbe incompatibile con qualunque tipo di nuovo progetto che comporti emissioni in atmosfera (ove tale criterio venga considerato come soglia oggettiva di accettabilità) in quanto anche solo con il background il valore di HI risulta >1.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

 Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
 Addendum - configurazione 1+1

 DATA
 Luglio 2021

 PROGETTO
 21571II

 PAGINA
 35 di 50

 Se a questo parametro si aggiunge anche NO₂ tale percentuale arriverebbe ad **oltre il 90%**, senza considerare eventuali altri inquinanti che presentano lo stesso organo target di quelli citati.

2.2.2 Sostanze con rischio cancerogeno

Nell'ottobre 2013 l'Agenzia 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.

La valutazione del rischio per le sostanze cancerogene è data dalla seguente formula:

$$R = LADD \times CSF$$

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)).

E per quanto riguarda il rischio dovuto all'esposizione inalatoria, la stima di rischio è data dalla formula di seguito descritta:

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

dove:

C_{aria} = **Concentrazione atmosferica** del contaminante cui è esposta la popolazione, espressa in µg/m³;

IUR = **Unit Risk inalatorio**, definito come il rischio incrementale risultante dall'esposizione continuativa per tutta la vita ad una concentrazione di 1 µg/m³, espresso in [µg/m³]⁻¹.

L'unità di rischio inalatorio incrementale per esposizione a 1 µg/m³ di PM_{2.5} (IUR) è pari a 2,12 X 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 2** in termini di:

- risultati a livello di singolo Comune,

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
 Addendum - configurazione 1+1

DATA Luglio 2021	PROGETTO 21571II	PAGINA 36 di 50
---------------------	---------------------	--------------------

- risultati per singolo recettore rappresentativo individuato,
- risultati per singolo recettore sensibile individuato.

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 è fissata in 1×10^{-5} .

In tutti i **Comuni** presenti il rischio incrementale per lo scenario alternativo di progetto considerato risulta essere **inferiore alla soglia di 1×10^{-5}** .

In termini grafici i risultati ottenuti in termini di curve di isorischio sono riportati nella figura a seguire.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1

