

**REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA
PROVINCIA DI UDINE
COMUNE DI MANZANO**

COMMITTENTE:

GREENMAN SRL
Via A. Volta, 10
Manzano (UD)

**VARIANTE SOSTANZIALE AD
IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI**

***Progetto di variante:
revamping per adeguamento tecnologico***

**VALUTAZIONE PRELIMINARE DEL RISCHIO
SANITARIO**

ARCHIVIO: n. E19006

REVISIONE : 01/2019

DATA: 11/04/2019

Questo documento non potrà
essere copiato, replicato o
pubblicato tutto o in parte,
senza il consenso di
Enerance srl
Legge 22.04.41 n° 633 art.
2575 e seg. C.C

Il tecnico
ing. C. Cecotti

1 INTRODUZIONE

La valutazione dei risultati ottenuti in termini di impatto sulla salute umana viene di seguito svolta seguendo le indicazioni riportate nel recente documento "Linee guida per la valutazione integrata di impatto ambientale e sanitario (VIAS) nelle procedure di autorizzazione ambientale (VAS, VIA, AIA)" a cura di ISPRA.

Nella prassi scientifica internazionale si sono distinti due approcci per la valutazione degli impatti sulla salute. Il primo approccio metodologico, più vicino all'ambito di ricerca della tossicologica, è quello dell'analisi del rischio (Risk Assessment - RA), mentre il secondo approccio, di derivazione epidemiologica, è quello della quantificazione del numero di casi attribuibili (Health Impact Assessment – HIA) (ed anche gli anni di vita persi e i Disability Adjusted Life Years- DALYs).

I due metodi condividono fasi di valutazione simili, ma adottano una formulazione concettuale e matematica molto diversa, portando a risultati quantitativi altrettanto diversificati.

Nello studio in oggetto si è scelto di seguire l'approccio Risk Assessment.

1.1 PROCEDURA RISK ASSESSMENT

Lo Human Health Risk Assessment, o valutazione del rischio sanitario, come sviluppata dalla National Academy of Science (NAS), è una procedura che, per convenzione, si articola in quattro fasi¹:

- ✓ Hazard Identification, identificazione del pericolo;
- ✓ Dose-Response Assessment, valutazione della relazione dose-risposta;
- ✓ Exposure Assessment, valutazione dell'esposizione;
- ✓ Risk Characterization, stima del rischio.

Il RA, in generale, 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.

Con il termine Valutazione del Rischio 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

¹ Tratto da "Linee guida per la valutazione integrata di impatto ambientale e sanitario (VIAS) nelle procedure di autorizzazione ambientale"

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 della tossicità dello stesso (T).

La valutazione del fattore di esposizione (E) consiste nella stima della dose giornaliera (definita anche Introito o Intake o 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. Nel caso di esposizione per inalazione ad esempio:

$$E = C_{aria} \times EM$$

dove:

C_{aria} = concentrazione in aria del contaminante (mg/m^3)

EM = portata effettiva di esposizione (m^3/kg -giorno), ossia la quantità giornaliera di aria inalata per unità di peso corporeo, stimabile mediante la seguente formula:

$$EM \left[\frac{m^3}{Kg \times giorno} \right] = \frac{Bi \times EF_g \times EF \times ED}{BW \times AT \times 365 \frac{giorni}{anno}}$$

dove:

Bi = rateo di inalazione (m^3/ora)

EF_g = frequenza giornaliera di esposizione (ore/giorno)

EF = frequenza annuale di esposizione (giorni/anno)

ED = durata dell'esposizione (anni)

BW = peso corporeo (kg)

AT = tempo medio di esposizione (anni).

I fattori di esposizione utilizzati di seguito per il calcolo della dose media giornaliera di aria inalata dallo specifico recettore (suddiviso tra adulto e bambino residente) sono quelli riportati nelle linee guida citate, considerando un tasso di inalazione unitario.

Alla fase di valutazione delle esposizioni segue la fase di caratterizzazione del rischio che si estrinseca attraverso l'integrazione del valore calcolato per la dose media giornaliera con l'informazione tossicologica quantitativa propria del contaminante.

Nella valutazione del rischio sanitario la dose media giornaliera dovrebbe essere calcolata per ogni singolo percorso di esposizione (inalazione, ingestione, contatto dermico) e per i diversi recettori umani, bersagli della contaminazione (adulti, bambini, lavoratori). Nel caso specifico, tuttavia, è stata esaminata la sola esposizione per via inalatoria, come richiesto dalla A.A.S. 4 nelle prescrizioni impartite, considerando altresì che si tratta di contaminanti emessi in atmosfera e quindi direttamente impattanti con le vie respiratorie.

