



ELABORATO DI SERVIZIO

ACCORDO DI COLLABORAZIONE SCIENTIFICA TRA ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ E PROCURA DELLA REPUBBLICA DI NAPOLI NORD (PROT.N.1104 PROCURATORE DEL 23 GIUGNO 2016).

A cura del Gruppo di Lavoro interdipartimentale dell'Istituto Superiore di Sanità, istituito in data 24/4/2017 (PRE-316/2017), composto da:

Eleonora Beccaloni (Responsabile scientifico), *Lucia Fazzo* (Responsabile scientifico), *Marco De Santis*, *Ivano Iavarone*, *Federica Scaini* (Dipartimento Ambiente e Salute);

Valerio Manno, *Giada Minelli* (Servizio tecnico-scientifico di Statistica)

per lo svolgimento delle attività previste dall'Accordo Istituto Superiore di Sanità e Procura della Repubblica di Napoli Nord, sottoscritto in data 23 giugno 2016 (PROT.N.1104 PROCURATORE DEL 23 GIUGNO 2016).

ACCORDO DI COLLABORAZIONE SCIENTIFICA TRA ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ E PROCURA DELLA REPUBBLICA DI NAPOLI NORD (PROT.N.1104 PROCURATORE DEL 23 GIUGNO 2016).

RAPPORTO FINALE, DICEMBRE 2020

STUDIO SULL'IMPATTO SANITARIO DEGLI SMALTIMENTI CONTROLLATI ED ABUSIVI DI RIFIUTI NEI 38 COMUNI DEL CIRCONDARIO DELLA PROCURA DELLA REPUBBLICA DI NAPOLI NORD

ELABORATO DI SERVIZIO

A cura del Gruppo di Lavoro Istituto Superiore di Sanità (ISS):

Eleonora Beccaloni (Responsabile Scientifico), *Lucia Fazzo* (Responsabile Scientifico), *Marco De Santis*, *Ivano Iavarone*, *Federica Scaini* (Dipartimento Ambiente e Salute);
Valerio Manno, *Giada Minelli* (Servizio tecnico-scientifico di Statistica).

Si ringraziano:

la dott.ssa Anna Bastone, del Reparto di Epidemiologia Ambientale e Sociale del Dipartimento Ambiente e Salute di ISS, per il lavoro editoriale al presente Rapporto;

le dott.sse Eugenia Dogliotti (Dipartimento Ambiente e Salute) e Susanna Conti (Servizio tecnico-scientifico di Statistica), ricercatrici dell'ISS attualmente in pensione, per il contributo dato alla messa a punto del disegno dello studio e allo svolgimento delle analisi preliminari.

Un particolare ringraziamento al dott. Pietro Comba, del Reparto di Epidemiologia Ambientale e Sociale dell'ISS, attualmente in pensione, per il contributo all'ideazione dell'indagine, alla messa a punto del disegno dello studio e all'interpretazione dei risultati. Inoltre, si ringrazia il dott. Comba per la revisione dell'attuale Rapporto Finale.

Inoltre, si ringraziano i colleghi dei Registri Regionali di patologia e dell'Associazione Italiana dei Registri Tumori (AIRTUM), per la disponibilità alla condivisione dei dati e delle analisi degli stessi, la cui collaborazione ha reso possibile considerare nella presente indagine diversi esiti sanitari, basati su banche-dati accreditate disponibili all'avvio dell'indagine. In particolare:

il dott. Angelo D'Argenzio, del Registro Tumori di Caserta;

il dott. Giancarlo D'Orsi, del Registro Tumori di Napoli Nord;

il dott. Francesco Vetrano e il dott. Fabio Savoia, del Registro dei Tumori Infantili della Regione Campania;

il dott. Gioacchino Scarano, del Registro delle Malformazioni Congenite della Regione Campania;

il dott. Paolo Contiero, il dott. Stefano Ferretti e la dott.ssa Alessandra Ravaioli, dell'Associazione Italiana dei Registri Tumori.

INDICE

OGGETTO.....	5
SOMMARIO.....	6
1. INTRODUZIONE E OBIETTIVI	8
2. MATERIALI E METODI	8
2.1. MAPPATURA E CARATTERIZZAZIONE DEI SITI DI SMALTIMENTO DI RIFIUTI NELL'AREA IN ESAME E COSTRUZIONE DELL'INDICATORE COMUNALE DI RISCHIO ESPOSIZIONE DA RIFIUTI	8
2.1.1. RACCOLTA DATI DISPONIBILI	8
2.1.2. COSTRUZIONE GEODATABASE.....	9
2.1.3. DEFINIZIONE DEI CRITERI PER L'ATTRIBUZIONE DEL CODICE DI PERICOLOSITÀ SITO-SPECIFICA.	12
2.1.4. DEFINIZIONE DELL'INDICATORE COMUNALE DI RISCHIO DI ESPOSIZIONE A RIFIUTI.....	17
2.2. DISEGNO DELLO STUDIO EPIDEMIOLOGICO	20
2.2.1. CRITERI PER LA SCELTA DEL DISEGNO	20
2.2.2. DEFINIZIONE DELLE PATOLOGIE DI INTERESSE.....	21
2.2.3. DEFINIZIONE DEGLI ESITI SANITARI E DEGLI INDICATORI STATISTICI DI RISCHIO, A LIVELLO COMUNALE.....	23
2.3. ANALISI ESITI SANITARI A LIVELLO COMUNALE	27
2.3.1. MORTALITÀ	27
2.3.2. RICOVERI.....	28
2.3.3. INCIDENZA ONCOLOGICA.....	29
2.3.4. FOCUS SULLA SOTTO-POPOLAZIONE PEDIATRICA-ADOLESCENZIALE: MORTALITÀ, RICOVERI, INCIDENZA ONCOLOGICA.....	30
2.3.5. PREVALENZA DEI NATI CON BASSO PESO ALLA NASCITA E DEI NATI PRETERMINE.....	31
2.3.6. PREVALENZA ALLA NASCITA DELLE MALFORMAZIONI CONGENITE.....	32
2.3.7. COSTRUZIONE DI INDICATORE COMUNALE SINOTTICO DI ESITI SANITARI (IES)	33
2.4. ANALISI DI REGRESSIONE TRA INDICATORE DI RISCHIO DA RIFIUTI ED ESITI SANITARI	34
3. RISULTATI.....	35
3.1. CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE PER LA PRESENZA DEI SITI DI RIFIUTI	35
3.2. ESITI SANITARI, A LIVELLO COMUNALE	39
3.2.1. MORTALITÀ, RICOVERI OSPEDALIERI, INCIDENZA ONCOLOGICA, PREVALENZA DI NATI PRE-TERMINE E CON BASSO PESO E DELLE MALFORMAZIONI CONGENITE ALLA NASCITA, A LIVELLO COMUNALE	39

3.2.2. INDICATORE SINOTTICO COMUNALE DI ESITO SANITARIO (IES)	39
3.3. ANALISI DI REGRESSIONE	41
4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	53
5. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	62

ALLEGATO 1

GUIDA ALLA LETTURA DELLE STIME RIPORTATE NELLE SCHEDE.....	2
1.a INTERA AREA COMPLESSIVA.....	5
1.b SCHEDE COMUNALI	
COMUNI DELLA PROVINCIA DI CASERTA.....	17
COMUNI DELLA PROVINCIA DI NAPOLI.....	209

OGGETTO

Il presente Rapporto descrive la metodologia e i risultati dello studio sull'impatto sanitario degli smaltimenti controllati e abusivi di rifiuti, compresi quelli pericolosi, svolto dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS) su mandato della Procura della Repubblica di Napoli Nord nell'ambito dell'Accordo di collaborazione scientifica siglato tra i due Enti il 23 giugno 2016. Si fa presente che il Rapporto preliminare dei primi risultati, presentato nel giugno 2019 fa parte integrante del presente Rapporto Finale.

L'Accordo di collaborazione scientifica, della durata di 4 anni, è stato *“finalizzato allo scambio di dati ed informazioni derivanti dalla sorveglianza epidemiologica della popolazione residente nel Circondario di Napoli Nord, con specifico riferimento agli eccessi della mortalità, dell'incidenza tumorale e dell'ospedalizzazione per diverse patologie, che ammettono fra i loro fattori di rischio accertati o sospetti, l'esposizione a inquinanti”* (Art.2, comma 1).

L'area oggetto dell'indagine riguarda il territorio dei 38 Comuni del Circondario della Procura di Napoli Nord, con una superficie totale di 426 km². Su questa area, in base ai dati raccolti disponibili al gennaio 2017, sono stati registrati 2.767 siti interessati da smaltimento controllato o abusivo di rifiuti, anche pericolosi, in 653 dei quali risultano anche avere avuto luogo combustioni illegali.

SOMMARIO

Il territorio dei 38 comuni del Circondario della Procura della Repubblica di Napoli Nord, con una superficie totale di 426 km², è interessato dalla presenza di 2767 siti di smaltimento controllato o abusivo di rifiuti, anche pericolosi, in 653 dei quali risultano anche avere avuto luogo combustioni illegali. Nei comuni dell'area in esame, si è stimato che 354.845 abitanti, pari al 37% della popolazione, risiedono entro 100 metri da almeno un sito, ma spesso da più di uno, e questo determina una molteplicità di fonti di esposizione pericolose. Si tratta palesemente di una elevatissima densità di sorgenti di emissioni e rilasci di composti chimici pericolosi per la salute umana. Seppure il fenomeno sembra essere diffuso nell'intera area, le popolazioni residenti in alcuni comuni espongono un rischio maggiore di esposizione ai contaminanti emessi/rilasciati da siti di smaltimento di rifiuti. I 38 comuni sono stati categorizzati in base al rischio stimato di esposizione a rifiuti (Indicatore Rischio da rifiuti comunale: IRC). Tra i comuni analizzati, Giugliano in Campania e Caivano sono risultati avere un più elevato rischio di esposizione a rifiuti (IRC 4) ed entrambi sono caratterizzati dalla presenza di un elevato numero di siti di smaltimento illegale di rifiuti, incluse le combustioni. Entrambi i comuni hanno fatto registrare un elevato numero di eccessi sanitari, rispetto alle popolazioni di riferimento. Nell'intera area e in singoli comuni si sono registrati eccessi di specifiche patologie, ai quali l'esposizione a contaminanti rilasciati/emessi dai siti di rifiuti può aver contribuito con un ruolo causale o con-causale. Nella popolazione pediatrica-adolescenziale complessivamente non si sono registrati eccessi rispetto al resto della Regione, ma ne sono stati evidenziati in singoli comuni; tali segnali meritano attenzione e ulteriori approfondimenti perché possono rappresentare eventi sentinella legati a possibili criticità ambientali o di altra natura.

Nell'analisi interna ai 38 comuni per Indicatore di Rischio da Rifiuti (IRC), i comuni maggiormente impattati da siti di rifiuti (IRC=4 e IRC=3) hanno fatto registrare eccessi, rispetto alla classe dei comuni con indicatore più basso, per il tumore della mammella (mortalità e incidenza nelle donne) e l'asma (ricoveri in entrambi i generi) nella popolazione generale e per la prevalenza di nati pretermine e di malformazioni congenite; nella sotto-popolazione della classe di età 0-19 anni, l'incidenza di leucemie e i ricoveri per asma sono risultati in eccesso nelle classi dei comuni maggiormente impattati dai siti di rifiuti (IRC più elevati).

I risultati della presente indagine evidenziano che siti di smaltimento di rifiuti, in particolare quelli illegali di rifiuti pericolosi, incluse le combustioni, possono aver avuto un effetto sanitario sulle popolazioni, in termini di causalità e/o con-causalità nell'insorgenza di specifiche malattie. In questo quadro, specifici interventi sono urgenti: bloccare qualsiasi attività illecita e non controllata di smaltimento di rifiuti, bonificare i siti con rifiuti e le aree limitrofe che possono

essere state interessate dai contaminanti rilasciati da questi siti; attivare un piano di sorveglianza epidemiologica permanente delle popolazioni; implementare interventi di sanità pubblica in termini di prevenzione-diagnosi-terapia ed assistenza. Tali attività dovranno essere oggetto, fin dalla loro ideazione, di un piano di comunicazione e condivisione con le popolazioni locali, le associazioni presenti sul territorio, le istituzioni e i governi locali.

1. INTRODUZIONE E OBIETTIVI

Nel giugno del 2016 l'Istituto Superiore di Sanità (ISS) e la Procura della Repubblica Napoli Nord hanno firmato un accordo di collaborazione scientifica, della durata di 4 anni, “*finalizzata allo scambio di dati ed informazioni derivanti dalla sorveglianza epidemiologica della popolazione residente nel Circondario di Napoli Nord, con specifico riferimento agli eccessi della mortalità, dell'incidenza tumorale e dell'ospedalizzazione per diverse patologie, che ammettono fra i loro fattori di rischio accertati o sospetti, l'esposizione a inquinanti*” (Art.2, comma 1).

Ai fini dell'adempimento previsto dall'Accordo, ISS ha istituito nell'aprile 2017 un Gruppo di Lavoro interdipartimentale (GdL) costituito da personale del Dipartimento Ambiente e Salute e del Servizio Tecnico-scientifico di Statistica (PRE-316/2017); il personale designato per tale attività ha assunto le funzioni di consulente tecnico del Pubblico Ministero (Art.2, comma 4). La presente relazione riporta i risultati delle attività eseguite da questo GdL, i cui componenti sono autori del presente Rapporto.

L'area del Circondario della Procura di Napoli Nord include 38 comuni, 19 della provincia di Napoli e 19 della Provincia di Caserta. Di questi trentotto, 34 rientrano nella definizione “Terra dei Fuochi” della legge 6/2014 (per una trattazione del tema “Terra dei Fuochi” si rinvia a Musmeci *et al.*, 2015) e 24 rientrano nel Sito di Interesse Nazionale (ora regionale) per le bonifiche “Litorale domizio-flegreo e agro aversano”, oggetto di indagine nell'ambito del Progetto SENTIERI.

2. MATERIALI E METODI

2.1. MAPPATURA E CARATTERIZZAZIONE DEI SITI DI SMALTIMENTO DI RIFIUTI NELL'AREA IN ESAME E COSTRUZIONE DELL'INDICATORE COMUNALE DI RISCHIO ESPOSIZIONE DA RIFIUTI

I metodi utilizzati per la costruzione dell'indicatore comunale di rischio di esposizione da rifiuti e i relativi risultati, che vengono qui di seguito descritti, sono stati pubblicati nel luglio 2020 sulla rivista *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Fazzo *et al.*, 2020).

2.1.1. RACCOLTA DATI DISPONIBILI

Alla fine di marzo 2017 fu consegnato dalla Procura ad ISS il materiale fornito dall'ARPA Campania (ARPAC), con i dati ambientali dell'area.

Da un'analisi del materiale si valutò la necessità di acquisire ulteriori dati in un formato idoneo per la costruzione di un geodatabase interrogabile su piattaforma GIS (Geographic Information System). Nei mesi da aprile a luglio 2017 si attivò una collaborazione tra ISS e ARPAC per l'acquisizione dei dati necessari, inclusi quelli relativi a siti non inseriti nel materiale iniziale. Fu

effettuato un esame dei dati forniti da ARPAC provenienti dalle diverse attività dell’Agenzia nell’area e, in base a questo, vennero selezionati 225 siti di interesse.

Nel periodo successivo si è proceduto alla raccolta e georeferenziazione degli ulteriori dati disponibili, che hanno alimentato il geodatabase:

- a) da ARPAC: Siti del Piano Regionale Bonifiche; Terreni agricoli classificati dal Gruppo di Lavoro interministeriale “Terra dei Fuochi” (TdF) del 2013 e altri in via di caratterizzazione; aree ASI; incendi segnalati dalla Guardia di Finanza;
- b) dall’Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Mezzogiorno di Portici: roghi e sversamenti.
A questi sono stati aggiunti i dati già in possesso di ISS:
 - a) dal Gruppo di Lavoro interministeriale “Terra dei Fuochi” (TdF), istituito nel 2013: siti di stoccaggio, ecoballe, abbandoni, cave, attività produttive, siti con diossine.
 - b) dal Progetto del Centro di Controllo delle Malattie (CCM) del Ministero della Salute del 2010 “Salute e rifiuti: ricerca, sanità pubblica, comunicazione”: incendi di rifiuti del 2012 e del 2013 (fonte ARPAC).
 - c) dalla Convenzione tra ISS e il Dipartimento della Protezione Civile, anni 2008-2011: siti con smaltimento di rifiuti.

Inoltre, dal sito web della Regione Campania sono stati estrapolati gli impianti di trattamento dei rifiuti presenti nell’area.

2.1.2. COSTRUZIONE GEODATABASE

Da gennaio a luglio 2018 è stato controllato il geodatabase, linkando per coordinate geografiche i diversi siti, eliminando quelli riportati in più file e quelli non di interesse. Per ciascun sito sono state riportate le informazioni provenienti dalle diverse fonti (contenute nei singoli shapefile).

È stato quindi costruito un geodatabase interrogabile per sito specifico, nel quale sono state riportate le informazioni disponibili, relative a ciascun sito.

Il geodatabase finale, che include 3397 siti, è stato allegato alla relazione consegnata in Procura nel febbraio 2019. Da un’analisi successiva dei siti iniziali, sono stati selezionati i 2.767 siti, che hanno contribuito alla costruzione dell’indicatore di rischio da rifiuti, come illustrato nel paragrafo 2.1.4.

La Tabella 1 riporta il numero delle aree incluse nel geodatabase iniziale e la relativa fonte.

TABELLA 1. Siti inclusi nel geodatabase iniziale

n. SITI	FONTE
225	Siti Proc: Procura Napoli Nord
51	ISS_Prot Civile 2008-2011: Istituto Superiore di Sanità (Progetto con Protezione Civile 2008-2011)
2185	Sversamenti - IZSM: Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Mezzogiorno - Portici (totale 2224 dei quali 39 inclusi tra Siti Proc)
665	Roghi - IZSM: Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Mezzogiorno - Portici (totale 674, dei quali 9 inclusi tra Siti Proc)
2	Abbandoni - ARPAC: Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Campania (ARPAC) 2014-2017
20	Abbandoni cronici - ISS_TdF: Istituto Superiore di Sanità (Tavolo interistituzionale Terra dei Fuochi)
2	Diox2012: siti con presenza di diossine - Istituto Superiore di Sanità (Tavolo interistituzionale Terra dei Fuochi)
60	Abbandoni - ISS_TdF: Istituto Superiore di Sanità (Tavolo interistituzionale Terra dei Fuochi)
1	Balle - ISS_TdF: Istituto Superiore di Sanità (Tavolo interistituzionale Terra dei Fuochi)
11	Siti di stoccaggio - ISS_TdF: Istituto Superiore di Sanità (Tavolo interistituzionale Terra dei Fuochi)
1	Cave - ISS_TdF: Istituto Superiore di Sanità (Tavolo interistituzionale Terra dei Fuochi)
21	Incendi 2013 - ISS_TdF (totale 22, dei quali 1 in Siti Proc): Istituto Superiore di Sanità (Tavolo interistituzionale Terra dei Fuochi)
7	Incendi 2012 - ISS_TdF (Totale 11, dei quali 4 in Siti Proc): Istituto Superiore di Sanità (Tavolo interistituzionale Terra dei Fuochi)
140	Impianti Regione - Regione (totale 143, dei quali 3 già in Siti Proc): Regione Campania, sito web
13	Attività produttive - ISS_TdF (totale 14, dei quali 1 già in Siti Proc): Istituto Superiore di Sanità (Tavolo interistituzionale Terra dei Fuochi)
3397	TOTALE
3	AREE ASI da ARPAC: Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Campania
279	TERRENI AGRICOLI da ARPAC/TdF (alcuni di questi nei siti): Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Campania (Tavolo interistituzionale Terra dei Fuochi)

*I terreni agricoli da ARPAC /TdF 2b sono stati eliminati, perché non contenenti informazioni, essendo terreni agricoli in attesa di definizione.

In Tabella 2 vengono riportate le tipologie di informazioni disponibili per ciascun sito.

Il layer denominato "Siti Proc" contiene quanto riportato nel CD che la Procura consegnò all'ISS al primo incontro. A differenza degli altri layers, questo riporta poligoni, piuttosto che punti, per cui a tutte le 225 aree è stata attribuita la conoscenza della superficie (l'area del poligono riportato). Tra questi 225 non tutti sono siti di rifiuti, ma alcuni corrispondono ad attività industriali, per cui il codice C100 è stato attribuito, in questo caso, alle aree per le quali sono riportate informazioni sulla tipologia dei rifiuti oppure sulla tipologia di attività/lavorazione.

Il layer "Terreni agricoli_ARPAC_TdF" (non riportato in tabella) contiene un tipo di dati diversi dai precedenti, non direttamente riferibili ai singoli siti di rifiuti, per cui le informazioni in esso contenute non sono state utilizzate.