DATA
Luglio 2021

PROGETTO
21571II

PAGINA
37 di 50



Figura 11: Curve di isorischio cancerogeno – scenario di progetto OCGT

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1

DATA
Luglio 2021

PROGETTO
21571II

PAGINA
38 di 50

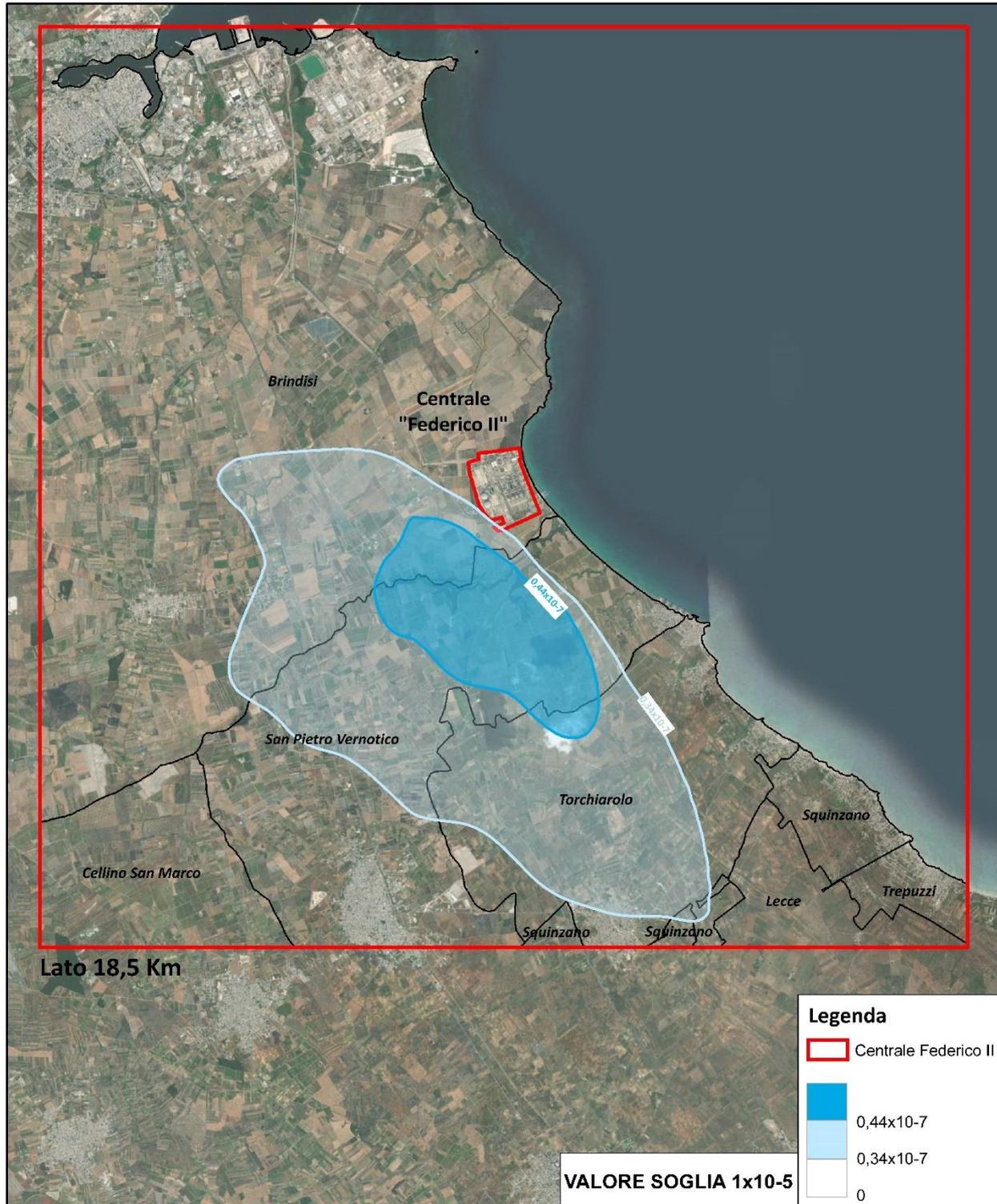


Figura 12: Curve di isorischio cancerogeno – scenario di progetto CCGT

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
21571II

 PAGINA
39 di 50

In tutti i **recettori rappresentativi** analizzati il rischio incrementale per lo scenario alternativo di progetto considerato risulta essere **inferiore alla soglia di 1×10^{-5}** .

In tutti i **recettori sensibili** presenti il rischio incrementale per lo scenario alternativo di progetto considerato risulta essere **inferiore alla soglia di 1×10^{-5}** .

I valori ottenuti sono all'incirca due ordini di grandezza inferiori al valore limite di riferimento.

Anche per il rischio cancerogeno, si osserva che i valori ottenuti sono di fatto circa la metà rispetto a quelli ottenuti dalla valutazione effettuata per gli scenari di progetto, di cui allo studio VIS presentato.

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	R max in area di interesse per fase CCGT	Ubicazione	SOGLIA	R _{WHO}	R _{FASE} / R _{WHO} [%]
PM2.5	$5,08 \times 10^{-7}$	I.C. Valesium	1×10^{-5}	$2,12 \times 10^{-3}$	0,02 %

Tabella 15: R cancerogeno connesso alla concentrazione di PM2.5 pari al limite di riferimento fissato da WHO

Il valore massimo per lo scenario alternativo di progetto nell'area di interesse risulta inferiore alla soglia di riferimento di 1×10^{-5} e molto inferiore rispetto al rischio stimato per lo standard di qualità dell'aria di riferimento pari a $2,12 \times 10^{-3}$ (<< 1%).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
21571II

 PAGINA
40 di 50

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 seguente formula:

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

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 e nel documento "The use of HIA tools in European Cities" 2018.