1.1.1 Rischio per inalazione di sostanze cancerogene

Il rischio per le sostanze cancerogene è calcolato attraverso la 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 = *Cancer Slope Factor*, esprime il potere cancerogeno di una sostanza e indica la probabilità incrementale di sviluppare un tumore se un individuo è esposto alla sostanza per tutta la vita. Il CSF indica la pendenza della curva dose-risposta, ossia il potenziale cancerogeno di una certa sostanza espressa in $[\text{mg/kg-giorno}]^{-1}$.

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:

$$R = C_{\text{aria}} \times UR$$

dove:

C = Concentrazione atmosferica del contaminante a 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 $[\mu\text{g}/\text{m}^3]^{-1}$.

1.1.2 Rischio per inalazione di sostanze non cancerogene

Per le sostanze non cancerogene, il rischio viene calcolato attraverso la seguente formula:

$$HQ = ADD / RfD_{\text{inal}}$$

dove:

HQ = *Hazard Quotient* è il Quoziente di Pericolo ed esprime di quanto l'esposizione alla sostanza supera la dose di riferimento inalatoria (RfD_{inal});

ADD= *Average Daily Dose*, espressa in mg/kg giorno;

RfD_{inal}= *Inhalation Reference Dose* è la stima della quantità massima di sostanza che può essere inalata giornalmente e per tutta la vita senza comportare apprezzabili rischi per la salute umana; è espressa in mg/kg-giorno.

1.2 IDENTIFICAZIONE DEI RISCHI ECO-TOSSICI DELLE SOSTANZE EMESSE

I dati relativi ai valori di iUR e di RfD_{inal} per i vari inquinanti oggetto del presente studio sono stati presi dai dati di letteratura disponibili e con riferimento alle normative nazionali, comunitarie ed internazionali, in riferimento ad effetti acuti e cronici.

In particolare per quanto riguarda le funzioni dose-risposta da utilizzare nelle procedure di RA, il riferimento internazionale è in genere considerato il database US-EPA Integrated Risk Information System (IRIS), disponibile online, che è stato ampiamente consultato assieme ad ulteriori database tossicologici quali Cal-EPA, ATSDR, Database Risk Assessment Information System (RAIS) e la "Banca Dati ISS-INAIL per Analisi di Rischio Sanitario Ambientale" aggiornata al 2015.

	RfDinal mg/kg,die	IUR 1/(µg/m³)	RfDinal, acuto µg/m³
PM ₁₀	3,40E-03	-	50
PM _{2,5}	1,70E-02	2,12E-04	20
NO ₂	6,80E-03	-	200
SO ₂	3,40E-03	-	350
PCDD+PCDF	1,14E-08	3,8E+01	-
PCB	-	5,7E-04	-
IPA (come B[a]P)	8,57E-04	1,10E-03	-
Sb	5,71E-05	-	-
As	4,29E-06	4,3E-03	1,9E-01
Cd	2,86E-06	1,8E-03	-
Co	1,71E-06	-	-
Cr tot	4,00E-05	-	-
Mn	1,3 E-02 (*)	-	-
Ni	2,57E-05	2,6E-04	6,0E+00
Pb	3,50E-03	-	-

	RfDinal	IUR	RfDinal, acuto
	mg/kg,die	1/(µg/m³)	µg/m³
Cu	4,00E-02	-	1,0E+02
Tl	1,00E-05	-	-
V	2,86E-05	-	-
Hg	8,57E-05	-	1,8E+00

(*) Per il Mn, in assenza di altre indicazioni più recenti, è stato utilizzato il valore di CSC_{aria} presentato da ISPRA-INAIL nel 2010, pari a $1,30E-02 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabella 1 – Funzioni dose-risposta da letteratura

1.3 VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Sia per R sia 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'HI. Il termine HI ("Hazard Index" o "Indice di Pericolosità"), 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 nel caso in oggetto), o relativo a molteplici sostanze per molteplici vie di esposizione (EPA 1991).

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_{inal} ($HI \leq 1$) sia a livello di sostanza individuale che cumulativa, mentre per le sostanze cancerogene l'US-EPA, nella valutazione del rischio cumulativo, ipotizza un valore "de minimis" pari a 10^{-6} individuale, e cumulativo nel range 10^{-4} e 10^{-6} e un intervento pianificato in caso di rischio superiore a 10^{-4} .