TABELLA 2. Numero di siti per informazioni contenute nel geodatabase iniziale

FONTE	C000 nessuna informazione	C100 tipologia rifiuti	C010 vol/sup rifiuti	C110 tipologia & vol/sup rifiuti	C001 contaminanti	C011 vol/sup rifiuti & contaminante	C111 tipologia & sup/vol riifuti & contaminanti	TOTALI
SITI PROC			40	146		17	22	225
ISS_Prot Civile 2008-2011	3	6	2	40				51
Sversamenti_IZSM (totale 2224 dei quali 39 contenuti già in Siti Proc)	1150	18	300	756				2224
Roghi_IZSM (totale 674, dei quali 9 già in Siti Proc)	622		9	43				674
Abbandoni ARPAC 2014-2017			1	1				2
Abbandoni cronici ISS_TdF	1		19					20
Diox 2012 ISS_TdF					2			2
Abbandoni ISS_TdF		5		55				60
Balle ISS_TdF			1					1
Siti di stoccaggio ISS_TdF	1		10					11
Cave ISS_TdF	1							1
Incendi 2013 ISS_TdF (totale 22, dei quali 1 in Siti Proc)	22							22
Incendi 2012 ISS_TdF (totale 11, dei quali 4 in Siti Proc)		11						11
Impianti Regione_Regione (totale 143, dei quali 3 già in Siti Proc)	14	129						143
Attività produttive ISS_TdF (totale 14, dei quali 1 già in Siti Proc)	2	12						14
TOTALE	1816	181	382	1041	2	17	22	3461 (inclusi anche quelli dei singoli layer in SITI PROC

2.1.3. DEFINIZIONE DEI CRITERI PER L'ATTRIBUZIONE DEL CODICE DI PERICOLOSITÀ SITO-SPECIFICA.

In base ai dati raccolti nel geodatabase (Tabella 2), seguendo la metodologia utilizzata in Musmeci *et al.* (2010), applicata ed aggiornata ai dati attualmente disponibili, in particolare per la presenza dei roghi illeciti di rifiuti, sono stati messi a punto i criteri per l'attribuzione di un indice di pericolosità (IP) a ciascun sito di rifiuti.

Nella fase iniziale dell'indagine si è proceduto innanzitutto alla caratterizzazione delle diverse tipologie dei siti censiti nel territorio in esame. Sulla base delle informazioni disponibili nel database di partenza sono state identificate 63 diverse tipologie di sito di rifiuti riconducibili sostanzialmente alle seguenti 5 categorie: stoccaggio, trattamento, smaltimento, incendi, abbandono di rifiuti pericolosi e non pericolosi.

Il criterio adottato per assegnare un punteggio alle 63 diverse tipologie di sito individuate è basato prevalentemente sull'impatto ambientale che dette tipologie possono generare rispetto ai comparti acqua, aria e suolo e alla conseguente esposizione della popolazione, nonché al grado di pericolosità intrinseca associato alla tipologia del rifiuto.

In questa indagine, non potendo disporre di informazioni puntuali sulla specificità di cosa sia stato smaltito e/o abbandonato, ed essendo i rifiuti, per loro natura, costituiti da miscele di sostanze chimiche complesse molto spesso non note, risulta impossibile tenere in considerazione tutti i probabili inquinanti emessi nell'ambiente e la loro dispersione, per cui i criteri di valutazione di pericolosità adottati sono stati i seguenti:

- Presenza di sostanze inquinanti (organiche/inorganiche) potenzialmente rilasciate dalle varie tipologie di rifiuti smaltiti/stoccati/trattati/abbandonati/incendiati;
- Dilavamento e/o percolamento delle acque meteoriche in falda;
- Possibile emissioni di inquinanti in atmosfera.

Tutto ciò premesso, è stato elaborato un punteggio composto da un codice alfa-numerico, in cui il numero da 1 a 5 identifica, in ordine crescente, l'impatto presunto delle diverse tipologie di sito sui comparti ambientali interessati (aria, acqua e suolo), mentre le lettere da A ad F rappresentano i 6 gradi di pericolosità del sito. In particolare, passando dalla lettera A alle successive, si identifica in modo decrescente la pericolosità intrinseca del rifiuto (A = massimo; F = minimo). Il processo di classificazione delle diverse tipologie di sito ha portato alla definizione di 11 classi di pericolosità.

Nello specifico il numero da 1 a 5, nel codice alfa-numerico, sta a significare la magnitudo della pericolosità rispetto ai comparti ambientali e alle attività svolte nei siti d'interesse; la lettera rappresenta la pericolosità intrinseca del rifiuto non intesa esclusivamente come classificazione

del rifiuto stesso ma anche come esso si presenta/comporta, o si presume comportarsi, nel contesto in cui si trova, e precisamente:

- A:** presenza di rifiuti potenzialmente molto pericolosi, pericolosi e non pericolosi anche non visibili (sommersi/interrati);
- B:** presenza di rifiuti pericolosi;
- C:** presenza di rifiuti speciali di possibile origine industriale con pericolo di rilascio di sostanze pericolose;
- D:** presenza di rifiuti non pericolosi con pericolo di rilascio di sostanze potenzialmente pericolose;
- E:** presenza di rifiuti non pericolosi in situazioni non controllate;
- F:** presenza di rifiuti non pericolosi in situazioni controllate.

Nella Tabella 3 sono riportati gli indici di pericolosità per le 63 diverse tipologie di sito individuate, elaborati secondo i criteri sopra descritti rispetto alle informazioni raccolte nel database.

TABELLA 3. Indice di pericolosità sito-specifico elaborato secondo i criteri descritti per le 63 tipologie di siti, tenuto conto delle informazioni raccolte e riportate nel database

Tipologia	Indice di pericolosità (IP)
Incendio da cumulo rifiuti	5A
Roghi di pneumatici e plastiche	5A
Incendi ecoballe	5A
Rifiuti potenzialmente molto pericolosi o pericolosi non visibili: sommersi o interrati	4A
Cava con rifiuti sommersi	4A
Abbandono rifiuti con informazioni su contaminazione falde e suolo	4B
Discariche non controllate, con informazioni su matrici contaminate	4B
Discariche con abbandono, con informazioni su matrici contaminate	4B
Abbandoni rifiuti con informazioni su contaminazione suolo	3B
Spandimento rifiuti su suolo con informazioni su contaminazione	3B
Cumuli di rifiuti pericolosi: amianto, pneumatici, elettrodomestici, vernici, pellame (anche <10.000mc)	3B
Abbandono di fusti metallici	3B
Cumuli con rifiuti pericolosi in cava	3B
Cava con abbandoni di rifiuti	3B
Discarica di rifiuti interrati in cava con contaminazione, messa in sicurezza	3B
Impianti di trattamento rifiuti con informazioni su contaminazione	2B
Cumuli misti con RSU e altro materiale non definito	2B
Stoccaggio e trattamento di rifiuti pericolosi	2B
Abbandoni di rifiuti speciali non pericolosi	2C
Discarica di rifiuti speciali/industriali	2C
Attività dismesse con informazioni su contaminazione matrici ambientali	2C
Autodemolitori/rottamatori veicoli	1C
Deposito giudiziario (n.d. Autodemolitori)	1C
Impianti di trattamento per recupero di rifiuti elettrici ed elettronici	1C
Impianti di trattamento di rifiuti per recupero olii: R9	1C
Impianti di trattamento di rifiuti speciali	1C
Impianti recupero di prodotti provenienti da catalizzatori: R8	1C

Stoccaggio provvisorio di rifiuti non pericolosi e/o di solventi e/o di sostanze organiche, inclusi idrocarburi	1D
Ecoballe	1D
Cumuli ingenti (>10.000 mc) di rifiuti non pericolosi	1D
Sversamenti di RSU >10.000 mc	1D
Attività produttive: lavorazione di stracci	1D
Attività produttive: aree di stoccaggio	1D
Impianti riciclaggio/recupero altre sostanze inorganiche: R5	1D
Impianti riciclaggio/recupero metalli e composti metallici: R4	1D
Spandimento rifiuti su suolo	1D
Discarica RSU con matrici contaminate	1D
Discarica consortile con matrici contaminate	1D
Discarica comunale con matrici contaminate	1D
Impianti di trattamento rifiuti di fonderia	1D
Impianti di biogas con informazione su contaminazione	1D
Discariche comunali non controllate	1E
Sversamenti di rifiuti non pericolosi	1E
Cumuli RSU < 10.000 mc	1E
Cumuli ingenti (>10.000 mc) solo inerti	1E
Abbandoni cronici <10.000 senza informazioni	1E
Discariche di RSU non controllate	1E
Sversamenti/cumuli di rifiuti inerti, anche in cava (da Prot civile)	1E
Discariche controllate/autorizzate di RSU	1F
MASSERIA FIBE	1F
Impianti di trattamento di rifiuti generico	1F
Impianti di selezione e di produzione di combustibili da rifiuti: CDR	1F
Impianti di trattamento di fanghi di depurazione: R3	1F
Attività produttive: depuratori	1F
Impianti di compostaggio	1F
Impianti recupero sostanze organiche:R3	1F
Impianti messa in riserva: R13	1F*
Impianti raggruppamento preliminare:D13	1F*
Impianti deposito preliminare: D15	1F*
Attività dismesse senza informazioni	1F*
Cava dismessa senza altre informazioni	1F*
Roghi senza nessuna informazione	1F*
Incendi senza informazioni	1F*

*Sito a tipologia non ben definita ma comunque non trascurabile

Nella classificazione dei siti si è reso necessario aggiungere la lettera G, che identifica i siti presenti nel geodatabase i cui possibili impatti ambientali non sono legati al ciclo dei rifiuti; pertanto questi siti (pari a 102), seppure individuati e mappati, non sono stati considerati nella valutazione dell'indicatore di rischio comunale di esposizione a rifiuti.

Attività dismessa convertita	G
Cumuli <10.000 di rifiuti senza rilascio sostanze pericolose: inerti, materiale ferroso, legno, materiale di risulta	G
Attività produttive senza interessamento di rifiuti	G
Attività produttive: impianti di calcestruzzo	G
Depositi idrocarburi	G
Attività produttive senza informazioni su contaminazione	G
Impianti di trattamento non definito	G

Modalità di assegnazione dei punteggi

Si premette che, laddove non è stato possibile valutare scenari definiti di esposizione della popolazione, sono stati adottati criteri conservativi in termini di protezione della salute pubblica, attribuendo un indice di pericolosità corrispondente allo scenario di massima esposizione ipotizzabile in quel contesto.

La valutazione, inoltre, è stata condotta partendo da un livello informativo di base comune a tutti i siti.

5A: Incendio da cumulo rifiuti; roghi di pneumatici e plastiche; incendi ecoballe

A queste tipologie si assegna il massimo punteggio poiché possono essere impattati tutti i comparti ambientali (aria, acqua e suolo) ed è ragionevole presumere che si possano trovare rifiuti molto pericolosi e pericolosi.

4A: Rifiuti potenzialmente molto pericolosi o pericolosi non visibili: sommersi o interrati; cava con rifiuti sommersi

Si assegna tale punteggio in quanto potrebbero essere impattati i comparti acqua e suolo. Non potendosi avere una visione della tipologia dei rifiuti sommersi e/o interrati si assume che essi possano essere costituiti da rifiuti molto pericolosi e pericolosi.

4B: Abbandono rifiuti con informazioni relative alla contaminazione di falde e suolo; discariche non controllate, con informazioni sulle matrici contaminate; discariche con abbandono, con informazioni sulle matrici contaminate.

Si assegna tale punteggio in quanto i comparti maggiormente impattati sono due (falda e suolo), inoltre si potrebbe presumere la presenza di rifiuti pericolosi

3B: Abbandoni di rifiuti con informazioni sulla contaminazione del suolo; spandimento rifiuti su suolo con informazioni sulla contaminazione; cumuli di rifiuti pericolosi: amianto, pneumatici, elettrodomestici, vernici, pellame (anche <10.000 mc); abbandono di fusti metallici; cumuli con rifiuti pericolosi in cava; cava con abbandoni rifiuti; discarica di rifiuti interrati in cava con contaminazione, messa in sicurezza.

Per le tipologie sopra elencate si assegna lo stesso punteggio, poiché prioritariamente viene interessato un solo comparto ambientale (suolo), e data la presenza di rifiuti pericolosi, è d'obbligo applicare criteri cautelativi.

2B: Impianti di trattamento rifiuti con informazioni sulla contaminazione; cumuli misti con rifiuti solidi urbani (RSU) e altro materiale non definito; stoccaggio e trattamento di rifiuti pericolosi.

Queste tipologie di stoccaggio/abbandono/trattamento di rifiuti presentano la stessa magnitudo per cui viene assegnato lo stesso punteggio, ipotizzando anche la presenza di rifiuti pericolosi o non facilmente classificabili.

2C: Abbandoni di rifiuti speciali non pericolosi; discarica di rifiuti speciali/industriali; attività dismesse con informazione sulla contaminazione di matrici ambientali.

A queste tipologie di abbandono, discariche e attività dismesse è stato assegnato lo stesso punteggio dato che si è in presenza di rifiuti speciali con possibile rilascio di sostanze pericolose.

1C: Autodemolitori/rottamatori veicoli; deposito giudiziario (ovvero Autodemolitori); impianti di trattamento per recupero di rifiuti elettrici ed elettronici; impianti di trattamento rifiuti per recupero olii: R9; impianti di trattamento di rifiuti speciali; impianti di recupero di prodotti provenienti da catalizzatori: R8

Le tipologie sopra elencate possono essere considerate costituite prevalentemente da rifiuti a matrice inorganica con possibile pericolo di rilascio di sostanze pericolose da impianti che, per le loro attività, se ben gestiti, non dovrebbero generare impatti ambientali.

1D: Stoccaggio provvisorio di rifiuti non pericolosi e/o di solventi e/o di sostanze organiche, inclusi idrocarburi; ecoballe; cumuli ingenti (>10.000 mc) di rifiuti non pericolosi; sversamenti di RSU >10.000 mc; attività produttive: lavorazione di stracci; attività produttive: aree di stoccaggio; impianti riciclaggio/recupero altre sostanze inorganiche: R5; impianti riciclaggio/recupero metalli e composti metallici: R4; spandimento rifiuti su suolo; discarica di RSU con matrici contaminate; discarica consortile con matrici contaminate; discarica comunale con matrici contaminate; impianti di trattamento rifiuti di fonderia; impianti di biogas con informazioni di contaminazione

Tali tipologie possono essere considerate costituite prevalentemente da rifiuti non pericolosi a matrice organica con pericolo di rilascio di sostanze potenzialmente pericolose.

IE: Discariche comunali non controllate; sversamenti rifiuti non pericolosi; cumuli RSU < 10.000 mc; cumuli ingenti (>10.000 mc) solo inerti; abbandoni cronici <10.000 senza informazioni; discariche di RSU non controllate

A tutte queste tipologie è stato assegnato lo stesso punteggio, benché trattasi di gestioni di rifiuti diverse. Queste possono essere, comunque, paragonate in termini di pericolosità ambientale per presenza di rifiuti non pericolosi in situazioni non controllate.

IF: Discariche controllate/autorizzate di RSU; MASSERIA FIBE; impianti di trattamento rifiuti generico; impianti di selezione e di produzione di combustibili da rifiuti: CDR; impianti di trattamento fanghi di depurazione: R3; attività produttive: depuratori; impianti compostaggio; impianti recupero sostanze organiche: R3

A tutte queste tipologie è stato assegnato lo stesso punteggio, benché si tratti di gestione di rifiuti diverse. Queste possono essere, comunque, paragonate in termini di pericolosità ambientale per presenza di rifiuti non pericolosi in situazioni controllate.

IF: Impianti messa in riserva: R13; impianti raggruppamento preliminare: D13; impianti deposito preliminare: D15; attività dismesse senza informazioni; cava dismessa senza altre informazioni*

A quanto sopra elencato è stato aggiunto l'asterisco che sta ad indicare la presenza nel database di siti a tipologia non ben definita, ma ritenuti non trascurabili.

L'indice di pericolosità sito-specifico è utilizzato per la costruzione dell'indicatore di rischio comunale che tiene conto, per ciascun comune, della popolazione residente nelle aree ricadenti in un raggio definito da uno o più siti e il relativo indice di pericolosità attribuito a ciascun sito.

2.1.4. DEFINIZIONE DELL'INDICATORE COMUNALE DI RISCHIO DI ESPOSIZIONE A RIFIUTI

Attribuzione dell'Indice di Pericolosità (IP) ai siti

L'indice di pericolosità dei siti (IP), definito secondo i criteri sopra descritti, è stato attribuito manualmente a ogni feature (sito) di ciascun layer a seguito dell'interpretazione dei dati disponibili.

Sono stati eliminati i 46 siti il cui centroide non ricade nel perimetro del territorio compreso nel Circondario della Procura di Napoli Nord. Inoltre, sono stati unificati i dati geografici e gli attributi dei siti che erano rappresentati su più di un layer (molto numerosi, ad esempio, gli sversamenti e i roghi). In Tabella 7 del capitolo "Risultati" viene riportata la distribuzione per comune degli indici di pericolosità dei siti.

Trasformazione dell'indice di pericolosità in valore numerico

Al fine di quantificare l'indicatore di rischio a livello comunale si è resa necessaria la trasformazione degli indici di pericolosità dei siti da alfa-numeriche in valori numerici. È stato scelto un metodo che attribuisce un peso elevato alla parte numerica del codice. Nella tabella sottostante sono riportate le corrispondenze numeriche.

Parte numerica Indice	Corrispondenza numerica	Parte letterale Indice	Corrispondenza numerica
1	1	A	6
2	10	B	5
3	100	C	4
4	1000	D	3
5	10000	E	2
		F	1
		F*	0.5
		G	0

Il valore numerico dell'indice di pericolosità è espresso dal prodotto tra le due corrispondenze numeriche (es. 5A = 10000 * 6 = 60000).

Calcolo dell'indicatore di rischio di esposizione a rifiuti, a livello comunale (IRC)

Al fine di semplificare la procedura per il calcolo del rischio a livello comunale, è stato generato un nuovo layer contenente le geometrie e l'indice di pericolosità di tutti i siti. I layer rappresentati da geometria puntiforme sono stati preventivamente trasformati in layer poligonali (esagoni con apotema di 100 metri).

L'ipotesi di generare dei buffer (operazione di geoprocessing che traccia delle aree di rispetto intorno alle features) di un chilometro di distanza, come suggerito dalla letteratura per la definizione del territorio a rischio d'impatto, non è risultata praticabile a causa della densità molto elevata dei siti su un territorio relativamente piccolo (circa 426 km²). Si è convenuto quindi di aumentare la risoluzione della definizione del territorio a rischio d'impatto, tracciando dei buffer di distanza pari a 100 metri intorno a siti.

Per la stima della popolazione residente in ogni buffer (area di impatto) è stata utilizzata la densità abitativa nella sezione di censimento nella quale ricade ogni buffer. A tale scopo, il layer risultante è stato unito con il layer delle 2.383 sezioni di censimento a cui in precedenza era stato associato il dato relativo alla popolazione residente (Censimento Istat 2011).

L'operazione di unione ha generato circa 75.000 poligoni con moltissime sovrapposizioni, nonostante la ridotta dimensione dei buffer. Per i poligoni sovrapposti si è deciso di calcolare la somma degli indici di pericolosità. Per tale scopo è stato sviluppato del software ad hoc in ambiente

Visual Basic. Al netto delle sovrapposizioni territoriali il numero dei poligoni è sceso a circa 26.000.

In Figura 1 è rappresentato un particolare del layer utilizzato per il calcolo dell'indice di rischio a livello comunale.

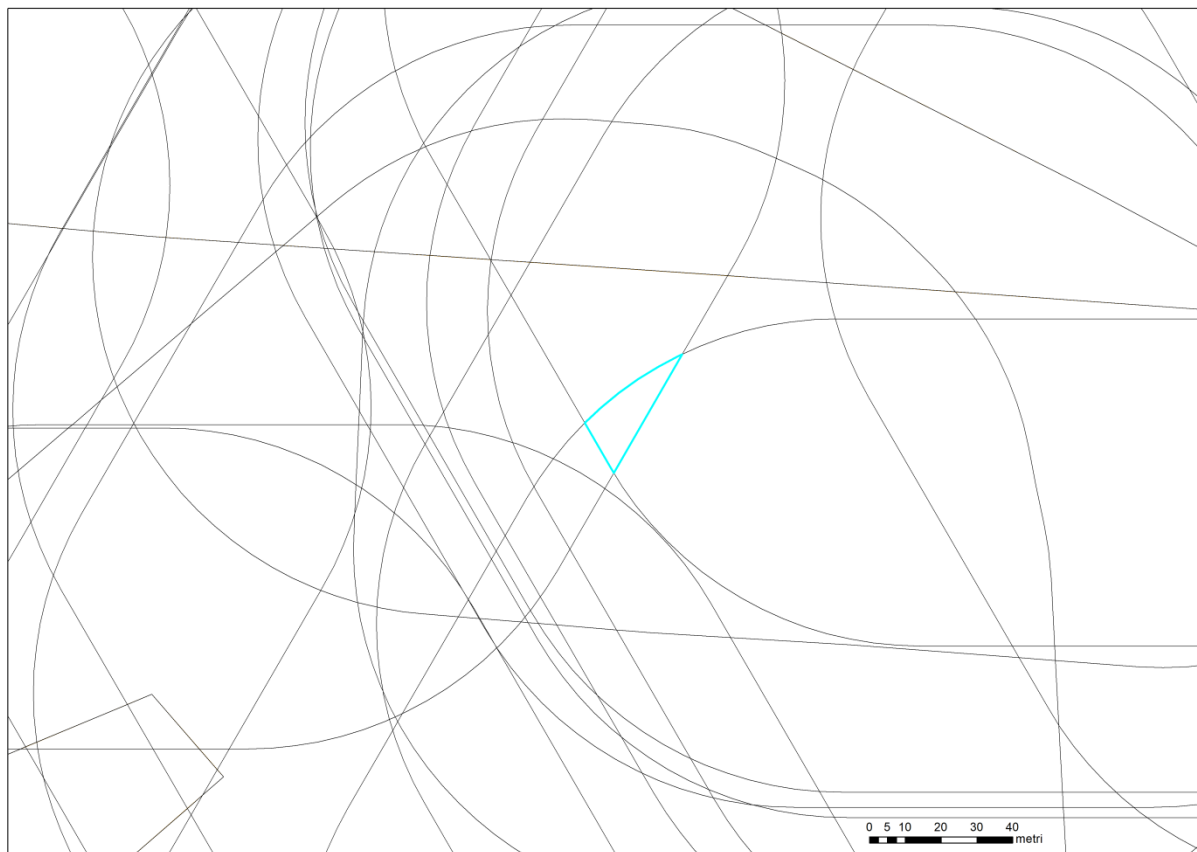


Figura 1. Particolare del layer utilizzato per il calcolo dell'indice di rischio a livello comunale. In evidenza un piccolissimo territorio in cui si intersecano 15 poligoni.