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.

Si sottolinea inoltre come tutte le seguenti funzioni di rischio facciano riferimento alle fonti ufficiali più aggiornate in materia. In molti casi, infine, sono stati scelti valori supportati da consistenti evidenze scientifiche e pertanto più robusti sotto tale punto di vista (evidenza di grado A) rispetto a valori definiti come di grado B e pertanto non suffragati da consistenti evidenze scientifiche.

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	1.02 (1.01-1.03)	The use of HIA tools in European Cities 2018	> 30 anni Da applicare a medie annue	
BREVE TERMINE	PM2.5			
	Ricoveri per cause cardiovascolari	1.0091 (1.0017-1.0166)	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 16: RR desunti da letteratura

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

DATA

Luglio 2021

PROGETTO

21571II

PAGINA

41 di 50

Si ricorda che l'applicazione delle funzioni RR è rappresentativa in caso di incrementi almeno pari alla soglia di 10 µg/m³ indicata.

I valori di RR inferiori ad 1 (limite inferiore 95%IC) sono stati posti pari ad 1, come da indicazioni dell'Istituto Superiore di Sanità.

Le valutazioni di tipo epidemiologico sono state effettuate per gli inquinanti e gli effetti sanitari ad essi associabili per i quali risultano disponibili le corrispondenti funzione di rischio relativo (RR) da fonti referenziate.

Nello specifico, per ogni inquinante e relativa patologia, considerando l'insieme delle sezioni di censimento dell'area di interesse, sono riportati:

- delta di casi attribuibili fra l'assetto ante operam e quello post operam relativo allo scenario in esame (si ricorda che il **ΔC** considerato nel calcolo è relativo alla differenza fra le concentrazioni di ricaduta al suolo derivanti dall'assetto ante-operam – dati emissivi relativi al periodo 2011-2014 – e l'assetto di progetto in riduzione, di cui alla configurazione 1+1).
- tasso ex ante per la specifica patologia riferito all'area di interesse, derivante dal set di dati impiegato per la valutazione dello stato di salute ante-operam di cui all'Allegato 2 dello studio VIS allegato alle Studio di Impatto Ambientale.

Come noto questo tasso è correlato ed influenzato sia dall'insieme del potenziale impatto sulla salute delle varie forzanti, differenti dalla centrale nell'attuale assetto ante operam, che influenzano la qualità dell'aria nell'area di interesse (es. emissioni da traffico, aree portuali, attività industriali esistenti...), sia dall'insieme del potenziale impatto delle determinanti indirette sulla salute quali ad esempio stile di vita, condizione socio-economica, etc.

Anche il delta casi attribuibili ante/post operam risulta conseguentemente influenzato dalla presenza di queste forzanti e determinanti indirette.

- tasso post-operam per la specifica patologia calcolato per l'area di interesse, come valore minimo, medio e massimo, in funzione del relativo valore di RR considerato.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
21571II

 PAGINA
42 di 50

Nella tabella seguente si riporta infine una sintesi dei risultati ottenuti.

INQUINANTE - PATOLOGIA DI INTERESSE	SCENARIO DI PROGETTO OCGT						
	Casi in difetto normalizzati su 10000 abitanti			TASSO x10.000 per anno ex ante	TASSO x10.000 per anno in funzione degli scenari di esposizione		
	RR minimo	RR medio	RR massimo		minimo	medio	massimo
PM2.5 – MORTALITA' TOTALE	0,009	0,013	0,018	88,845	88,836	88,832	88,827
PM2.5 – MORTALITA' PER CAUSE CARDIOVASCOLARI	0,006	0,012	0,019	52,792	52,786	52,780	52,774
PM2.5 – MORTALITA' PER CAUSE RESPIRATORIE	0,000	0,004	0,010	17,020	17,020	17,016	17,010
PM2.5 – INCIDENZA TUMORE AL POLMONE	0,000	0,001	0,001	3,276	3,276	3,275	3,275
PM2.5 – SDO PER CAUSE CARDIOVASCOLARI	0,024	0,127	0,232	221,527	221,503	221,400	221,295
NO2 – MORTALITA' TOTALE	0,019	0,037	0,056	88,845	88,826	88,808	88,789
NO2 – SDO PER CAUSE RESPIRATORIE	0,000	0,073	0,185	111,005	111,005	110,932	110,819