Considerate le concentrazioni precedentemente calcolate, si riportano in forma tabellare i risultati ottenuti.

$$EM_{adulto, n} = 0,3288$$

$$EM_{bambino, n} = 1,5342$$

VALUTAZIONE INDICE DI PERICOLOSITA' INALAZIONE SOSTANZE NON CANCEROGENE			
	Valore max delle medie orarie ai ricettori	ADD [mg/kg,die]	HQ
PM ₁₀	3,58E-02 µg/m ³	5,48E-05	1,61E-02
PM _{2,5}	2,75E-02 µg/m ³	4,22E-05	2,48E-03
NO ₂	1,10E+00 µg/m ³	1,69E-03	2,48E-01
SO ₂	2,70E-01 µg/m ³	4,14E-04	1,22E-01
PCDD+PCDF	5,49E-04 pg/m ³ TEQ	8,42E-13	7,39E-05
PCB	5,49E-07 pg/m ³	-	-
IPA (come B[a]P)	5,49E-02 pg/m ³	7,42E-11	9,83E-08
Cd	2,70E-04 ng/m ³	4,14E-07	1,45E-01
Ni	2,70E-03 ng/m ³	4,14E-06	1,61E-01
Hg	2,70E-04 ng/m ³	4,14E-07	4,83E-03
HI = Σ (HQ) =			0,700 < 1

Tabella 2 – Valutazione indice di pericolosità per inalazione di sostanze non cancerogene

L'indice di pericolosità per inalazione delle sostanze non cancerogene emesse dall'impianto risulta inferiore all'unità e quindi l'attività in oggetto risulta accettabile, a maggior ragione alla luce delle ipotesi conservative fatte.

VALUTAZIONE INDICE DI PERICOLOSITA' INALAZIONE SOSTANZE CANCEROGENE			
	Valore max delle medie orarie ai ricettori	IUR 1/(µg/m³)	R_j
PM _{2,5}	2,75E-02 µg/m ³	2,1E-04	5,8E-06
PCDD+PCDF	5,49E-04 pg/m ³ TEQ	3,8E+01	2,1E-08
PCB	5,49E-06 pg/m ³	5,7E-04	3,1E-15
IPA (come B[a]P)	5,49E-02 pg/m ³	1,10E-03	6,0E-11
As	2,7E-03 ng/m ³	4,3E-03	1,2E-11
Cd	2,7E-04 ng/m ³	1,8E-03	4,9E-13
Ni	2,7E-03 ng/m ³	2,6E-04	7,0E-13
R = Σ (R_j) =			5,85E-06 < 1E-05

Tabella 3 – Valutazione indice di pericolosità per inalazione di sostanze cancerogene

Si sottolinea che la concentrazione di PM_{2,5} è stata ipoteticamente presa come il 65% della concentrazione massima di particolato autorizzata a camino, mentre i valori effettivamente riscontrati dalle misure effettuate sono inferiori al 3% di questa concentrazione. Pertanto il valore massimo orario riconducibile all'attività dell'impianto sarà anch'esso altrettanto ridotto, portando R a valori trascurabili (inferiore a 1 caso su 10.000.000).

Come riportato da ARPAM (agenzia ARPA delle Marche)² *"L'agenzia per la protezione ambientale statunitense US-EPA e ormai gran parte degli organismi internazionali sono concordi nel ritenere accettabile un rischio incrementale di un caso su diecimila esposti; per valori superiori a 1,00E-04, al contrario, occorre pianificare interventi volti a mitigare le esposizioni e, contestualmente, a ridurre gli esiti sanitari."* La stima della concentrazione dell'aria alla cui esposizione inalatoria non si verificano casi di tumore polmonare in eccesso rispetto al limite di accettabilità cancerogeno è stata valutata in 0,7 ug/m³; *"ciò che preme osservare è la notevole disparità tra la concentrazione di riferimento calcolata e la soglia stabilita dalla normativa europea per gli ambienti outdoor di 25 ug/m³ per il PM_{2,5} su base annua"*

Stanti tali premesse, si può concludere che **l'indice di pericolosità per inalazione delle sostanze cancerogene emesse dall'impianto risulta ben inferiore ai valori di riferimento e quindi l'attività in oggetto risulta accettabile.**

² *"Cancerogenicità dell'inquinamento atmosferico: nuovi approcci alla valutazione della qualità dell'aria dopo la pronuncia della IARC"*, Ecomondo 2014