Per ogni poligono è stato calcolato l'indice di rischio (IR) mediante la seguente formula:

$$IR = S * IP * S/Sc * P$$

Dove: S è la superficie del poligono, IP l'indice di pericolosità, Sc la superficie della sezione di censimento e P la popolazione residente nella sezione di censimento.

$S/Sc * P$ rappresenta una stima della popolazione residente nel poligono.

Dalla formula si evince che l'indice di rischio è direttamente proporzionale alla popolazione residente. È pari a 0, a prescindere dal valore dell'indice di pericolosità, se la sezione di censimento è disabitata.

Per ciascun comune è stato calcolato l'indice di rischio a livello comunale (IRC):

$$IRC = \sum_{p=1}^n IR p$$

Dove p è l'insieme dei poligoni appartenenti al comune in esame.

Sono state create quattro classi di rischio (da 1 a 4) utilizzando il metodo Jenks (Natural Breaks) che minimizza la varianza all'interno delle classi e massimizza la varianza fra le classi. La Tabella 8 del capitolo Risultati riporta per ciascun Comune l'Indice IRC e la relativa classe. La Figura 2 del capitolo Risultati riporta la mappa dei 38 comuni, suddivisi per le 4 classi di IRC.

2.2. DISEGNO DELLO STUDIO EPIDEMIOLOGICO

2.2.1. CRITERI PER LA SCELTA DEL DISEGNO

Vista la peculiarità del territorio per la presenza di numerosi siti di trattamento e smaltimento abusivo e/o non controllato di rifiuti, si è deciso di valutare il possibile impatto della presenza di questi siti sullo stato di salute delle popolazioni residenti nei 38 comuni del Circondario della Procura di Napoli Nord, oggetto del presente studio.

Per mettere a punto il disegno dello studio si è fatto riferimento alle ricerche precedenti svolte nell'area in esame, alle indagini di sorveglianza epidemiologica svolte nei comuni inclusi nei Siti di Interesse Nazionale per le Bonifiche in Italia (Progetto SENTIERI), e alla più recente letteratura (articoli pubblicati su riviste peer-reviewed) nazionale ed internazionale riguardo indagini epidemiologiche sullo stato di salute delle popolazioni residenti in vicinanza di siti di trattamento e smaltimento non controllato/abusivo di rifiuti.

Vista la disponibilità dei dati relativi alla mortalità ed all'ospedalizzazione causa-specifica presso il Servizio di Statistica dell'ISS nel periodo previsto dall'Accordo, si è deciso di sviluppare un'analisi a livello comunale. Le banche dati della mortalità e dell'ospedalizzazione elaborate dal Servizio di Statistica dell'ISS, basate rispettivamente sui dati della mortalità causa-specifica forniti da Istat e dei ricoveri ospedalieri forniti dal Ministero della Salute, sono infatti consultabili a livello comunale, come massimo livello di disaggregazione geografica. Le analisi per aree geografiche forniscono un quadro dello stato di salute a livello di popolazione e un'indicazione dei possibili fattori di rischio che agiscono su di essa. I risultati di queste tipologie di analisi non potranno, invece, essere trasferiti a livello individuale, cioè ai singoli soggetti residenti nelle aree in esame. In questo caso si incorrerebbe in distorsioni e nella cosiddetta "fallacia ecologica".

Sulla base del disegno adottato lo studio consente, quindi, di generare ipotesi eziologiche ma non di verificarle direttamente; per quest'ultima attività è infatti richiesto un approccio epidemiologico con disegno di tipo analitico basato su dati individuali.

Alle considerazioni sopra riportate, si aggiunge che la disponibilità di informazioni sulla contaminazione delle matrici ambientali e sulla tipologia dei rifiuti presenti sul territorio è disomogenea, disponendosi per alcuni siti di dati analitici sulla presenza di specifici inquinanti, mentre per altri non si dispone nemmeno di informazioni sulla quantità di rifiuto presente.

Al fine, dunque, di individuare il disegno dello studio più appropriato, in considerazione dei dati ambientali e sanitari disponibili, si è consultata la letteratura scientifica del settore, disponibile al momento dell'avvio delle attività. Si è quindi fatto riferimento alla più recente revisione sistematica sull'impatto sanitario dei siti di smaltimento non idoneo di rifiuti, pubblicata nel 2017, e agli studi epidemiologici ivi citati (Fazzo *et al.*, 2017).

Tutto ciò premesso, si è convenuto di svolgere uno studio di regressione a livello comunale tra l'indicatore di rischio determinato dalla presenza di siti di rifiuti ed una serie di esiti sanitari per specifiche patologie.

È stata, quindi, applicata la metodologia dello studio di regressione effettuato nell'area dei comuni delle province di Napoli e Caserta nel 2009 (Martuzzi *et al.*, 2009), previo aggiornamento alla luce degli elementi attualmente disponibili. La costruzione dell'indicatore di pericolosità da rifiuti ha seguito la metodologia allora utilizzata (Musmeci *et al.*, 2010), applicata ed aggiornata ai dati attualmente disponibili, in particolare per la presenza dei roghi illeciti di rifiuti (Fazzo *et al.*, 2020).

In una fase precedente allo studio di regressione, al fine di evidenziare eventuali anomalie dello stato di salute delle popolazioni residenti nell'area in esame, rispetto al resto della popolazione, sono stati elaborati, per ciascun comune, e per l'intera area (i 38 comuni accorpati), gli stimatori di rischio, rispetto alla media della popolazione di riferimento, per specifiche patologie.

2.2.2. DEFINIZIONE DELLE PATOLOGIE DI INTERESSE

Al fine di una valutazione del possibile impatto sanitario dell'esposizione ai siti di smaltimento dei rifiuti, si è convenuto di analizzare quelle patologie per le quali, allo stato delle conoscenze attuali, è ipotizzabile che siti di rifiuti, ovvero contaminanti da essi rilasciati, possano giocare un ruolo causale o concausale. Tale approccio, delle ipotesi *a priori*, evita, o diminuisce, il rischio dei confronti multipli: tale approccio, seguito nel Progetto SENTIERI di sorveglianza epidemiologica delle popolazioni residenti nei Siti di Interesse Nazionale per le bonifiche, ha visto il riconoscimento e condivisione da parte dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) (WHO, 2013).

È stato, quindi, analizzato il geodatabase dei dati ambientali, al fine di individuare le sostanze che sono state documentate essere presenti nelle diverse matrici ambientali in prossimità dei siti di rifiuti in concentrazioni oltre i limiti di legge, alle quali è ipotizzabile che le popolazioni possano

essere, o essere state, esposte; dai dati raccolti sono emersi i seguenti contaminanti, o famiglie di contaminanti: metalli, idrocarburi, Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), alifatici clorurati, diossine e furani, Poli-cloro-bifenili (PCB), tetracloroetilene. Per evidenziare le patologie ad essi correlabili, in base alle loro caratteristiche tossicologiche, si sono consultati documenti e Rapporti di Organismi ed Enti internazionali, quali l’Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC), l’OMS e l’Agenzia per le sostanze tossiche e i registri di malattie statunitense (ATSDR).

Trattandosi di cumuli di rifiuti dei quali spesso non si conoscono le caratteristiche, né il materiale presente, e che è ipotizzabile emettano o rilascino miscele di sostanze, la ricerca in letteratura è stata effettuata anche in base alla tipologia della sorgente di contaminazione, come nel Progetto SENTIERI. Si è quindi considerata la revisione sistematica della letteratura scientifica sull’impatto sanitario dei siti di smaltimento non idoneo di rifiuti pericolosi su citata e sono state considerate quelle patologie per le quali l’evidenza dell’associazione con i rifiuti pericolosi è stata definita “sufficiente” o “limitata”: tumori del fegato, della vescica, della mammella e del testicolo, i linfomi non Hodgkin; l’asma; nascita con basso peso e nascita pretermine, malformazioni congenite alla nascita nel loro insieme e specifiche del tubo neurale, dell’apparato urogenitale e dei sistemi connettivo e muscoloscheletrico (Fazzo *et al.*, 2017).

Inoltre, sono state incluse nell’attuale indagine le patologie in eccesso, e per le quali erano state suggerite azioni specifiche di prevenzione, evidenziate negli studi epidemiologici svolti precedentemente nelle aree della Campania interessate da sversamenti di rifiuti (Altavista *et al.*, 2004; Comba *et al.*, 2006; Fazzo *et al.*, 2008; Benedetti *et al.*, 2015), inclusi il già citato lavoro pubblicato nel 2009 svolto dall’OMS, commissionato dal Dipartimento della Protezione Civile (Martuzzi *et al.*, 2009); i Rapporti del Progetto SENTIERI, sullo stato di salute delle popolazioni residenti nei comuni inclusi nei siti di interesse per le bonifiche, che comprendono il Litorale Domizio-flegreo e agro aversano (Pirastu *et al.*, 2011, 2014) e il Rapporto ISTISAN 15/27, elaborato da ISS, sui 55 comuni definiti “Terra dei Fuochi” (TdF) dalle Direttiva del febbraio 2014 e successivamente ripresi dalla Legge 6/2014, in base a quanto richiesto dalla Legge stessa (Musmeci *et al.*, 2015). Oltre agli studi epidemiologici, sono state considerate le indagini di biomonitoraggio svolte nell’area pubblicate su riviste scientifiche accreditate (De Felice, 2012; De Felip *et al.*, 2014; Esposito *et al.*, 2009, Giovannini *et al.*, 2013; Rivezzi *et al.*, 2013).

Si fa presente che tutte le patologie considerate, pur selezionate perché riconoscono tra i possibili fattori di rischio i siti di rifiuti e/o contaminanti da essi rilasciati o emessi, con un diverso grado di persuasività scientifica, sono patologie multifattoriali, per cui diversi sono i fattori che possono contribuire a determinarle. La selezione di patologie associate a ipotesi *a priori* di interesse eziologico, come descritto precedentemente, aiutano a focalizzare le indagini su quelle

patologie per le quali la contaminazione ambientale in studio (in questo caso i siti di rifiuti) può avere, o aver avuto, un ruolo causale o concausale.

2.2.3. DEFINIZIONE DEGLI ESITI SANITARI E DEGLI INDICATORI STATISTICI DI RISCHIO, A LIVELLO COMUNALE

In base a quanto emerso nell'attività su riportata, è stata valutata la necessità di analizzare, per ciascuna patologia di interesse i seguenti esiti sanitari: la mortalità, l'ospedalizzazione, l'incidenza (nel caso di patologie oncologiche), la prevalenza di nati con basso peso alla nascita e dei pretermine e la prevalenza alla nascita di malformazioni congenite.

Per ciascuna delle patologie selezionate è stato valutato l'esito sanitario più idoneo da analizzare, in base alla storia evolutiva della malattia e alla tipologia di certificazione dell'esito.

Le Tabelle 4a e 4b riportano le patologie selezionate e i relativi esiti analizzati.

TABELLA 4a. Patologie oncologiche ed esiti analizzati, nell'intera popolazione

CAUSE	INCIDENZA (2008-2012 RT Caserta; 2010-2012 RT Napoli Nord)	MORTALITÀ (2008-2015) Codice ICD-10
Tutti i tumori maligni	C00-96, escl C44, incl D spec *	C00-C97
Tumore maligno dello stomaco	C16	C16
Tumori maligni primitivi del fegato e dei dotti biliari intraepatici	C22	C22
Tumore maligno del pancreas	C25	C25
Tumore maligno della laringe	C32	C32
Tumore maligno della trachea, dei bronchi e del polmone	C33-34	C33-C34
Melanoma cute	C43	C43
Mesotelioma pleurico	C450	C450
Sarcomi tessuti molli**	C49	C49
Tumore maligno della mammella (Uomini: U, Donne: D)	C50	C50
Tumore maligno della prostata (U)	C61	C61
Tumore maligno del testicolo (U)	C62	C62
Tumore maligno del rene, dell'uretere e altri non specificati organi urinari	C64: parenchima renale	C64,C66,C68
Tumori maligni uroteliali	C65-68, D090-1, D301-9, D411-9	
Tumore maligno della vescica	C67, D30.3, D09.0, D41.4	C67
Tumore maligno del sistema nervoso centrale	C70-72, D33, D42, D43	C70-C72,D33
Tumore maligno della ghiandola tiroidea	C73	C73
Tumore maligno del tessuto linfatico, ematopoietico e tessuti correlati	C81-96	C81-C96
Linfomi non Hodgkin	C82-85, C96	C82-C85
Leucemie	C91-95	C91-C95
Leucemia linfoide (acuta e cronica)	C91	C91
Leucemie mieloidi (acuta e cronica)	C92	C95

* Totale tumori maligni: C00-96, escluso C44; inclusi: D09.0-D09.1, D30.1-D30.9, D41.1-41.9, D33, D42, D43

** Mortalità: Tumore maligno del connettivo e di altri tessuti molli

TABELLA 4b. Patologie non oncologiche ed esiti analizzati, nell'intera popolazione

CAUSE	OSPEDALIZZAZIONE (2008-2016) Codice ICD-9_CM	MORTALITA' (2008-2015) Codice ICD-10
Diabete mellito	250	
Demenze	290.0, 290.4, 331.1- 331.2	
Malattia di Alzheimer	331.0	
Malattia di Parkinson	332.0	
Malattia del moto neurone SLA	335.2	G12.2
Malattie respiratorie acute	460-466,480-487	J18,J20-J22
Asma	493	
Malattie ischemiche del cuore	410-414	I20-I25
Infarto Miocardico Acuto (IMA)	410	I21
Malattie respiratorie acute	460-466,480-487	J18,J20-J22
Asma	493	
Nefrite, sindrome nefrosica, nefrosi, comprese le insufficienze renali	580-586	N00-N08,N17-N19
Malattie epatiche croniche e cirrosi	571	K71-K74

A questo fine sono state attivate collaborazioni con i colleghi dei Registri Tumori (RT) di Caserta e di Napoli Nord (i Registri Tumori territorialmente competenti, accreditati dall'Associazione Italiana dei Registri Tumori, AIRTUM, e dalla IARC, al momento dell'avvio dell'indagine) e del Registro delle Malformazioni Congenite della Regione Campania, oltre che con l'Associazione Italiana dei Registri Tumori. Visto, inoltre, il particolare interesse per l'insorgenza delle patologie oncologiche nella popolazione di fascia di età pediatrica-adolescenziale, è stata attivata una collaborazione con il Registro dei Tumori infantili della Regione Campania. La prevalenza dei nati con basso peso e dei nati pretermine è stata stimata sulla base dei Certificati di Assistenza al Parto (CEDAP), forniti all'ISS dal Ministero della Salute ai fini dell'attività prevista dall'Accordo ISS-Procura di Napoli Nord.

Per ciascuna patologia sono stati calcolati, per ognuno dei 38 comuni, e per l'intera area, quali indicatori di rischio, i Rapporti Standardizzati di Mortalità (SMR), Ospedalizzazione (SHR) e Incidenza (SIR), rispetto ad un'idonea popolazione di riferimento: regionale, per la mortalità e le ospedalizzazioni, e del pool dei Registri Tumori dell'Italia meridionale per l'incidenza oncologica.

La scelta della popolazione di riferimento per il calcolo degli indicatori di mortalità ed ospedalizzazione utilizzati è quella regionale (scelta effettuata sulla base del protocollo del Progetto SENTIERI – Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio di Inquinamento). La scelta della popolazione di riferimento per l'analisi dell'incidenza oncologica del pool dei RT dell'Italia meridionale, piuttosto che quella più appropriata regionale, è stata dovuta alla mancanza, all'avvio dell'indagine, di un RT che coprisse l'intera area della regione Campania, accreditato da parte di AIRTUM. Il pool degli RT di macro-area geografica, come popolazione di riferimento nella stima degli indicatori dell'incidenza di patologie

oncologiche, è stato già utilizzato nel Progetto SENTIERI, per ovviare alla mancanza di RT regionali accreditati in alcune parti del nostro Paese.

Per la prevalenza delle malformazioni congenite alla nascita, dei nati con basso peso alla nascita e dei nati pretermine sono stati calcolati i Rapporti di Prevalenze (RP), rispetto alla media regionale.

Successivamente, sono stati calcolati i Rischi Relativi per classi di indicatore comunale di rischio da rifiuti, con un'analisi di regressione. L'analisi di regressione esprime in termini di Rapporti relativi di tassi, la variazione di rischio medio passando da una classe di comuni con minor impatto ambientale da rifiuti (IRC più basso) a quelle con un impatto da rifiuti maggiore (IRC più alto).

La sotto-popolazione infantile-adolescenziale è stata oggetto di analisi di mortalità, ospedalizzazione ed incidenza oncologica per una selezione di patologie e sedi neoplastiche (Tabelle 5a e 5b).

TABELLA 5a. Classi di età pediatrica e adolescenziale-giovanile, patologie oncologiche

PATOLOGIA	INCIDENZA				MORTALITÀ		
	0-1	0-14	0-19		0-1	0-14	0-19
Tutti i tumori maligni (t.m.)	0-1	0-14	0-19				
Tutti i tumori maligni e benigni	0-1	0-14	0-19				
Tumore maligno del Sistema Nervoso Centrale	0-1	0-14	0-19		0-1	0-14	0-19
Tumori Sistema Nervoso Centrale maligni e benigni	0-1	0-14	0-19				
Tumore maligno del fegato			0-19				
Tumore maligno del rene			0-19				
Tumore maligno del Sistema linfoematopoietico	0-1	0-14			0-1	0-14	0-19
Leucemie totali		0-14	0-19				
Linfomi Non Hodgkin		0-14	0-19				
Melanoma				15-19			
Tumore maligno del testicolo				15-19			
Tumore maligno della tiroide				15-19			
Sarcomi dei tessuti molli *		0-14	0-19			0-14	0-19

*Mortalità: Tumore maligno connettivo e altri tessuti molli

TABELLA 5b. Classi di età pediatrica e adolescenziale-giovanile, patologie non oncologiche

PATOLOGIA	MORTALITÀ			OSPEDALIZZAZIONE		
	0-1	0-14	0-19	0-1	0-14	0-19
Tutte le cause	0-1	0-14	0-19			
Condizioni morbose perinatali	0-1			0-1		
M. respiratorie acute					0-14	0-19
asma					0-14	0-19
Nefrite, sindrome nefrosica, nefrosi, comprese le insufficienze renali					0-14	0-19

Tale selezione è stata effettuata sulla base di due considerazioni. La prima concerne l'individuazione di esiti sanitari per i quali vi siano segnalazioni in letteratura in relazione alle ipotesi in studio tra i bambini, o per evidenza indiretta di associazione tra gli adulti. La seconda considerazione riguarda la rarità degli eventi sanitari nei bambini e la ridotta numerosità della

popolazione in studio che hanno indotto a considerare eventi sufficientemente frequenti per poterli rilevare nell'area oggetto dell'indagine.

Per quanto concerne la mortalità e l'ospedalizzazione, si è proceduto quindi a selezionare i grandi gruppi, quali tutte le cause, e le condizioni morbose di origine perinatale (il sottogruppo più frequente), insieme a tutti i tumori, i tumori cerebrali e i tumori del tessuto emolinfopoietico. A tali cause sono state aggiunte le malattie respiratorie acute, l'asma e le patologie nefrologiche solo per i ricoveri ospedalieri in età pediatrica e adolescenziale.