Tabella 17: Casi in difetto, tassi per lo scenario OCGT su tutta l'area di interesse

INQUINANTE - PATOLOGIA DI INTERESSE	SCENARIO DI PROGETTO CCGT						
	Casi in difetto normalizzati su 10000 abitanti			TASSO x10.000 per anno ex ante	TASSO x10.000 per anno in funzione degli scenari di esposizione		
	RR minimo	RR medio	RR massimo		minimo	medio	massimo
PM2.5 – MORTALITA' TOTALE	0,009	0,014	0,018	88,845	88,836	88,831	88,827
PM2.5 – MORTALITA' PER CAUSE CARDIOVASCOLARI	0,006	0,013	0,019	52,792	52,786	52,780	52,773
PM2.5 – MORTALITA' PER CAUSE RESPIRATORIE	0,000	0,004	0,010	17,020	17,020	17,015	17,010
PM2.5 – INCIDENZA TUMORE AL POLMONE	0,000	0,001	0,001	3,276	3,276	3,275	3,275
PM2.5 – SDO PER CAUSE CARDIOVASCOLARI	0,024	0,126	0,231	221,527	221,503	221,401	221,296
NO2 – MORTALITA' TOTALE	0,020	0,040	0,060	88,845	88,825	88,805	88,785
NO2 – SDO PER CAUSE RESPIRATORIE	0,000	0,071	0,181	111,005	111,005	110,934	110,824

Tabella 18: Casi in difetto, tassi per lo scenario CCGT su tutta l'area di interesse

I risultati di dettaglio per singolo comune sono riportati in **Allegato 3**. Si specifica che per ogni singolo comune sono state considerate solo le sezioni censuarie incluse nell'area di interesse.

La valutazione è stata effettuata come delta di casi attribuibili considerando il passaggio dall'assetto ante operam a quello stimato post operam, alla quale si affianca la valutazione della relativa variazione del tasso ex-ante di riferimento.

I risultati ottenuti per i casi attribuibili per 10.000 abitanti, in termini di mortalità e ospedalizzazione, mostrano valori sempre in riduzione sia a livello di sezione censuaria, che di singolo Comune, così come anche per l'intera area di interesse.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

DATA
Luglio 2021

PROGETTO
21571II

PAGINA
43 di 50

Stesse considerazioni possono essere effettuate anche per la variazione del tasso di riferimento ex ante per le patologie di interesse a seguito degli interventi proposti.

In sintesi, i risultati ottenuti evidenziano come gli impatti del progetto sulla componente "salute pubblica" risultino positivi.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

DATA
Luglio 2021

PROGETTO
21571II

PAGINA
44 di 50

2.4 Valutazione delle altre determinanti sulla salute

Le Linee Guida VIS richiedono 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.

In riferimento allo scenario progettuale alternativo in esame, può ritenersi rappresentativa la valutazione di dettaglio già effettuata in ambito VIS (e relativo allegato dedicato) per gli scenari progettuali di cui allo Studio di Impatto Ambientale presentato.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

DATA	PROGETTO	PAGINA
Luglio 2021	21571II	45 di 50

3. CONCLUSIONI

La Società Enel Produzione S.p.A. ha in progetto per la Centrale "Federico II" di Brindisi Sud 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 un addendum alla Valutazione dell'Impatto Sanitario (VIS) presentata in sede di Studio di Impatto Ambientale, di cui al procedimento ID. 5195.

In particolare, la valutazione di impatto sanitario in oggetto si riferisce ad un ulteriore scenario progettuale in riduzione previsto dal proponente, consistente nella realizzazione nell'area di impianto di una unità a gas in sostituzione delle esistenti, ed è stata sviluppata secondo la metodologia proposta dalle "Linee guida concernenti la Valutazione di Impatto Sanitario" approvate con Decreto Ministero della Salute del 27 marzo 2019.

Mediante la valutazione degli impatti ambientali attesi è stato identificato quello prevalente da indagare ed analizzare in ambito VIS, costituito per il progetto in esame dalle emissioni continue in atmosfera.

Mediante la definizione di un **Modello Concettuale Ambientale e Sanitario** (MCAS) è stato possibile schematizzare le relazioni tra la realizzazione e l'esercizio delle opere in progetto, le componenti ambientali, i percorsi di esposizione ed i bersagli umani.

La VIS si è svolta mediante i seguenti passaggi:

- identificazione degli **inquinanti indice** (ossidi di azoto, monossido di carbonio, ammoniaca e particolato secondario),
- identificazione delle **vie di esposizione rilevanti** (percorso inalatorio),
- identificazione degli **effetti sanitari di interesse** (effetti sanitari a carico del sistema respiratorio, ed effetti sanitari a carico del sistema cardiocircolatorio),
- identificazione della **popolazione esposta** (popolazione residente e recettori sensibili in un'area quadrata di lato pari a 18,5 km centrata nel baricentro degli interventi),
- identificazione degli **indicatori sanitari** (Mortalità, Ospedalizzazioni e Incidenza tumorale) mediante analisi delle caratteristiche tossicologiche e dei possibili impatti sulla popolazione dei contaminanti associati alle attività previste dal progetto.

Per la caratterizzazione dello stato di salute nell'assetto ante-operam si è fatto riferimento a quanto già sviluppato in sede di studio VIS presentato (studio epidemiologico ad hoc, a cura del Dipartimento di Biomedicina e Prevenzione dell'Università Tor Vergata di Roma, integrati con le evidenze dei principali studi epidemiologici delle ASL locali e Regione Puglia disponibili per l'area in esame).

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1

DATA

Luglio 2021

PROGETTO

21571II

PAGINA

46 di 50

Analogamente per la caratterizzazione della popolazione dell'area di interesse in termini sia demografici che socio economiche è stato ritenuto adeguato quanto già predisposto in sede di studio VIS presentato.

Si ricorda che l'ampio margine di rispetto delle ricadute del progetto rispetto, sia agli SQA che ai valori health based, permette di definire a priori come non significativo l'impatto sulla salute pubblica degli interventi proposti. Lo scenario proposto prevede infatti una sostanziale diminuzione delle emissioni, con ulteriore riduzione anche rispetto al progetto di cui allo studio VIS presentato.

In via conservativa è stata comunque effettuata una valutazione del rischio sanitario mediante sia assessment tossicologico che assessment epidemiologico.

I risultati ottenuti dall'assessment **tossicologico**, effettuato sia a livello di popolazione residente che a livello di recettori sensibili, mostrano un rischio largamente accettabile per le sostanze a rischio tossico per lo scenario di progetto considerato.

Considerando i valori di background, è evidente che l'HI cumulativo stima un valore superiore ad 1 principalmente a causa del contributo determinato dal particolato (le cui concentrazioni sono superiori al valore OMS di riferimento di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ai fini della tutela della salute).

L'HI > 1, comprensivo di background, indica perciò una potenziale criticità relativamente alla qualità dell'aria della zona a prescindere dal possibile contributo, seppur limitato, dell'opera.

Enel quindi si rende disponibile a condividere con gli Enti di controllo l'esigenza di un monitoraggio specifico per i parametri considerati. La somma dell'HI di progetto a quello di area lascia l'HI cumulativo sostanzialmente invariato.