Per quanto riguarda l'incidenza dei tumori infantili, in assenza di forti evidenze a sostegno di ipotesi ambientali nella loro eziopatogenesi, data anche la loro rarità, la scelta delle sedi si è basata sulla maggiore frequenza di osservazione e distribuzioni di frequenza dei casi nelle classi di età pediatrica e adolescenziale pubblicate nelle monografie AIRTUM sui tumori infantili e sui tumori rari (AIRTUM, 2013, 2015). È stata quindi oggetto di analisi l'incidenza per tutti tumori, i tumori del Sistema Nervoso Centrale (SNC), i tumori del sistema linfopoietico, tra cui leucemie e linfomi non Hodgkin. Altre neoplasie, quali il tumore maligno del fegato, del rene, del testicolo, della mammella, della tiroide e i sarcomi dei tessuti molli ed i melanomi, sono state aggiunte per segnalazioni in letteratura tra i bambini, oppure per evidenza di associazione tra gli adulti.

Le malformazioni congenite (MC) analizzate includono le MC totali, del sistema nervoso, in particolare del tubo neurale, e degli apparati genitale (in particolare l'ipospadia) e urinario (ipospadia) (Tabella 6); questi esiti sanitari hanno un'evidenza *a priori* limitata di associazione con l'esposizione a siti di smaltimento di rifiuti pericolosi (Fazzo *et al.*, 2017).

TABELLA 6. Malformazioni congenite alla nascita

MALFORMAZIONI CONGENITE (MC)	CODICI
MC totali	
MC del sistema nervoso (del tubo neurale e altre MC del cervello)	Q00, Q01, Q04, Q05
MC del tubo neurale	Q00, Q01, Q05
MC apparato genitale	Q50-Q52, Q54-Q56
Ipospasia	Q54.0, Q54.1, Q54.2, Q54.3, Q54.9, Q54
MC apparato urinario	Q60-Q64, Q794
Epispadia	Q64.0

È stato valutato di non analizzare il gruppo delle MC dei tessuti connettivo e muscolo-scheletrico, seppure incluse tra le patologie con evidenza *a priori* limitata di associazione con siti di rifiuti. Tale scelta è stata fatta considerando le attuali classificazioni, come quelle utilizzate dal network europeo per la sorveglianza delle anomalie congenite (EUROCAT, 2013), che non prevedono tale gruppo alla luce delle conoscenze più recenti sull'eziopatogenesi delle MC.

Tutti gli indicatori di rischio (SMR/SIR/RP) sono stati elaborati non "aggiustati" per Indice di Deprivazione, visto il dibattito attualmente in corso sull'appropriatezza di tale indicatore nelle

analisi in siti contaminati, nel rappresentare diversità dello stato socio-economico delle popolazioni (Pasetto *et al.*, 2017). Tale limite andrà considerato nella lettura dei dati, visto che molte di queste patologie multifattoriali hanno tra i principali fattori di rischio la deprivazione socio-economica e che spesso le popolazioni residenti in siti contaminati sono più deprivate, rispetto al resto della popolazione (Pasetto *et al.*, 2019).

2.3. ANALISI ESITI SANITARI A LIVELLO COMUNALE

2.3.1. MORTALITÀ

Fonte dei dati: La Base di Dati Nazionale

La base di dati utilizzata è quella elaborata dal Servizio di Statistica dell'Istituto Superiore di Sanità a partire dall'indagine sulle Cause di Morte e dalle popolazioni comunali fornite dall'Istat; sono stati analizzati i dati relativi al periodo 2008-2015 (anno più recente reso disponibile dall'Istat).

Le cause di morte

Le cause di morte vengono classificate a livello internazionale secondo un Sistema di Codifica denominato ICD (*International Classification of Diseases*) elaborato dall'OMS; esso viene sottoposto periodicamente (circa ogni 10-15 anni) ad aggiornamenti, per adottare classificazioni sempre più analitiche e rispondenti al progredire delle conoscenze mediche sulle patologie, denominate "Revisioni".

A partire dall'anno 2003 è stata adottata anche in Italia la classificazione tutt'ora vigente, la decima revisione (ICD-10) (Ministero della Salute, 2001). Tale versione rappresenta rispetto alla versione precedente (ICD-9) un grande avanzamento, in termini di definizione più articolata e precisa delle varie patologie: si pensi solo che il numero delle voci diagnostiche distinte passa da circa 5.000 a circa 12.000.

La scelta delle cause analizzate è stata fatta in base alle evidenze *a priori* di associazione con l'esposizione a siti di smaltimento non controllato di rifiuti pericolosi e a contaminanti presenti in diverse matrici ambientali nell'area in studio, l'analisi è stata effettuata sull'intera popolazione.

Indici statistici calcolati

Per la popolazione dei comuni selezionati sono stati calcolati - per genere - il numero assoluto di decessi e l'SMR (*Standardized Mortality Ratio*, rapporto standardizzato di mortalità) riferito alla mortalità della Regione. Esso compara il numero di decessi osservati nella popolazione in esame con il numero di decessi attesi in essa, se avesse sperimentato i livelli di mortalità della popolazione di riferimento (in questo caso, i residenti nella Regione in cui si trovano i comuni che compongono il sito indagato). L'aggettivo *standardizzato* si riferisce al fatto che si tiene conto delle diverse distribuzioni per età, in modo che esse non influenzino i risultati.

L'SMR esprime dunque, in percentuale, l'eccesso o il difetto di mortalità della popolazione in studio rispetto a quella di riferimento regionale, al netto delle influenze esercitate dalla diversa composizione per età. Il valore 100 esprime il valore medio della popolazione scelta come riferimento: valori di SMR inferiori a 100 rappresentano un difetto di mortalità, quelli superiori rappresentano eccessi. Accanto alla stima puntuale (l'SMR) è stato calcolato l'Intervallo di Confidenza al 90% (IC 90%): valori dell'IC al 90% di confidenza indicano che vi è una probabilità del 90% che l'intervallo stimato includa la vera caratteristica della popolazione. In altre parole, l'IC esprime il livello di precisione dell'indicatore stimato. Per una rapida lettura dei dati, si ricordi che gli SMR (e/o gli SHR e i SIR che vengono introdotti qui di seguito) i cui intervalli di confidenza contengono il valore 100 sono da considerare non statisticamente significativi.

2.3.2. RICOVERI

Fonte dei dati: Le Schede di Dimissione Ospedaliera

La base di dati utilizzata è quella nazionale delle Schede di Dimissione Ospedaliera (SDO) disponibile presso il Servizio di Statistica dell'ISS, basata sui dati delle ospedalizzazioni forniti dal Ministero della Salute e delle popolazioni comunali fornite dall'Istat; sono stati analizzati i dati relativi al periodo 2008-2016 (ultimo disponibile).

La scheda di dimissione ospedaliera (SDO) è lo strumento di raccolta delle informazioni relative ad ogni paziente dimesso dagli istituti di ricovero pubblici e privati in tutto il territorio nazionale.

Le SDO sono compilate dai medici che hanno avuto in cura il paziente ricoverato; le informazioni raccolte e codificate sono trasmesse alle Regioni e da queste al Ministero della Salute. Nel database nazionale delle SDO è riportato un codice anonimo univoco che consente di seguire gli accessi ospedalieri per ogni paziente in tutto il territorio nazionale e per tutti gli anni a disposizione. La qualità di questo codice è molto alta negli anni in esame.

Le diagnosi di ricovero

Le diagnosi di ricovero vengono classificate a livello internazionale mediante un sistema denominato ICD-9 CM (*International Classification of Diseases – Clinical Modification*) (Ministero del Lavoro, della Salute e delle Politiche sociali, 2008), applicato anche nel nostro Paese.

Ciascuna SDO riporta una “diagnosi principale” e fino a cinque “diagnosi secondarie”; si è deciso di esaminare solo la diagnosi principale, optando per la cosiddetta “scelta conservativa” che potrebbe portare ad una sottostima dei casi, ma che minimizza i falsi positivi. Infatti, studi italiani, che hanno comparato le cartelle cliniche con le SDO al fine di studiarne l'accuratezza e la completezza, hanno dimostrato la soddisfacente accuratezza con cui si compila la diagnosi

principale, rispetto alle altre diagnosi secondarie la cui registrazione si presenta lacunosa; inoltre studi italiani e internazionali dimostrano che le misure basate solo sulla diagnosi principale sono più specifiche (meno falsi positivi), mentre le misure che prendono in considerazione tutte le diagnosi sono più sensibili (meno falsi negativi) (Biggeri *et al.*, 2006).

La scelta delle diagnosi

Come per la mortalità, la scelta delle diagnosi è stata fatta in base alle evidenze *a priori* di associazione con l'esposizione a siti di smaltimento non controllato di rifiuti pericolosi e a contaminanti presenti in diverse matrici ambientali. L'analisi riguarda le cause naturali (escluse quindi le cause violente), esclusi i parti e le loro conseguenze.

Per descrivere l'ospedalizzazione di popolazioni, l'analisi è stata svolta sulle persone ricoverate (e non sul numero dei ricoveri), di cui si descrive il primo ricovero avvenuto nel periodo di tempo esaminato.

L'analisi ha riguardato l'insieme dei ricoveri ordinari e in *day hospital*. Poiché lo scopo è di stimare nel modo più accurato possibile la prevalenza di malattia, e dato che, in particolare per le patologie oncologiche, molti trattamenti chemio/radioterapici sono svolti in regime diurno, si è deciso di considerare in toto la banca dati dei ricoveri ospedalieri, senza esclusione dei diurni, escludendo invece i ricoveri nelle lungo-degenze e nelle riabilitazioni, strutture non attinenti al presente lavoro.

Indici statistici calcolati

Per la popolazione dei comuni in esame sono stati calcolati - per genere - il numero assoluto di ricoverati ed il rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR, *Standardized Hospitalization Rate*) rispetto alla situazione regionale. La definizione dell'SHR è analoga a quella dell'SMR già descritto, ovvero, l'SHR compara il numero osservato di persone ricoverate in una certa popolazione con il numero di persone ricoverate da attendersi in essa, se questa avesse sperimentato i livelli di ospedalizzazione della popolazione di riferimento (in questo caso, i residenti nella Regione). Anche gli SHR sono corredati da intervalli di confidenza al 90%, calcolati in analogia con quanto svolto per gli SMR.

2.3.3. INCIDENZA ONCOLOGICA

Fonte dei dati: Registri Tumori di popolazione

Sono state utilizzate le basi dei dati dei Registri Tumori (RT) territorialmente competenti, accreditati da AIRTUM, per i rispettivi periodi di copertura al momento dell'indagine, e di AIRTUM per il pool dei RT dell'Italia meridionale, quale popolazione di riferimento:

RT di Caserta, periodo 2008-2013, per i 19 comuni della provincia di Caserta in studio;

RT di Napoli Nord, periodo 2010-2012, per i 19 comuni della provincia di Napoli in studio;

AIRTUM, pool dei RT dell'Italia Sud, per i tassi di riferimento 2008-2013.

Le diagnosi

I Registri Tumori di popolazione registrano i casi con una patologia tumorale nella popolazione residente, al momento della diagnosi, nel proprio territorio. L'accertamento dei casi avviene secondo criteri definiti da AIRTUM, che ne verifica la qualità e la completezza, secondo standard qualitativi richiesti a livello internazionale (<https://www.registri-tumori.it/cms/>).

Le sedi tumorali analizzate nel presente progetto sono quelle definite nel disegno dello studio, in quanto con una ipotesi *a priori* di associazione con esposizioni a contaminanti rilasciati o emessi da siti di rifiuti smaltiti in maniera non idoneo, secondo il protocollo su riportato.

Indici statistici calcolati

Le elaborazioni dei dati è stata effettuata dai colleghi di AIRTUM.

Per la popolazione dei comuni in studio, e per l'area complessivamente, sono stati calcolati – per genere – il numero assoluto dei casi osservati, i tassi per classi quinquennali di età, e i Rapporti standardizzati di incidenza (*Standardized incidence ratio* - SIR). Il SIR (osservati/attesi), compara il numero di casi osservati in una certa popolazione con il numero di casi attesi in essa, se avesse sperimentato i livelli di incidenza di una popolazione di riferimento. Nello specifico, il numero di casi attesi per tutti i tumori e per singola sede tumorale è stato calcolato sulla base dei tassi età - e periodo di incidenza - specifici misurati nella popolazione complessiva dell'Italia meridionale coperta da un RT, inclusa nella base dei dati AIRTUM. In questo modo l'indicatore risulta “corretto” per la diversa distribuzione per età tra la popolazione in studio e quella di riferimento. Anche i SIR sono corredati da intervalli di confidenza al 90%, calcolati in analogia con quanto svolto per SMR e SHR.

2.3.4. FOCUS SULLA SOTTO-POPOLAZIONE PEDIATRICA-ADOLESCENZIALE: MORTALITÀ, RICOVERI, INCIDENZA ONCOLOGICA

Fonti dei dati

Mortalità: La Base di Dati Nazionale

La base di dati utilizzata è quella elaborata dal Servizio di Statistica dell'Istituto Superiore di Sanità a partire dall'indagine sulle Cause di Morte e dalle popolazioni comunali fornite dall'Istat; sono stati analizzati i dati relativi al periodo 2008-2015 (anno più recente reso disponibile dall'Istat).

Per le modalità di registrazione si rimanda a quanto descritto nella metodologia riguardante le analisi per tutte le fasce di età.

Ricoveri ospedalieri: Le Schede di Dimissione Ospedaliera

La base di dati utilizzata è quella nazionale delle Schede di Dimissione Ospedaliera (SDO) disponibile presso il Servizio di Statistica dell'ISS, basata sui dati delle ospedalizzazioni forniti dal Ministero della Salute e delle popolazioni comunali fornite dall'Istat; sono stati analizzati i dati relativi al periodo 2008-2016 (ultimo disponibile).

Per le modalità di selezione delle diagnosi si rimanda a quanto riportato nel disegno dello studio.

Incidenza oncologica: Registro Tumori Infantili della Regione Campania

La base di dati utilizzata è quella del Registro Tumori Infantili della Regione Campania; sono stati analizzati i dati relativi al periodo 2008-2014 (periodo disponibile).

Il Registro Tumori Infantili della Campania registra i soggetti con una diagnosi di tumore in età compresa tra 0 e 19 anni, residenti in Campania al momento della diagnosi.

Indici statistici calcolati

Per tutti i tre esiti le analisi sono state elaborate per maschi e femmine accorpate, per un motivo di numerosità dei casi e quindi di potenza statistica delle stime. Le categorie diagnostiche e le relative classi di età esaminate, selezionate secondo quanto riportato nel paragrafo “disegno dello studio”, sono riportate nelle tabelle 5a e 5b.

Sono stati quindi calcolati, per l'intera area in studio e per ciascuno dei 38 comuni, i Rapporti standardizzati di mortalità (SMR), di ricoveri ospedalieri (SHR) e di incidenza oncologica (SIR), rispetto alla popolazione regionale, per patologie e classi di età specifiche. Come nell'analisi per l'intera popolazione, queste stime (osservati/attesi), comparano il numero di casi osservati nella popolazione in studio con il numero di casi attesi in essa, se avesse sperimentato i livelli di incidenza della popolazione di riferimento. Nello specifico, il numero di casi attesi per specifica patologia e classe di età è stato calcolato sulla base dei tassi specifici per età e periodo misurati nella popolazione regionale. Anche in queste fasce di età le rispettive stime (SMR, SHR, SIR) sono corredati da intervalli di confidenza al 90%.

2.3.5. PREVALENZA DEI NATI CON BASSO PESO ALLA NASCITA E DEI NATI PRETERMINE

Fonte dei dati: La Base di Dati Nazionale dei Certificati di assistenza al parto

Sono stati analizzati i Certificati Di Assistenza al Parto (CEDAP) a partire dal flusso informativo raccolto dal Ministero della Salute; tale rilevazione è stata istituita con Decreto del Ministro della sanità 16 luglio 2001, n.349, e costituisce la più ricca fonte di informazioni sanitarie, epidemiologiche e socio-demografiche relative all'evento nascita. Oggetto della rilevazione sono le informazioni sulle modalità del parto, la durata della gestazione, la presentazione del neonato e

l'età della madre. Sono stati analizzati per i comuni oggetto di studio e per l'intera Regione Campania i CEDAP del periodo 2013-2017, al fine di calcolare la prevalenza di due specifici indicatori la cui eziologia riconosce tra i fattori di rischio, con un'evidenza *a priori*, l'esposizione a siti di smaltimento non controllato di rifiuti pericolosi e a contaminanti presenti in diverse matrici ambientali nell'area in studio.

1. Nati pretermine (Preterm Births – PTB): nati vivi con età gestazionale <37. Dall'analisi sono stati esclusi i gemelli;
2. Basso peso alla nascita a termine (Low Birth Weight – LBW): nati a termine con peso <2500. Dall'analisi sono stati esclusi i nati pretermine e i gemelli.

Indici statistici calcolati

Per ogni comune e per l'intera Regione, usata come popolazione di riferimento, sono state calcolate le prevalenze di questi due indicatori. Per fornire una stima del rischio in termini relativi, sono stati confrontati i dati riferiti ai 38 comuni in esame con quelli relativi all'intero territorio regionale, preso come riferimento. Per ognuno dei comuni e per l'intera area sono stati calcolati i Rapporti di Prevalenze (RP), come rapporto tra casi osservati e attesi sulla base delle prevalenze osservate nella Regione; la stima puntuale è accompagnata dall'Intervallo di Confidenza al 90 %.

Essendo stimati i rapporti fra due proporzioni gli intervalli di confidenza sono stati calcolati a partire da una distribuzione binomiale. Anche in questo caso, per una rapida lettura gli RP i cui intervalli di confidenza contengono il valore 100 sono da considerare non statisticamente significativi.

2.3.6. PREVALENZA ALLA NASCITA DELLE MALFORMAZIONI CONGENITE

Fonte dei dati: La Base di Dati del Registro Regionale

La base dei dati è il Registro delle Malformazioni congenite (MC) della Regione Campania, per il periodo disponibile al momento dell'analisi: 2004-2016.

Sono stati considerati i casi di MC validati dal Registro, riferiti a nati, morti fetali e interruzioni di gravidanza (IVG) per anomalia fetale, estratti dalla banca dati del Registro delle Malformazioni congenite della Regione Campania, per il periodo disponibile al momento delle presenti analisi. Il Registro riporta i casi di MC tra i nati e IVG di madri residenti in Regione Campania, al momento dell'evento (nascita o interruzione di gravidanza). Il periodo di analisi comprende l'intero periodo 2004-2016 (per gli ultimi anni 2013-2016 l'analisi include i soli nati vivi, per indisponibilità dei dati relativi alle IVG).

Sono stati conteggiati e vengono fornite le stime per casi di nati con MC e non su singole MC: un neonato con più MC dello stesso sottogruppo, è stato conteggiato una sola volta nell'ambito del sottogruppo; se con più MC di sottogruppi diversi, è stato conteggiato una sola volta in ciascun

sottogruppo; un neonato con più MC di sottogruppi diversi, è stato conteggiato una sola volta nel calcolo dell'indicatore "tutti malformati". Sono stati esclusi i casi con anomalie minori isolate, coerentemente con le linee guida di EUROCAT.

Sono stati, quindi, conteggiati i casi (nati e IVG) di MC definite nel disegno dello studio, in quanto con una ipotesi *a priori* di associazione con esposizioni a contaminanti rilasciati o emessi da siti di rifiuti smaltiti in maniera non idoneo, secondo il protocollo precedentemente riportato (Tabella 6).

Indici statistici calcolati

Per ognuno dei 38 comuni e per l'intera area nel suo complesso, è stata calcolata la Prevalenza di MC, per 10.000 nati. È stato applicato il metodo accreditato a livello internazionale, seguito dal network europeo EUROCAT (EUROCAT, 2013). I nati per anno e per comune di residenza della madre sono quelli forniti da Istat.

Per fornire una stima del rischio in termini relativi, sono stati confrontati i dati riferiti ai 38 comuni in esame con quelli relativi all'intero territorio regionale, preso come riferimento. Per ognuno dei comuni e per l'intera area sono stati calcolati i Rapporti di Prevalenza (RP), come rapporto tra casi osservati e attesi sulla base delle prevalenze osservate nella Regione; la stima puntuale è accompagnata dall'Intervallo di Confidenza al 90 %.

Essendo stimati i rapporti fra due proporzioni, gli intervalli di confidenza sono stati calcolati a partire da una distribuzione binomiale. Anche in questo caso, per una rapida lettura gli RP i cui intervalli di confidenza contengono il valore 100 sono da considerare non statisticamente significativi.

Le stime sono state svolte per l'intero periodo di disponibilità dei dati: 2004-2016.

2.3.7. COSTRUZIONE DI INDICATORE COMUNALE SINOTTICO DI ESITI SANITARI (IES)

Al fine di sintetizzare i risultati delle analisi condotte per esiti ed eventi sanitari multipli, è stato elaborato un Indicatore comunale di Esiti Sanitari (IES), basato sul numero degli eccessi emersi nelle diverse analisi, rispetto alla popolazione di riferimento. Ovvero, per ciascun comune incluso nello studio è stato calcolato il numero degli SMR/SIR/RP, maggiori di 100, con il limite inferiore dell'Intervallo di Confidenza al 90% al di sopra di 100.

Tale indicatore è la sommatoria degli eccessi a livello comunale presenti a partire dai singoli esiti sanitari oggetto di studio: a questa sommatoria sono stati aggiunti dei pesi relativi pari a 0.2 qualora gli eccessi riscontrati fossero presenti in entrambi i generi, per rafforzare l'ipotesi di esposizione ambientale, pari a 0.5 qualora gli eccessi fossero relativi a patologie con evidenza limitata di associazione con siti di rifiuti non controllati.

Riassumendo la costruzione della tabella sinottica che ha portato all'elaborazione dell'indicatore di esito sanitario:

- per la mortalità sono stati sommati il numero di SMR in eccesso che avessero un intervallo di confidenza significativo al 90%, per tutte le età e separatamente per la classe di età 0-19, a cui sono stati aggiunti i pesi dichiarati.
- per le ospedalizzazioni sono stati sommati gli SHR che avessero un intervallo di confidenza significativo al 90%, età e separatamente per la classe di età 0-19, a cui sono stati aggiunti i pesi dichiarati.
- per l'incidenza tumorale sono stati utilizzati i SIR che avessero un intervallo di confidenza significativo al 90%, per tutte le età e separatamente per la classe di età 0-19, a cui sono stati aggiunti i pesi dichiarati.
- per i certificati di assistenza al parto sono stati sommati il numero di RP che avessero una proporzione in eccesso con un intervallo di confidenza significativo al 90%.
- per le malformazioni congenite sono stati sommati il numero di RP che avessero una proporzione in eccesso con un intervallo di confidenza significativo al 90%.

In base a tale procedura, è stato quindi attribuito un valore di Indicatore di Esito Sanitario (IES) ad ognuno dei 38 comuni, che esprime, attraverso il numero di eccessi sanitari riscontrati, il rischio sanitario complessivo che esperisce la popolazione che vi risiede.

2.4. ANALISI DI REGRESSIONE TRA INDICATORE DI RISCHIO DA RIFIUTI ED ESITI SANITARI

Al fine di stimare l'andamento dei rischi sanitari in funzione della variazione dell'indicatore di rischio di esposizione a rifiuti a livello comunale (IRC), sono stati calcolati i Rischi Relativi degli esiti all'interno delle classi definite dall'indicatore ambientale. L'analisi è stata svolta per quelle patologie con un'evidenza *a priori* di associazione con i siti di smaltimento di rifiuti pericolosi definita limitata (Fazzo *et al.*, 2017): mortalità ed incidenza dei tumori di fegato, vescica, mammella, testicolo e dei linfomi non Hodgkin; ricoveri ospedalieri per asma; i bambini nati pretermine e i nati con basso peso; i nati con malformazioni congenite totali, del sistema nervoso, e in particolare del tubo neurale, del sistema genitale, e in particolare con ipospadia, e del sistema genitale. Per la popolazione pediatrica-adolescenziale-giovanile, vista la minore numerosità dei casi, per assicurare una sufficiente precisione delle stime, l'analisi di regressione è stata eseguita sulla sotto-popolazione della classe di età 0-19 anni. Gli esiti sanitari sono stati selezionati considerando le malattie associabili ad esposizione ad inquinanti ambientali, in base alle conoscenze attualmente disponibili, e tenendo conto della fattibilità sulla base della

numerosità dei casi: l'analisi è stata quindi svolta sull'incidenza dei tumori totali e delle leucemie e dei ricoveri per asma e per malattie respiratorie acute.

Per gli esiti relativi alla mortalità, ospedalizzazione ed incidenza tumorale è stato utilizzato un modello lineare generalizzato, secondo una distribuzione di Poisson, con variabili indipendenti l'IRC e l'età (allo scopo di ridurre la variabilità dovuta alla struttura per età delle popolazioni comunali). I Rischi Relativi (RR), ovvero il rapporto tra tassi, per le classi di IRC da 2 a 4 così stimati sono calcolati tutti considerando come riferimento la classe 1 dell'indicatore ambientale (la classe costituita dai comuni con un minore impatto ambientale di siti di smaltimento di rifiuti). Oltre agli RR vengono presentati gli intervalli di confidenza al 90% utilizzando il metodo di Wald. Per quanto riguarda i due esiti stimati dai CEDAP, ossia la proporzione di nati pretermine e il basso peso alla nascita, la distribuzione utilizzata nel modello lineare generalizzato è una distribuzione binomiale.

Per facilitare la lettura dei rischi in funzione dell'indicatore ambientale vengono presentati anche i grafici di dispersione. Anche in questo caso, la lettura della significatività dei rischi avviene attraverso gli intervalli di confidenza: qualora si evidenzino Rischi Relativi che presentino il limite inferiore dell'intervallo di confidenza superiore all'unità, si può parlare di esito sanitario in eccesso significativo rispetto alla categoria di riferimento, ossia l'esito stimato nella classe 1 del IRC.

3. RISULTATI

3.1. CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE PER LA PRESENZA DEI SITI DI RIFIUTI

L'intera area dei 38 comuni del Circondario della Procura di Napoli Nord ha una superficie complessiva di 426 km². Su questa area, in base ai dati raccolti disponibili al gennaio 2017, sono stati registrati 2767 siti interessati da smaltimento controllato o abusivo di rifiuti, incluse le aree nelle quali si sono verificate pratiche di combustioni incontrollate (Fazzo *et al.*, 2020).

La Tabella 7 riporta il numero dei siti per IP, in ciascun comune.

La Tabella 8 riporta per ogni comune il valore continuo dell'indicatore da rischio di rifiuti comunale (IRC) e la relativa classe (crescente dalla classe 1 alla classe 4). La rappresentazione cartografica della distribuzione delle classi di IRC per comune è riportata in Figura 2.

TABELLA 7. Distribuzione per comune del numero dei siti appartenenti ai diversi indici di pericolosità

Comune	5A	4A	4B	3B	2B	2C	1C	1D	1E	1F	1F*	1G	Totale
Afragola	88			47	13		3	2	10	64	1		228
Arzano	6			3		1	1	7	1	14	1	1	35
Aversa	15			10	4		15	3	13	25	2	10	97
Caivano	85			52	6	1	7	25	13	83	3	7	282
Calvizzano	2			2					1	5	1		11
Cardito	14			2			1	1	2	7			27
Carinara	4			11	7		1	2	6	18		2	51
Casal di Principe	10			20	5				9	40		5	89
Casaluce	6			8	3		3	1	3	14		1	39
Casandrino	10			12	1		1	1	7	10	1		43
Casapesenna	1			2						4		1	8
Casavatore							1			1		1	3
Casoria	21		2	13	3	2	3	6	6	25			81
Cesa	4			12			1	1	3	10		2	33
Crispano	6			4			2	1		5			18
Frattamaggiore	7			4						15			26
Frattaminore	1			2						2			5
Frignano	5			22	2				2	9	2	4	46
Giugliano in Campania	178	7	3	113	27	2	12	13	41	193	21	18	628
Gricignano di Aversa	17			20	8			7	5	37		5	99
Grumo Nevano	3			5				2		8			18
Lusciano	8			11				1	3	11			34
Marano di Napoli				4		2		2	1	6	1		16
Melito di Napoli	20			7	1	1		1	6	9	1	12	58
Mugnano di Napoli	12						1	2	5	22			42
Orta di Atella	13			16	2			5	8	24	1	8	77
Parete	2			14		1	1	1	3	11			33
Qualiano	26			8	2	4	7	1	3	33	2	3	89
San Cipriano d'Aversa	3			4	1	1			2	7			18
San Marcellino	6			3	1			1	4	20			35
Sant'Antimo	15			18	2			3	5	17	1		61
Sant'Arpino	5			5			3	1	1	6			21
Succivo	2			13	4		1		2	12	1		35
Teverola	9			13	3			1	5	16	1	4	52
Trentola-Ducenta	5			17	2		4		4	16		2	50
Villa di Briano	5			26	7				7	13		1	59
Villa Literno	29		1	16	5		4	4	16	93		4	172
Villaricca	10		1	6		1	5	1	2	11		11	48
Totale	653	7	7	545	109	16	77	96	199	916	40	102	2767

TABELLA 8. Indicatore di rischio da rifiuti Comunale (IRC), per comune

Comune	Superficie totale (km ²)	Popolazione Censimento 2011	Superficie impattata (km ²)	Popolazione residente nelle aree impattate	% superficie impattata	% popolazione residente nelle aree impattate	IRC	Classe IRC
Afragola	17,9	63.820	6,9	31.446	38,7	49,3	7.216.280.909.910	2
Arzano	4,7	34.933	2,0	13.792	42,4	39,5	2.906.783.130.780	1
Aversa	8,9	52.830	3,1	22.165	35,5	42,0	9.079.920.308.650	2
Caivano	27,2	37.654	12,0	25.025	43,9	66,5	29.193.511.853.900	4
Calvizzano	4,0	12.537	1,0	2.871	25,5	22,9	2.043.298.886.580	1
Cardito	3,2	22.322	1,8	11.725	55,8	52,5	10.594.357.834.900	3
Carinaro	6,3	6.886	0,7	4.195	10,4	60,9	487.496.802.633	1
Casal di Principe	23,5	20.828	6,3	5.933	26,6	28,5	8.530.965.119.190	2
Casaluce	9,6	10.001	1,9	3.557	19,5	35,6	7.054.783.196.540	2
Casandrino	3,2	13.295	1,9	6.385	59,6	48,0	3.992.664.314.030	2
Casapesenna	3,0	6.651	0,6	1.434	20,8	21,6	1.513.540.601.150	1
Casavatore	1,5	18.663	0,3	5.430	22,4	29,1	2.481.882.968.400	1
Casoria	12,1	78.647	4,7	28.294	38,5	36,0	11.242.208.588.300	3
Cesa	2,7	8.496	0,7	6.289	25,3	74,0	3.159.027.823.360	1
Crispano	2,2	12.411	1,3	7.889	57,3	63,6	5.435.558.116.630	2
Frattamaggiore	5,4	30.241	1,5	3.224	27,0	10,7	382.622.392.175	1
Frattaminore	2,0	15.708	0,2	1.813	8,3	11,5	2.690.135.078.300	1
Frignano	9,9	8.733	2,9	1.894	29,1	21,7	52.070.765.307	1
Giugliano in Campania	94,6	108.793	37,8	49.992	40,0	46,0	47.991.495.125.500	4
Gricignano di Aversa	10,0	10.559	0,9	6.059	8,6	57,4	5.860.367.569.220	2
Grumo Nevano	2,9	18.017	0,8	3.496	26,1	19,4	411.167.420.981	1
Lusciano	4,6	14.539	1,9	4.570	41,5	31,4	4.053.100.891.570	2
Marano di Napoli	15,7	57.204	1,5	4.510	9,5	7,9	23.645.917.873	1
Melito di Napoli	3,8	36.933	2,4	22.524	62,9	61,0	20.595.282.232.400	3
Mugnano di Napoli	5,3	34.504	2,0	10.104	38,5	29,3	11.182.290.114.800	3
Orta di Atella	10,8	24.796	4,8	7.852	44,4	31,7	4.615.571.979.040	2
Parete	5,6	11.012	2,0	2.637	35,5	23,9	2.622.365.433.140	1
Qualiano	7,4	24.744	3,5	7.226	47,6	29,2	5.006.981.801.640	2
San Cipriano d'Aversa	6,2	13.416	0,4	2.563	7,1	19,1	2.861.131.558.290	1
San Marcellino	4,6	12.643	2,1	5.058	45,8	40,0	3.366.623.101.160	1
Sant'Antimo	5,9	34.107	2,4	9.538	41,4	28,0	2.589.050.275.760	1
Sant'Arpino	3,2	14.076	1,6	6.756	50,4	48,0	5.933.015.486.750	2
Succivo	7,2	8.148	0,1	784	1,3	9,6	3.610.027.624.220	1
Teverola	6,7	13.610	3,4	4.416	50,1	32,4	1.769.188.408.610	1
Trentola-Ducenta	6,7	17.797	2,6	5.786	38,8	32,5	440.879.467.158	1
Villa di Briano	8,5	6.066	2,6	1.619	30,9	26,7	1.483.028.892.830	1
Villa Literno	61,8	10.715	11,8	5.445	19,0	50,8	2.804.003.658.030	1
Villaricca	6,9	30.052	2,5	10.546	36,6	35,1	10.031.129.145.600	3
Intera area complessiva	426,0	956.387	136,8	363.427	32,1	38,0		

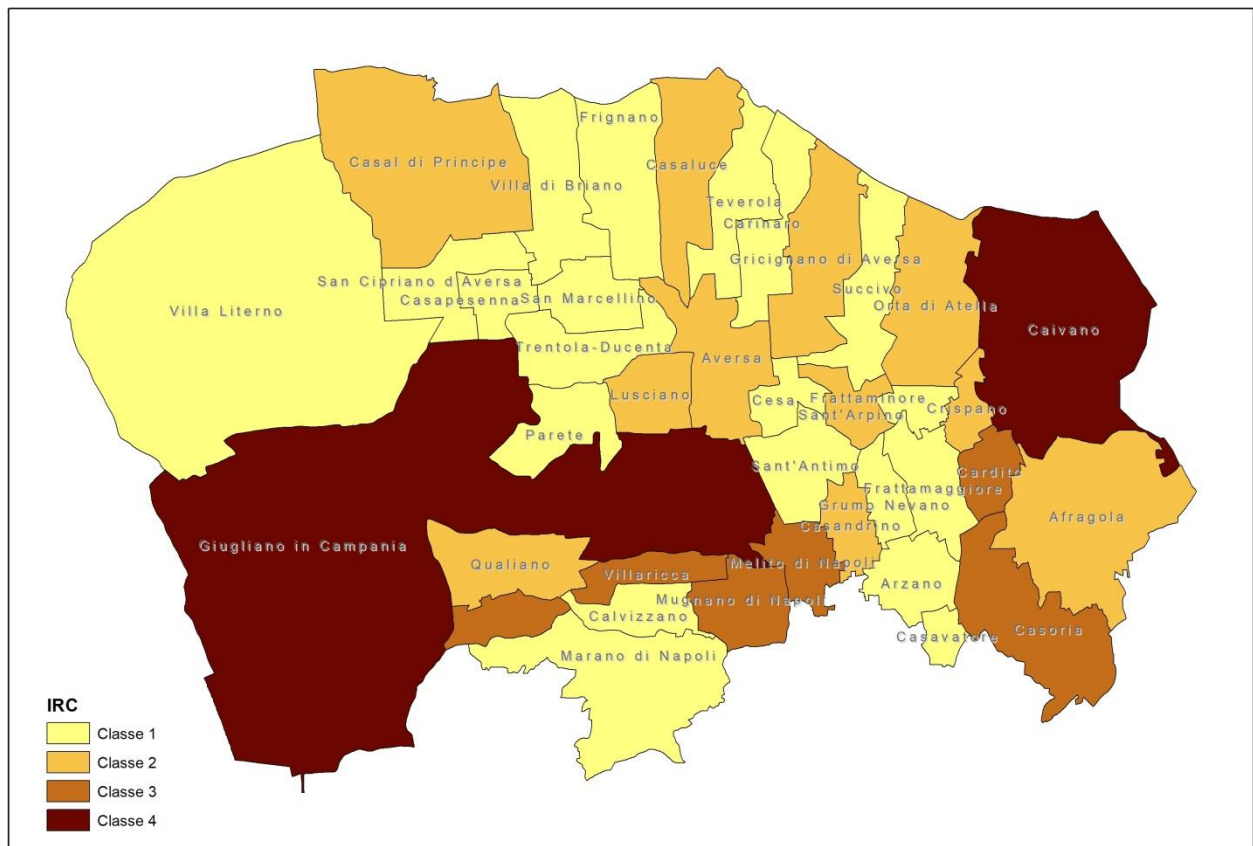


FIGURA 2. Rappresentazione cartografica della classificazione dell'indice di rischio (IRC) a livello comunale (Valore crescente dalla classe 1 alla classe 4)

L'Allegato 2 (CD) contiene due cartelle, per la visualizzazione dei geodatabase.

Nella cartella ArcGis sono contenuti il geodatabase dei siti considerati (TDFGeoDB.mdb) e quello utilizzato per il calcolo dell'IRC (IRComunale.mdb), entrambi in formato ESRI personal geodatabase. I relativi file mappa (formato mxd) consentono di visualizzare i layer utilizzando ArcMap 10.6 oppure ArcMap 10.0 (specifica _V10 nei filename). È necessaria una licenza ESRI ArcGis.

Nella cartella QGis sono contenuti gli shapefile generati dalle feature dei geodatabase (cartella shapefile) e i file mappa che consentono la visualizzazione dei progetti utilizzando QGIS. QGIS è un sistema di informazione geografica libero e open source scaricabile dal sito <https://www.qgis.org/it/site/>

3.2. ESITI SANITARI, A LIVELLO COMUNALE

3.2.1. MORTALITÀ, RICOVERI OSPEDALIERI, INCIDENZA ONCOLOGICA, PREVALENZA DI NATI PRE-TERMINE E CON BASSO PESO E DELLE MALFORMAZIONI CONGENITE ALLA NASCITA, A LIVELLO COMUNALE

Nell'Allegato 1, parte integrante del presente Rapporto, vengono riportate, per l'intera area complessiva (Allegato 1.a) e per ciascuno dei 38 comuni (Allegato 1.b), le tabelle dei risultati delle analisi effettuate per i singoli esiti sanitari considerati. Inoltre, vengono evidenziati in due tabelle *ad hoc* i risultati dei diversi esiti sanitari (mortalità/incidenza/ospedalizzazione/prevalenza) per le malattie associabili ai siti di smaltimento di rifiuti pericolosi con un più alto grado di persuasività scientifica (associazione definita "limitata" nella revisione sistematica del 2017) e con l'inquinamento atmosferico.

Nell'Allegato 2 (CD) vengono riportati tutti i dati sanitari raccolti in questo periodo, dalle diverse fonti su menzionate.

3.2.2. INDICATORE SINOTTICO COMUNALE DI ESITO SANITARIO (IES)

Seguendo il metodo descritto nel capitolo Materiali e Metodi, è stato attribuito un valore dell'Indicatore di Esito Sanitario (IES) ad ognuno dei 38 comuni, che esprime il numero di eccessi sanitari riscontrati (Tabella 9). Successivamente, è stata effettuata una categorizzazione dei 38 comuni in 4 classi (dalla lettera A alla D) di IES, con il metodo Janks (Natural Breaks), attribuendo il valore di IES crescente dalla classe A alla classe D: i comuni appartenenti alla categoria A sono quelli che hanno presentato un minor numero di eccessi di patologie, in particolare quelle associabili a siti di rifiuti, rispetto agli altri dell'area (Tabella 9). La distribuzione dei comuni per le categorie A-D dell'indicatore IES è rappresentata in mappa (Figura 3).

TABELLA 9. distribuzione per comune del numero di eccessi pesati per esito sanitario e dell'indicatore di esito sanitario (IES). Valore crescente dalla categoria A alla categoria D

Comune	Numero di eccessi pesati per ciascun esito sanitario								IES*	CATEGORIE IES
	RP CEDAP	SMR	SHR	RP MC	SIR	SIR	SHR	SMR		
		(tutte le età)		(tutte le età)	(0_19 anni)					
Afragola	3	17,5	12	0	15,5	0	0	0	48	D
Arzano	0	13,9	12,3	1,5	13,1	0	1,5	0	42,3	D
Aversa	0	10,6	2,2	1	16,8	2	0	0	32,6	C
Caivano	3	12,1	3	1,5	7,2	0	1	0	27,8	C
Calvizzano	0	7	4,2	0	4,9	0	0	0	16,1	B
Cardito	0	14	2	0	7,7	0	0	0	23,7	B
Carinaro	0	16,2	4,2	0	6	0	0	0	26,4	C
Casal di Principe	1,5	16,9	2,2	0	13,8	2	0	0	36,4	C
Casaluce	0	11,7	2	0	8,9	0	0	1	22,6	B
Casandrino	0	11,2	6,4	0	1,5	0	0	0	19,1	B
Casapesenna	0	5	4	0	5,5	0	0	1	14,5	A
Casavatore	0	10,2	5	0	2	0	0	1	17,2	B
Casoria	0	18	9,6	0	13,3	0	1	0	41,9	D
Cesa	0	1	2	0	6,2	0	0	0	9,2	A
Crispano	0	13,8		1	6	0	0	0	20,8	B
Frattamaggiore	0	9,6		0	5,2	1,5	0	0	16,3	B
Frattaminore	0	6	1	0	5	1	0	0	13	A
Frignano	0	3	2,2	1,5	7,5	0	0	1	14,2	A
Giugliano in Campania	1,5	22,5	9,1	1,5	20,9	0	2,5	0	58	D
Gricignano di Aversa	0	9	2	0	5,5	0	0	1	16,5	B
Grumo Nevano	0	10,2		0	3,5	0	1	1	13,7	A
Lusciano	0	3	3,2	0	6,7	0	0	0	12,9	A
Marano di Napoli	0	17,3	4,2	0	11,8	0	0	0	33,3	C
Melito di Napoli	0	13,6	4,2	1,5	13,8	0	1,5	0	34,6	C
Mugnano di Napoli	1,5	11,6	9,6	0	16,6	4,5	1,5	0	45,3	D
Orta di Atella	0	1		1,5	6,5	0	1,5	0	10,5	A
Parete	1,5	1	1	0	2,5	0	0	0	6	A
Qualiano	0	8,6	6,7	0	9,2	0	0	0	24,5	B
San Cipriano d'Aversa	0	4	4,2	0	4,5	0	0	0	12,7	A
San Marcellino	1,5	6,2	2,2	0	4,5	0	0	1	14,4	A
Sant'Antimo	0	13,6	5,2	0	11,7	0	0	0	30,5	C
Sant'Arpino	0	5		1	1	0	1,5	0	8,5	A
Succivo	1,5	6		0	9,9	0	1	0	18,4	B
Teverola	0	3		0	5	0	0	0	8	A
Trentola-Ducenta	0	6	1	0	8,2	1	0	0	16,2	B
Villa di Briano	0	8,2	1	0	1	0	0	1	10,2	A
Villa Literno	0	4	3	1	7,5	0	0	0	15,5	B
Villaricca	0	8,4	4,2	0	9,4	0	0	1	22	B

* L'indicatore IES è la sommatoria degli eccessi a livello comunale presenti a partire dai singoli esiti sanitari oggetto di studio: a questa sommatoria sono stati aggiunti dei pesi relativi pari a 0.2 qualora gli eccessi riscontrati fossero presenti in entrambi i generi, per rafforzare l'ipotesi di esposizione ambientale, pari a 0.5 qualora gli eccessi fossero relativi a patologie con evidenza limitata di associazione con siti di rifiuti non controllati (cfr § 2.3.6).