I risultati ottenuti dall'assessment **epidemiologico**, calcolato considerando come input la differenza fra le concentrazioni di ricaduta al suolo derivanti dall'assetto ante-operam – dati emissivi relativi al periodo 2011-2014 - e quelle di progetto in riduzione di cui alla configurazione 1+1, mostrano valori di casi attribuibili per 10.000 abitanti, in termini di mortalità e ospedalizzazione, in riduzione (Δ negativi) sia a livello di singolo Comune che per l'intera area di interesse.

Tali valori di Δ casi attribuibili portano ad ottenere dei tassi nell'assetto post-operam per 10.000 abitanti per le patologie di interesse inferiori o sostanzialmente invariati rispetto a quelli di riferimento ex ante (tassi di riferimento relativi al periodo 2011-2014).

La valutazione semi-qualitativa del rischio e dell'opportunità su determinanti agenti in via indiretta sulla salute (stile di vita, fattori socio-economici, etc.) effettuata in sede di studio VIS presentato è stata ritenuta rappresentativa anche per lo scenario in esame. I risultati di tale analisi mostrano l'assenza di rischi per le determinanti indirette sulla salute a fronte di rilevanti opportunità per alcune determinanti direttamente

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

DATA
Luglio 2021

PROGETTO
21571II

PAGINA
47 di 50

interessate dagli effetti positivi sul contesto socio - economico dati dall'iniziativa in progetto sia a livello locale che a livello nazionale.

In conclusione, sebbene l'analisi abbia mostrato anche per questo ulteriore scenario **impatti positivi sulla componente sanitaria**, come principio di cautela, ENEL ritiene opportuno proporre un monitoraggio periodico degli indicatori sanitari analizzati nello studio VIS, per poter garantire una verifica delle previsioni di valutazione di impatto formulate.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
21571II

 PAGINA
48 di 50

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.
- AIOM, AIRTUM, I numeri del cancro in Italia 2019
- AIRTUM, I tumori in Italia- trend 2003-2014
- APAT CTN ACEI modelli per la valutazione e gestione della qualità dell'aria: normativa, strumenti, applicazioni, 2004
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO
**Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
Addendum - configurazione 1+1**

 DATA
Luglio 2021

 PROGETTO
21571II

 PAGINA
49 di 50

- 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.
- Forastiere, Faustini, 2009 Inquinamento ed effetti a breve termine sulla salute: dai progetti di ricerca alla sorveglianza epidemiologica, Progetto EPIAIR.
- 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.
- 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.
- Informazioni sul mercato del lavoro - EUROPA – EURES.
- 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.
- ISTAT, Il Benessere Equo e Sostenibile in Italia, 2019.
- ISTAT, Annuario statistico italiano, 2019.
- ISTAT, Fattori di rischio per la salute: fumo, obesità, alcol e sedentarietà, anno 2018; 2019.
- ISTAT, SSEO Indagine multiscopo – Aspetti della vita quotidiana, 2019.
- ISTAT, Opinioni dei cittadini e soddisfazione per la vita, 2018.
- Linee Guida per la Valutazione di Impatto Sanitario, redatte con Decreto del Ministero della Salute (2019).
- 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.
- PASSI (Progressi delle Aziende Sanitarie per la Salute in Italia) del Centro Nazionale per la Prevenzione delle malattie e la promozione della salute dell'Istituto Superiore di Sanità, dati 2016-2019.
- 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.
- 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.
- The use of Health Impact Assessment tools in European Cities, Van den Brenk, I. (2018)
- US - EPA Guideline on Air Quality Models, 2005
- US - EPA Benchmark Dose Software (BMDS) - VERSION 3.1 - USER GUIDE.

VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas –
 Addendum - configurazione 1+1

DATA

Luglio 2021

PROGETTO

21571II

PAGINA

50 di 50

- US - EPA Risk Assessment Guidance for Superfund, 1989
- 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 - Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide, 2016
- 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
- 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.
- www.istat.it
- 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