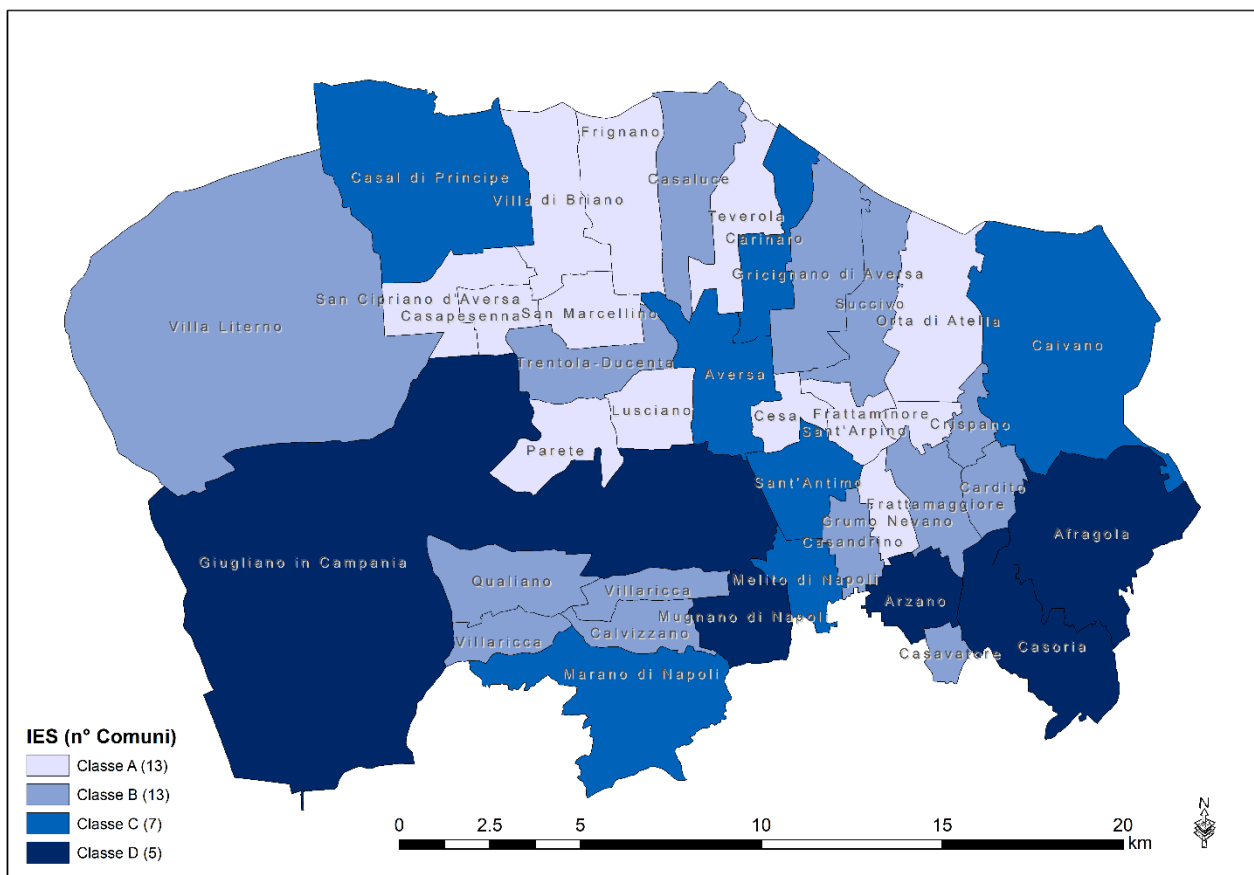


FIGURA 3. Rappresentazione cartografica della categorizzazione dell'indice di esito sanitario (IES) a livello comunale (Valore crescente dalla categoria A alla categoria D)

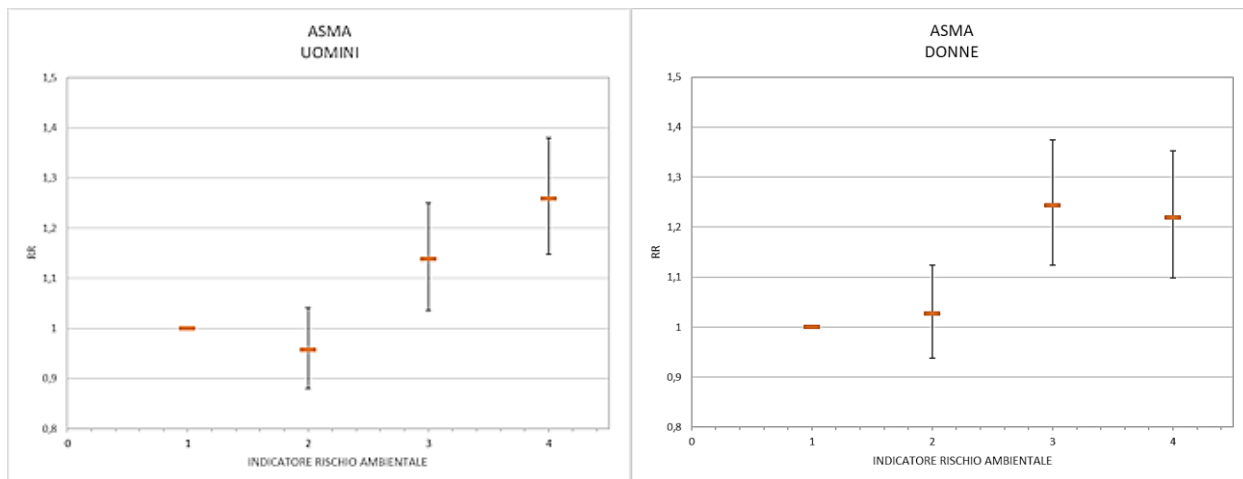
3.3. ANALISI DI REGRESSIONE

Qui di seguito vengono riportati i grafici, con le relative tabelle, dell'analisi di regressione, per le patologie selezionate.

Come descritto nel capitolo Materiali e metodi, i Rischi Relativi (RR) per le classi di IRC da 2 a 4 sono stati stimati considerando come riferimento la classe 1 di IRC (la classe costituita dai comuni con un minore impatto dei siti di smaltimento di rifiuti).

Per facilitare la lettura dei rischi in funzione dell'indicatore ambientale vengono presentati anche i grafici di dispersione. La lettura della significatività dei rischi avviene attraverso gli intervalli di confidenza: qualora si evidenzino rischi relativi che presentano il limite inferiore dell'intervallo di confidenza superiore all'unità, si può parlare di esito sanitario in eccesso significativo rispetto alla categoria di riferimento, ossia l'esito stimato nella classe 1 del IRC.

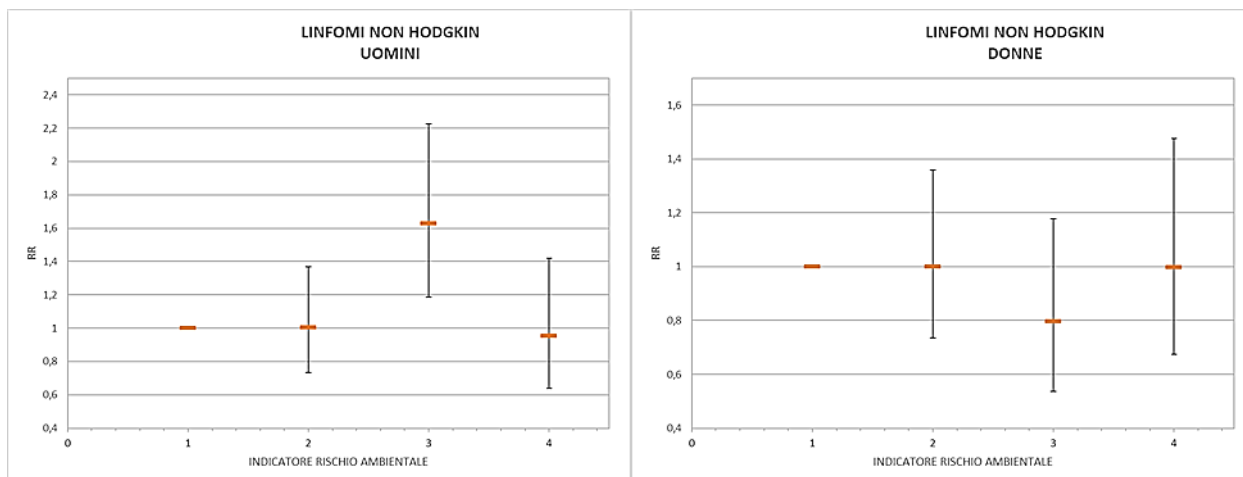
TABELLA 10. Andamento dei rischi nelle classi di IRC tra i ricoverati per asma periodo 2008-2016.



IRC	Uomini		Donne	
	Decessi	RR (IC 90%)	Decessi	RR (IC 90%)
Classe 1	838	1	695	1
Classe 2	722	0.96 (0.88-1.04)	626	1.03 (0.94-1.12)
Classe 3	486	1.14 (1.04-1.25)	434	1.24 (1.12-1.37)
Classe 4	515	1.26 (1.15-1.38)	393	1.22 (1.1-1.35)

IRC: Indicatore di Rischio da Rifiuti Comunale; RR: Rischio Relativo; IC: Intervallo di Confidenza

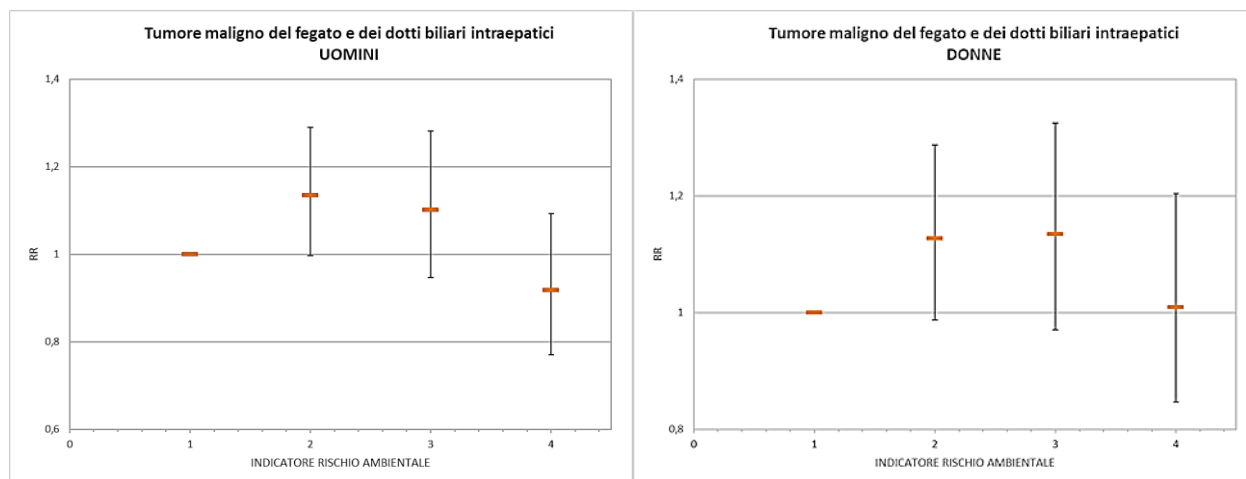
TABELLA 11. Andamento dei rischi nelle classi di IRC tra i decessi per linfomi non Hodgkin, periodo 2008-2015.



IRC	Uomini		Donne	
	Decessi	RR (IC 90%)	Decessi	RR (IC 90%)
Classe 1	64	1	66	1
Classe 2	50	1 (0.74-1.37)	51	1 (0.74-1.36)
Classe 3	48	1.63 (1.19-2.23)	24	0.8 (0.54-1.18)
Classe 4	23	0.95 (0.64-1.42)	24	1 (0.67-1.48)

IRC: Indicatore di Rischio da Rifiuti Comunale; RR: Rischio Relativo; IC: Intervallo di Confidenza

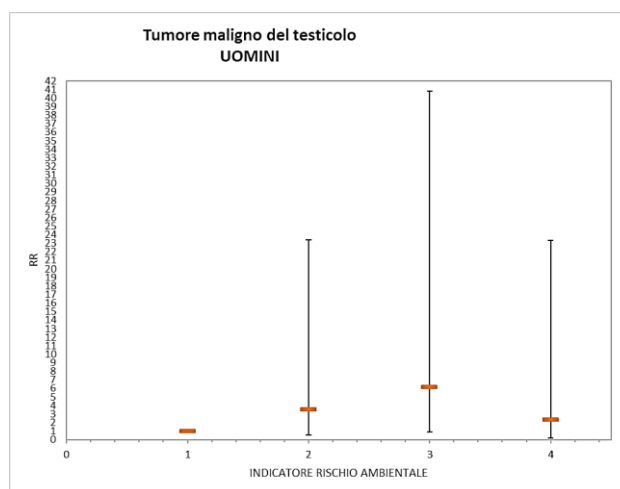
TABELLA 12. Andamento dei rischi nelle classi di IRC tra i decessi per tumore del fegato, periodo 2008-2015.



IRC	Uomini		Donne	
	Decessi	RR (IC 90%)	Decessi	RR (IC 90%)
Classe 1	350	1	191	1 (1-1)
Classe 2	306	1.13 (1-1.29)	164	1.13 (0.99-1.29)
Classe 3	177	1.1 (0.95-1.28)	97	1.13 (0.97-1.32)
Classe 4	119	0.92 (0.77-1.09)	68	1.01 (0.85-1.2)

IRC: Indicatore di Rischio da Rifiuti Comunale; RR: Rischio Relativo; IC: Intervallo di Confidenza

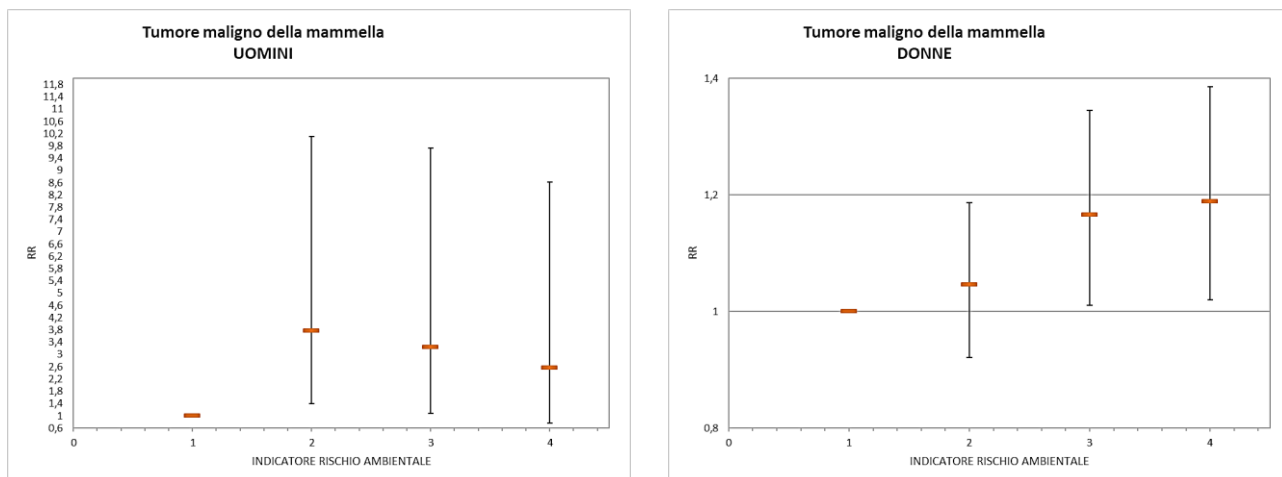
TABELLA 13. Andamento dei rischi nelle classi di IRC tra i decessi per tumore del testicolo, periodo 2008-2015.



IRC	Uomini	
	Decessi	RR (IC 90%)
Classe 1	1	1
Classe 2	3	3.5 (0.52-23.4)
Classe 3	3	6.11 (0.91-40.79)
Classe 4	1	2.28 (0.22-23.36)

IRC: Indicatore di Rischio da Rifiuti Comunale; RR: Rischio Relativo; IC: Intervallo di Confidenza

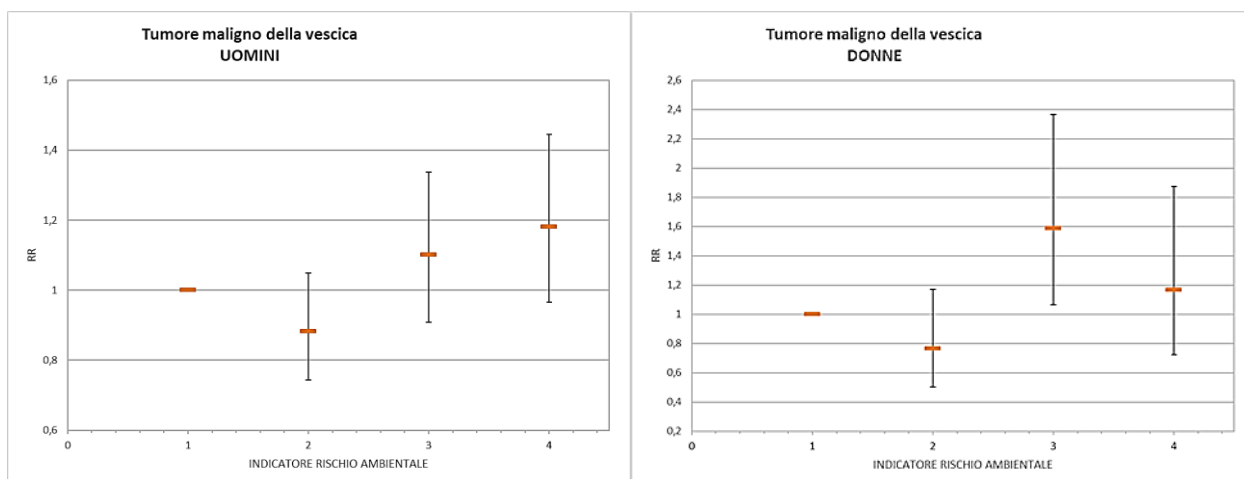
TABELLA 14. Andamento dei rischi nelle classi di IRC tra i decessi per tumore della mammella, periodo 2008-2015.



IRC	Uomini		Donne	
	Decessi	RR (IC 90%)	Decessi	RR (IC 90%)
Classe 1	2	1	377	1
Classe 2	6	3.77 (1.4-10.11)	306	1.05 (0.92-1.19)
Classe 3	3	3.23 (1.07-9.73)	204	1.17 (1.01-1.34)
Classe 4	2	2.57 (0.77-8.61)	167	1.19 (1.02-1.39)

IRC: Indicatore di Rischio da Rifiuti Comunale; RR: Rischio Relativo; IC: Intervallo di Confidenza

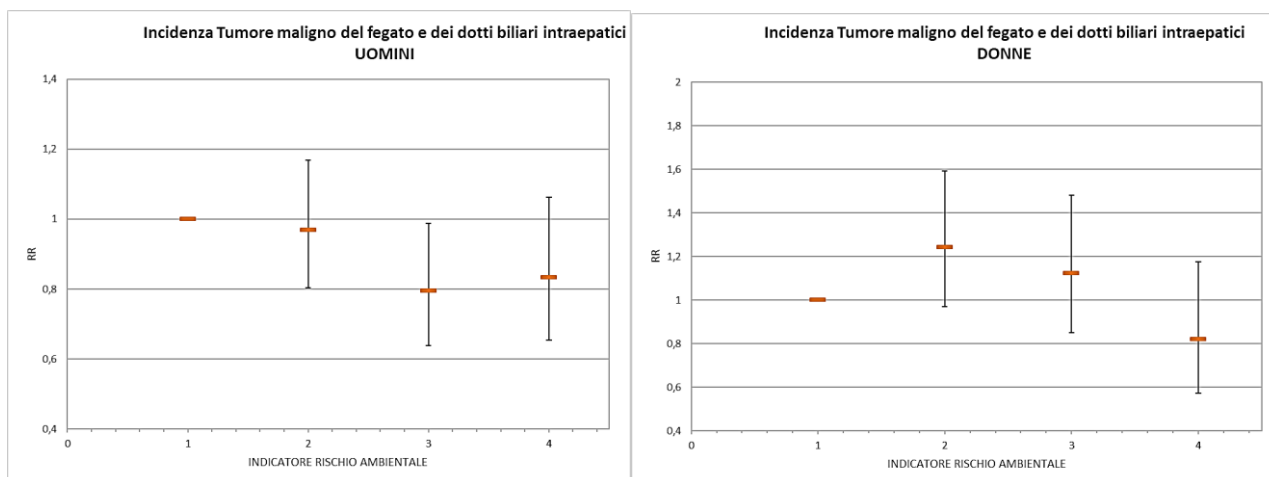
TABELLA 15. Andamento dei rischi nelle classi di IRC tra i decessi per tumore della vescica, periodo 2008-2015.



IRC	Uomini		Donne	
	Decessi	RR (IC 90%)	Decessi	RR (IC 90%)
Classe 1	223	1	41	1
Classe 2	152	0.88 (0.74-1.05)	24	0.77 (0.5-1.17)
Classe 3	108	1.1 (0.91-1.34)	29	1.59 (1.06-2.36)
Classe 4	95	1.18 (0.97-1.45)	17	1.16 (0.72-1.87)

IRC: Indicatore di Rischio da Rifiuti Comunale; RR: Rischio Relativo; IC: Intervallo di Confidenza

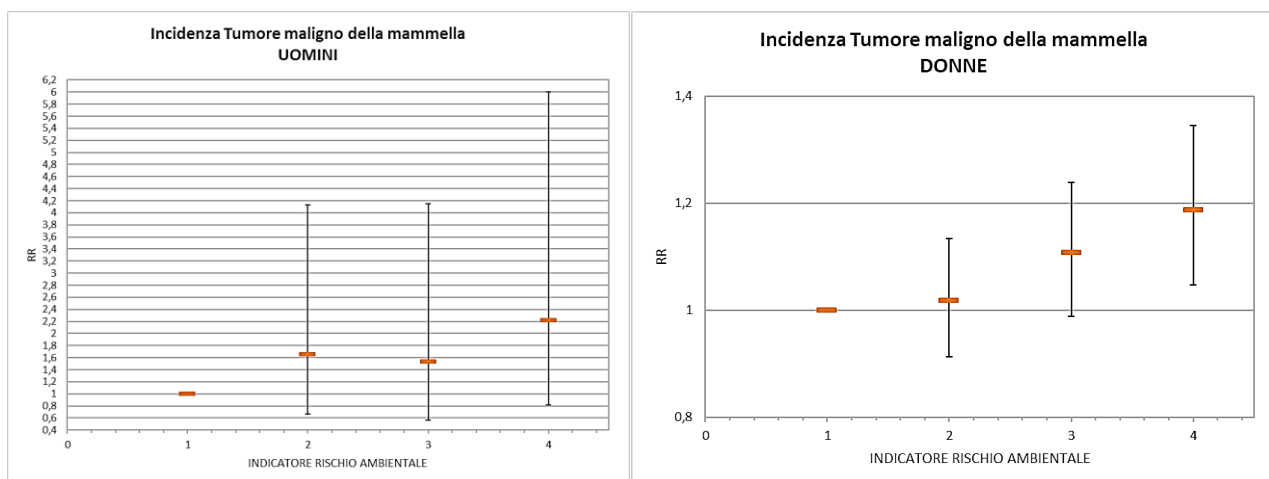
TABELLA 16. Andamento dei rischi nelle classi di IRC tra i casi incidenti di tumore del fegato, periodo 2010-2012.



IRC	Uomini		Donne	
	Casi	RR (IC 90%)	Casi	RR (IC 90%)
Classe 1	184	1	95	1
Classe 2	133	0.97 (0.80-1.18)	81	1.24 (0.97-1.59)
Classe 3	82	0.79 (0.64-0.99)	56	1.12 (0.85-1.48)
Classe 4	62	0.83 (0.65-1.06)	27	0.82 (0.57-1.17)

IRC: Indicatore di Rischio da Rifiuti Comunale; RR: Rischio Relativo; IC: Intervallo di Confidenza

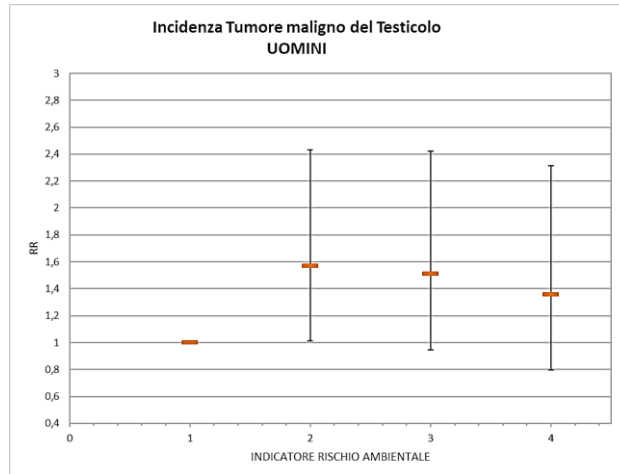
TABELLA 17. Andamento dei rischi nelle classi di IRC tra i casi incidenti di tumore della mammella, periodo 2010-2012.



IRC	Uomini		Donne	
	Casi	RR (IC 90%)	Casi	RR (IC 90%)
Classe 1	6	1	551	1
Classe 2	7	1.65 (0.66-4.13)	397	1.02(0.91-1.13)
Classe 3	5	1.53 (0.57-4.15)	345	1.11 (0.99-1.24)
Classe 4	5	2.21 (0.82-6.0)	254	1.19 (1.05-1.34)

IRC: Indicatore di Rischio da Rifiuti Comunale; RR: Rischio Relativo; IC: Intervallo di Confidenza

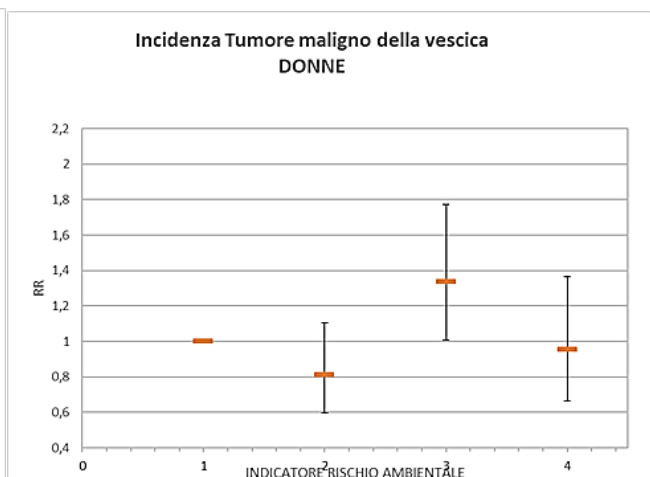
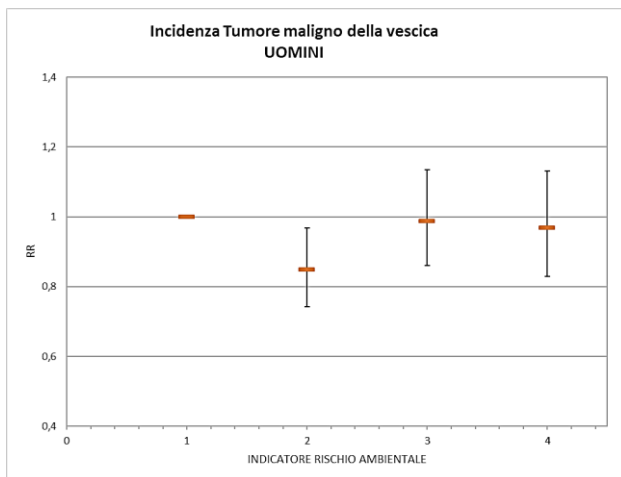
TABELLA 18. Andamento dei rischi nelle classi di IRC tra i casi incidenti di tumore del testicolo, periodo 2010-2012.



IRC	Uomini	
	Casi	RR (IC 90%)
Classe 1	26	1
Classe 2	31	1.56 (1.01-2.42)
Classe 3	23	1.51 (0.94-2.42)
Classe 4	15	1.36 (0.80-2.31)

IRC: Indicatore di Rischio da Rifiuti Comunale; RR: Rischio Relativo; IC: Intervallo di Confidenza

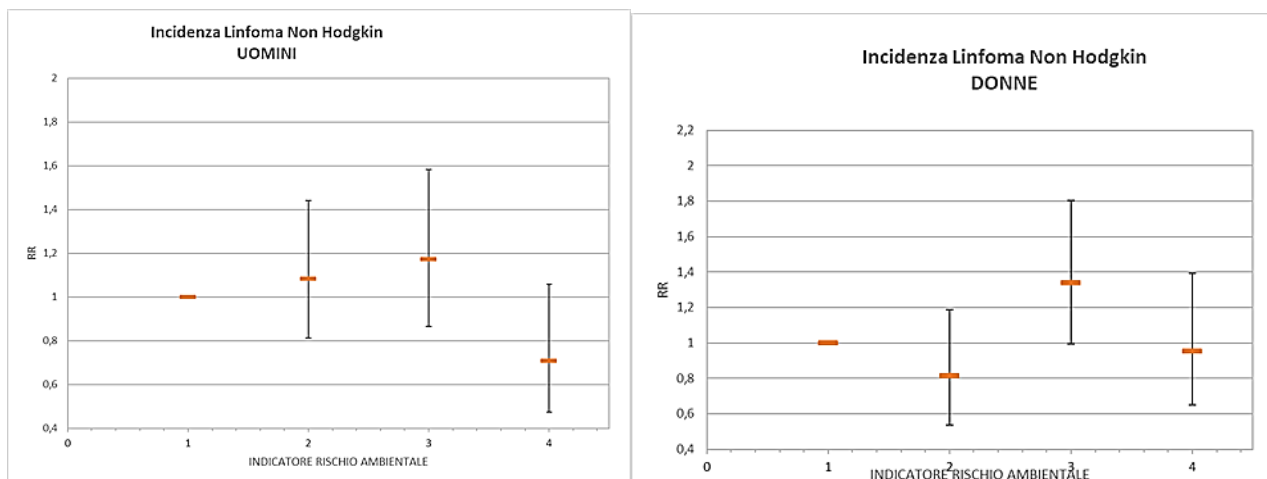
TABELLA 19. Andamento dei rischi nelle classi di IRC tra i casi incidenti di tumore della vescica, periodo 2010-2012.



IRC	Uomini		Donne	
	Casi	RR (IC 90%)	Casi	RR (IC 90%)
Classe 1	401	1	80	1
Classe 2	254	0.85 (0.74-0.97)	45	0.81 (0.60-1.10)
Classe 3	221	0.99 (0.86-1.13)	59	1.33 (1.01-1.77)
Classe 4	157	0.97 (0.83-1.13)	28	0.95 (0.66-1.37)

IRC: Indicatore di Rischio da Rifiuti Comunale; RR: Rischio Relativo; IC: Intervallo di Confidenza

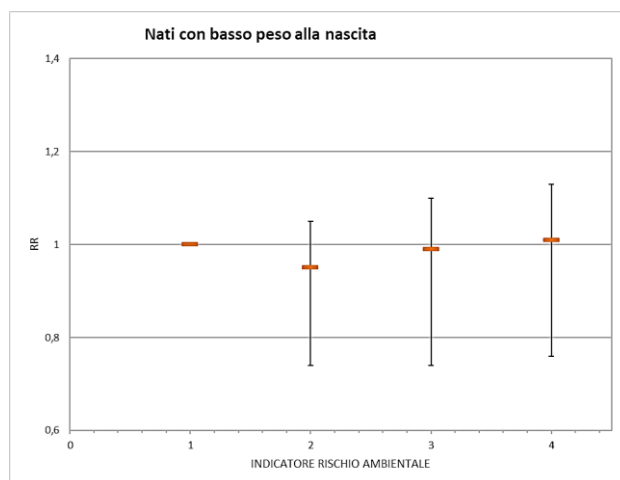
TABELLA 20. Andamento dei rischi nelle classi di IRC tra i casi incidenti di linfomi non Hodgkin, periodo 2010-2012.



IRC	Uomini		Donne	
	Casi	RR (IC 90%)	Casi	RR (IC 90%)
Classe 1	66	1	73	1
Classe 2	52	1.08 (0.81-1.44)	60	1.05 (0.77-1.41)
Classe 3	50	1.17 (0.87-1.58)	50	1.29 (0.95-1.76)
Classe 4	27	0.71 (0.47-1.06)	22	0.96 (0.67-1.41)

IRC: Indicatore di Rischio da Rifiuti Comunale; RR: Rischio Relativo; IC: Intervallo di Confidenza

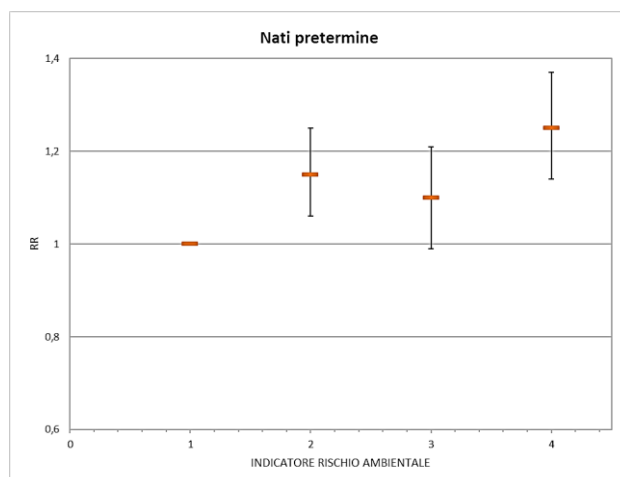
TABELLA 21. andamento dei rischi di nascita con basso peso nelle classi di IRC, periodo 2013-2017.



IRC	n. nati sottopeso	Proporzione % nati sottopeso su nati totali	RR (IC 90%)
Classe 1	538	3.8	1
Classe 2	474	3.6	0.95 (0.85-1.06)
Classe 3	261	3.7	0.99 (0.88-1.13)
Classe 4	278	3.8	1.01 (0.89-1.14)

IRC: Indicatore di Rischio da Rifiuti Comunale; RR: Rischio Relativo; IC: Intervallo di Confidenza

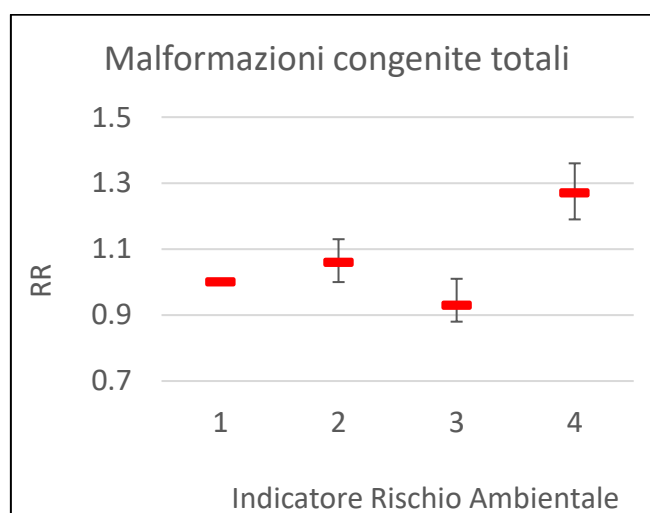
TABELLA 22. Andamento dei rischi di nascita pretermine nelle classi di IRC, periodo 2013-2017.



IRC	n. nati pretermine	Proporzione % nati pretermine su nati totali, esclusi con basso peso	RR (IC 90%)
Classe 1	885	5.8	1
Classe 2	944	6.6	1.15 (1.06-1.25)
Classe 3	473	6.4	1.1 (0.99-1.21)
Classe 4	568	7.2	1.25 (1.14-1.37)

IRC: Indicatore di Rischio da Rifiuti Comunale; RR: Rischio Relativo; IC: Intervallo di Confidenza

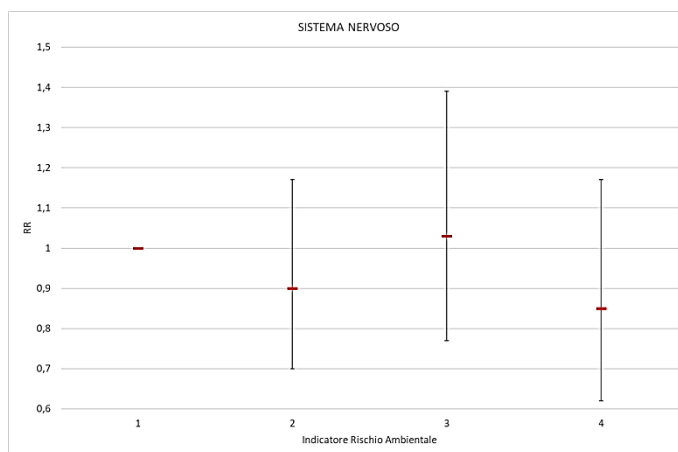
TABELLA 23. Andamento dei rischi di nascita con malformazioni congenite totali nelle classi di IRC, periodo 2004-2016.



IRC	n. Osservati	% osservati su nati totali	RR (IC 90%)
Classe 1	1609	3.16%	1
Classe 2	1555	3.74%	1.06 (1.00-1.13)
Classe 3	773	2.51%	0.93 (0.88-1.01)
Classe 4	1045	3.98%	1.27 (1.19-1.36)

IRC: Indicatore di Rischio da Rifiuti Comunale; RR: Rischio Relativo; IC: Intervallo di Confidenza

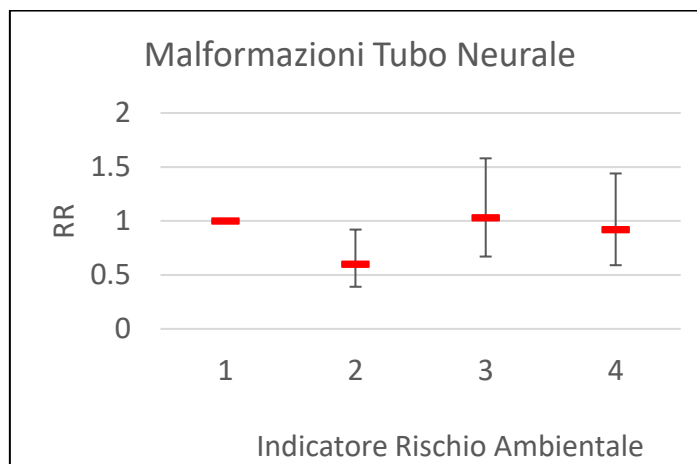
TABELLA 24. Andamento dei rischi di nascita con malformazioni congenite del sistema nervoso nelle classi di IRC, periodo 2004-2016.



IRC	n. osservati	% osservati su nati totali	RR (IC 90%)
Classe 1	91	50906	1
Classe 2	75	41612	0,9 (0,7-1,17)
Classe 3	48	30742	1,03 (0,77-1,39)
Classe 4	40	26239	0,85 (0,62-1,17)

IRC: Indicatore di Rischio da Rifiuti Comunale; RR: Rischio Relativo; IC: Intervallo di Confidenza

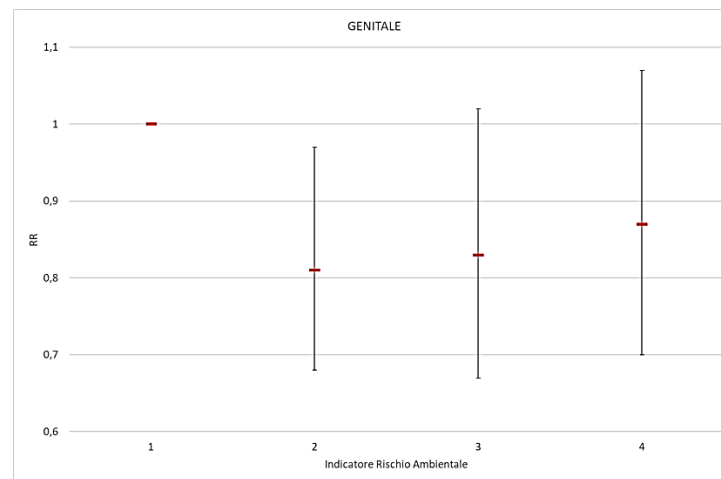
TABELLA 25. Andamento dei rischi di nascita con malformazioni congenite del tubo neurale nelle classi di IRC, periodo 2004-2016.



IRC	n. osservati	% osservati su nati totali	RR (IC 90%)
Classe 1	42	0.08%	1
Classe 2	23	0.06%	0.60 (0.39-0.92)
Classe 3	22	0.07%	1.03 (0.67-1.58)
Classe 4	20	0.08%	0.92 (0.59-1.44)

IRC: Indicatore di Rischio da Rifiuti Comunale; RR: Rischio Relativo; IC: Intervallo di Confidenza

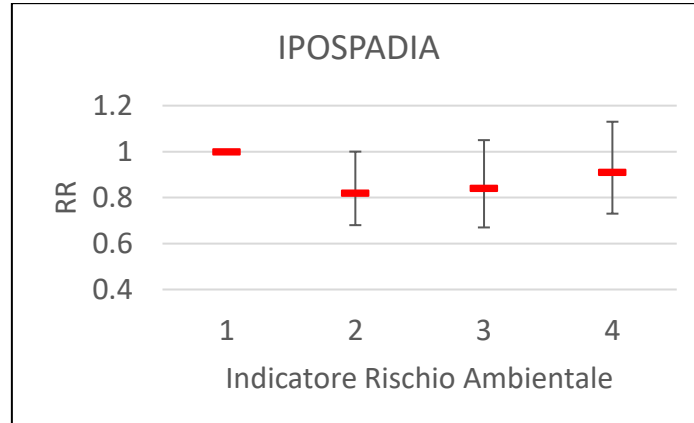
TABELLA 26. Andamento dei rischi di nascita con malformazioni congenite del sistema genitale nelle classi di IRC, periodo 2004-2016



IRC	n. osservati	% osservati su nati totali	RR (IC 90%)
Classe 1	199	50906	1
Classe 2	147	41612	0,81 (0,68-0,97)
Classe 3	84	30742	0,83 (0,67-1,02)
Classe 4	89	26239	0,87 (0,7-1,07)

IRC: Indicatore di Rischio da Rifiuti Comunale; RR: Rischio Relativo; IC: Intervallo di Confidenza

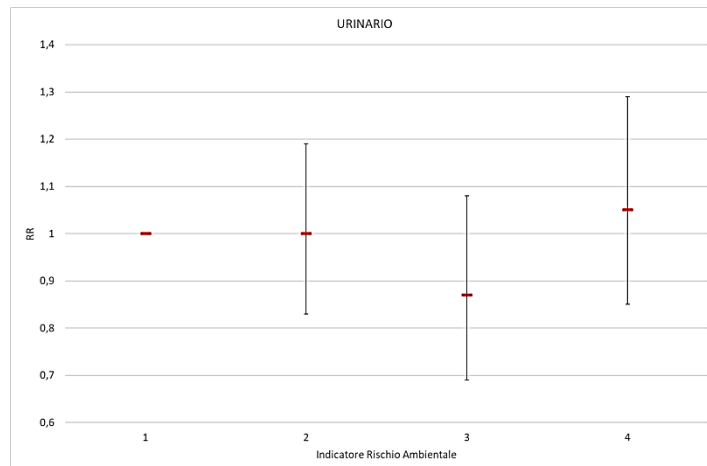
TABELLA 27. Andamento dei rischi di nascita con ipospadia nelle classi di IRC, periodo 2004-2016.



IRC	n. osservati	% osservati su nati totali	RR (IC 90%)
Classe 1	177	0.35%	1
Classe 2	133	0.32%	0.82 (0.68-1.00)
Classe 3	76	0.25%	0.84 (0.67-1.05)
Classe 4	83	0.32%	0.91 (0.73-1.13)

IRC: Indicatore di Rischio da Rifiuti Comunale; RR: Rischio Relativo; IC: Intervallo di Confidenza

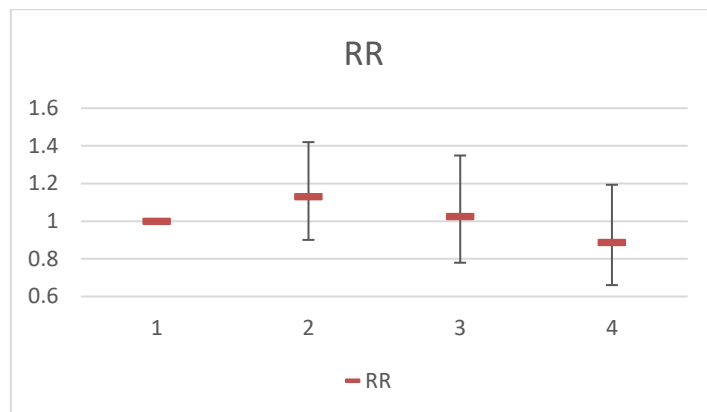
TABELLA 28. Andamento dei rischi di nascita con malformazioni congenite del sistema urinario nelle classi di IRC, periodo 2004-2016.



IRC	n. osservati	% osservati su nati totali	RR (IC 90%)
Classe 1	181	50906	1
Classe 2	164	41612	1 (0,83-1,19)
Classe 3	80	30742	0,87 (0,69-1,08)
Classe 4	98	26239	1,05 (0,85-1,29)

IRC: Indicatore di Rischio da Rifiuti Comunale; RR: Rischio Relativo; IC: Intervallo di Confidenza

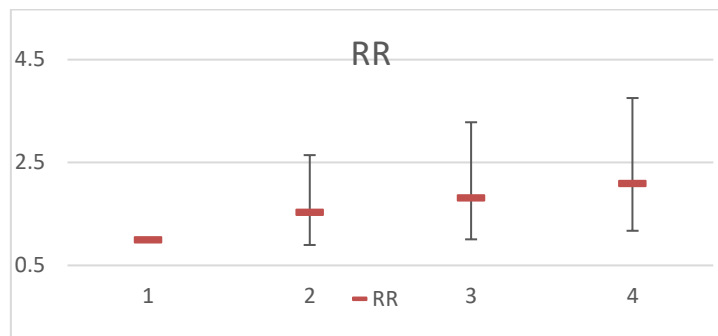
TABELLA 29. Popolazione 0-19 anni. Andamento dei rischi di incidenza di tutti i tumori, nelle classi di IRC, periodo 2004-2016.



IRC	Casi	RR (IC 90%)
Classe 1	104	1
Classe 2	105	1,13 (0,9-1,42)
Classe 3	55	1,02 (0,78-1,35)
Classe 4	44	0,89 (0,66-1,19)

IRC: Indicatore di Rischio da Rifiuti Comunale; RR: Rischio Relativo; IC: Intervallo di Confidenza

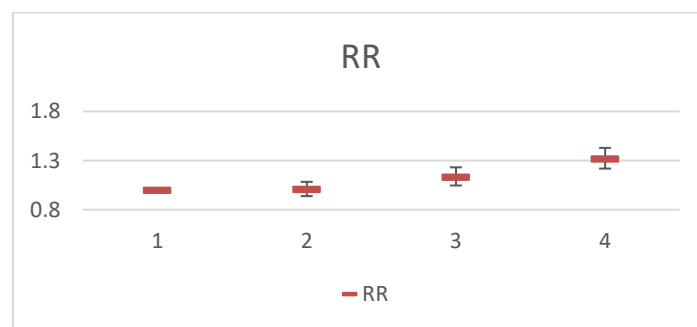
TABELLA 30. Popolazione 0-19 anni. Andamento dei rischi di incidenza di leucemie, nelle classi di IRC, periodo 2004-2016.



IRC	Casi	RR (IC 90%)
Classe 1	16	1
Classe 2	22	1,54 (0,90-2,64)
Classe 3	15	1,82 (1,00-3,28)
Classe 4	16	2,10 (1,17-3,75)

IRC: Indicatore di Rischio da Rifiuti Comunale; RR: Rischio Relativo; IC: Intervallo di Confidenza

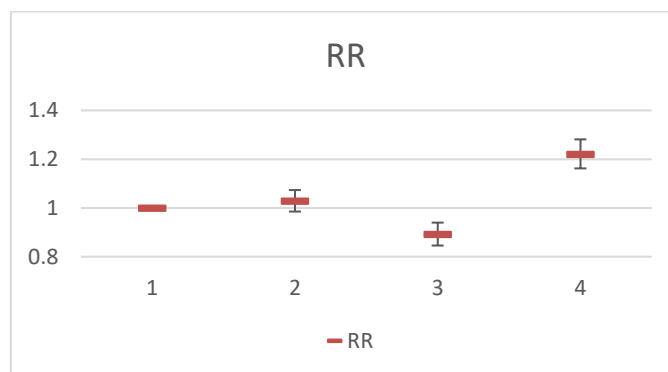
TABELLA 31. Popolazione 0-19 anni. Andamento dei rischi di ricoveri per asma, nelle classi di IRC, periodo 2004-2016.



IRC	Casi	RR (IC 90%)
Classe 1	1105	1
Classe 2	995	1,01 (0,94-1,08)
Classe 3	647	1,13 (1,05-1,23)
Classe 4	695	1,32 (1,22-1,43)

IRC: Indicatore di Rischio da Rifiuti Comunale; RR: Rischio Relativo; IC: Intervallo di Confidenza

TABELLA 32. Popolazione 0-19 anni. Andamento dei rischi di ricoveri per malattie respiratorie acute, nelle classi di IRC, periodo 2004-2016.



IRC	Casi	RR (IC 90%)
Classe 1	3090	1
Classe 2	2837	1,03 (0,98-1,07)
Classe 3	1421	0,89 (0,85-0,94)
Classe 4	1797	1,22 (1,16-1,28)

IRC: Indicatore di Rischio da Rifiuti Comunale; RR: Rischio Relativo; IC: Intervallo di Confidenza

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il presente Rapporto illustra la metodologia e i risultati dello studio sull'impatto sanitario degli smaltimenti controllati e abusivi di rifiuti, compresi quelli pericolosi, e delle combustioni incontrollate di rifiuti, svolto dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS) su mandato della Procura della Repubblica di Napoli Nord, nell'ambito dell'accordo di collaborazione siglato tra le due Istituzioni il 23 giugno 2016. Il Rapporto presentato il 28 giugno 2019 dei dati preliminari ne è parte integrante. Questo lavoro è stato possibile grazie alla collaborazione dei colleghi dei Registri Tumori di popolazione di Caserta e Napoli Nord, del Registro Tumori infantili e del Registro Malformazioni Congenite della Regione Campania, i registri regionali di patologia di riferimento per il territorio indagato, accreditati al momento dell'avvio dello studio, e dei colleghi dell'Associazione Italiana dei Registri Tumori (AIRTUM). Per lo svolgimento delle attività tutte le istituzioni coinvolte si sono avvalse delle proprie risorse umane ed economiche, senza far ricorso ad alcun finanziamento *ad hoc*.

Alcune premesse sono necessarie, prima di illustrare i principali risultati.

L'indagine è stata svolta per rispondere al quesito posto dalla Procura: costruire una mappa interrogabile dei siti di smaltimento dei rifiuti presenti sul territorio ed evidenziare le aree nelle quali le attività illegali/non controllate di smaltimento di rifiuti possono aver avuto, oppure hanno tuttora, un impatto sulla salute delle popolazioni che vi risiedono. Il disegno dello studio è stato messo a punto in base ai dati disponibili al momento dell'avvio dell'indagine e facendo riferimento alla letteratura scientifica accreditata (articoli pubblicati su riviste "peer-reviewed") del settore.

L'approccio utilizzato è stato, quindi, di tipo ecologico a livello comunale. Come descritto nel Capitolo "Materiali e metodi", le analisi per aree geografiche forniscono un quadro dello stato di salute a livello di popolazione e un'indicazione dei possibili fattori di rischio che agiscono su di esso.

I risultati qui presentati, quindi, non possono essere trasferiti a livello individuale, cioè ai singoli soggetti residenti nelle aree in esame, ma forniscono utili informazioni per l'implementazione di interventi di sanità pubblica a livello di comunità (Pearce, 1996).

Inoltre, in relazione al disegno adottato, si fa presente che negli studi di epidemiologia geografica basati su dati aggregati (in questo caso a livello comunale), l'imprecisione nell'attribuzione dei livelli di esposizione ai singoli soggetti, indipendentemente dal loro essere malati o meno, la cosiddetta misclassificazione casuale (non differenziale) dell'esposizione, può determinare una sottostima del rischio (Grandjean *et al.*, 2004). La questione è stata trattata in testi di epidemiologia occupazionale ed ambientale ai quali si rinvia per una trattazione più accurata (Savitz, 2003, Checkoway *et al.*, 2004). A questo proposito, più recentemente, Jorek *et al.*, (2008) hanno raccomandato, nei casi concreti nei quali i dati disponibili lo permettono, l'utilizzo di analisi di sensibilità per valutare sussistenza ed entità di questa sottostima. Anche nel presente contesto, nel quale si può ragionevolmente assumere l'assenza di una misclassificazione differenziale dell'esposizione a rifiuti, si ritiene importante tenere aperta la prospettiva di approfondimenti di carattere epidemiologico su questo tema.

Al fine di identificare i comuni maggiormente esposti ai contaminanti emessi/rilasciati dai siti di smaltimento dei rifiuti è stato costruito un Indicatore *ad hoc* (Indicatore di rischio da rifiuti comunale: IRC), i cui metodi e risultati sono stati pubblicati su una rivista scientifica peer-reviewed (Fazzo *et al.*, 2020). L'indicatore non include altri possibili fattori di rischio, quali ad esempio esposizioni ambientali determinate da altri sorgenti di contaminazione presenti sul territorio, stili di vita (come fumo e dieta), lo stato socio-economico e la qualità dell'accesso alle cure. Aver focalizzato le analisi a specifiche patologie che riconoscono tra i fattori di rischio l'esposizione ai rifiuti e/o a contaminanti da essi rilasciati, le cosiddette patologie *a priori*, rende più confidenti nel possibile ruolo causale o concausale delle esposizioni in studio: tale approccio, utilizzato anche nel Progetto Sentieri, viene indicato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità come un approccio idoneo in studi di questo tipo (WHO, 2013). Inoltre, il territorio indagato può ritenersi abbastanza omogeneo, in termini di accesso alle cure e di stato socio-economico delle popolazioni, per cui si può ragionevolmente ritenere che i risultati delle analisi di regressione per classi di comuni di IRC, condotte all'interno dell'area in studio, siano al netto di questi fattori.

La disponibilità di informazioni sulla contaminazione delle matrici ambientali e sulla tipologia dei rifiuti presenti sul territorio è risultata, dalla ricognizione svolta presso gli enti competenti

all'avvio della presente indagine, molto disomogenea e con una disponibilità di dati analitici della contaminazione ambientale e/o della caratterizzazione dei siti molto esigua. Tali limiti accomunano molte di queste aree, per il carattere non controllato o illegale delle attività che vi si svolgono, sia in Italia sia in altri Paesi. Per questi motivi l'indicatore utilizzato è stato sviluppato sulla base di una serie di assunzioni sviluppate da esperti del settore, i cui criteri sono stati descritti e pubblicati al fine di una loro riproducibilità (Fazzo *et al.*, 2020). Anche riguardo la scala temporale, si fa presente che la presente analisi ha considerato tutti quei siti rilevati nel periodo dal 2008 al 2017. Attività illecite di smaltimento di rifiuti, anche pericolosi, in queste aree fin dalla metà degli anni '80 da parte della criminalità organizzata sono documentate negli atti della Commissione Parlamentare di inchiesta sulle attività illegali legate al ciclo dei rifiuti (<https://www.senato.it/service/PDF/PDFServer/BGT/698083.pdf>) e, al momento dell'avvio dell'indagine, molti di questi siti non erano stati bonificati (Fazzo *et al.*, 2020). Si fa comunque presente che molte delle patologie indagate, come quelle oncologiche, hanno lunghi periodi di latenza, e i contaminanti, come i metalli pesanti, se non bonificati, possono perdurare nelle matrici lungamente. Per quanto riguarda le malattie tumorali va comunque registrato un limite nella copertura temporale dei dati sull'incidenza che, in particolare nel caso dei comuni della provincia di Caserta copre solo due anni, dal 2010 al 2012; anche l'analisi di regressione sull'incidenza di specifiche malattie tumorali, quindi, è stata possibile solo per questi due anni (periodo di copertura per tutti i comuni dell'area), inficiando quindi la precisione delle stime.

Fatte queste premesse e definiti i limiti, si ritiene che i risultati della presente indagine presentino importanti punti di forza che permettono di fornire utili indicazioni per le finalità del presente Accordo.

Uno dei punti di forza è rappresentato dal fatto che le valutazioni delle stime di rischio ambientale, determinato dalla presenza di siti di rifiuti, sono state condotte in maniera assolutamente indipendente e preliminarmente alle analisi dei dati sanitari. Ciò ha consentito di escludere la possibilità che la classificazione dei comuni da un punto di vista del rischio ambientale da rifiuti sia stata guidata *post hoc* da una lettura dei dati epidemiologici.

L'utilizzo dell'ambiente GIS ha consentito la creazione di un geodatabase dei siti di rifiuti presenti sul territorio e delle relative informazioni ambientali e di caratterizzazione dei rifiuti. Sono stati messi in relazione dati finora frastagliati presso diversi Enti e in banche-dati diverse, in base alle norme dalle quali discendono. Tale geodatabase rappresenta uno dei prodotti delle attività svolte e fornisce un inquadramento attuale della presenza di siti sul territorio e potrà essere aggiornato ed arricchito da eventuali ulteriori variabili.

La mappa dei comuni per classi di IRC rappresenta i comuni nei quali la presenza di siti di smaltimento di rifiuti costituisce un maggior rischio per la salute delle popolazioni. La classificazione è relativa ai comuni all'interno dell'area, per cui anche quelli della classe più bassa sono comunque impattati da siti di rifiuti.

Per un inquadramento dello stato sanitario delle popolazioni residenti nell'area, sono state svolte analisi a livello comunale dei diversi esiti sanitari disponibili, per le patologie di interesse. Come riportato in "Materiali e metodi" sono state indagate le patologie associabili ai siti di smaltimento dei rifiuti e a singoli contaminanti presenti nei siti in studio. Di queste patologie, grazie alla collaborazione di ISS con gli accreditati Registri regionali di patologia, è stato possibile studiare i diversi esiti: la mortalità e i ricoveri ospedalieri (dati Istat del Servizio di Statistica di ISS), l'incidenza oncologica (Registri Tumori locali e AIRTUM), la prevalenza di malformazioni congenite (dati Registro campano Malformazioni Congenite) e nati pretermine e con basso peso (Certificati di Assistenza al Parto, CeDAP, del Ministero della Salute). Nella scheda di ciascun comune (Allegato 1) vengono riportati i dettagli "ambientali da rifiuti" e "sanitari". Tali informazioni forniscono un quadro specifico per comune ed evidenziano eventuali emergenze su cui intervenire sia in termini di risanamento ambientale che di interventi sanitari (Prevenzione-diagnosi- trattamento-assistenza).

Per ogni comune, è stato sviluppato un Indicatore sinottico di Esito Sanitario (IES) e relativa categorizzazione. Tale indicatore evidenzia i comuni con un maggior numero di patologie in eccesso, rispetto alle popolazioni di riferimento e, quindi, con un maggior rischio sanitario complessivo. La categorizzazione è una relazione interna ai comuni dell'area, per cui anche i comuni con valore IES inferiore (categoria A), presentano eccessi per specifiche patologie, per i cui dettagli si rimanda alle singole schede dei comuni.

Come passaggio successivo, al fine di evidenziare, laddove presente, una correlazione tra l'esposizione ai rifiuti e lo stato di salute, sono state eseguite analisi di regressione del rischio di specifiche patologie sui valori dell'IRC. I risultati evidenziano se le popolazioni che vivono nei comuni con un maggiore rischio di esposizione a rifiuti (valore IRC più elevato), presentano in media un rischio di malattia maggiore rispetto ai comuni meno esposti. Nella lettura di questi dati si deve tener presente che, anche se le analisi sono state eseguite su patologie *a priori* associabili a rifiuti, queste ultime sono malattie multifattoriali, per cui probabilmente i rifiuti hanno causato oppure hanno concorso in maniera con-causale alla loro insorgenza.

Fatte tali premesse, qui di seguito i risultati principali, rimandando alle singole schede per il quadro relativo ai singoli comuni.

- 1) Il territorio dei 38 comuni del Circondario della Procura della Repubblica di Napoli Nord, con una superficie totale di 426 km², è interessato dalla presenza di 2.767 siti di smaltimento

controllato o abusivo di rifiuti, anche pericolosi, in 653 dei quali risultano anche avere avuto luogo combustioni illegali. Si tratta palesemente di una elevatissima densità di sorgenti di emissioni e rilasci di composti chimici pericolosi per la salute umana, e questo motiva l'esigenza di interventi di bonifica ambientale e di un piano di sorveglianza epidemiologica della popolazione residente.

Il primo obiettivo dell'indagine è stata la rilevazione sistematica dei siti in oggetto ed una loro categorizzazione in termini di rischio per la salute della popolazione residente, coerentemente con le indicazioni fornite dalla Regione Europea dell'Organizzazione Mondiale della Sanità nella Conferenza Ministeriale Ambiente e Salute tenutasi a Ostrava (Repubblica Ceca) il 13-15 giugno 2017. A questo fine, ad ogni sito è stato assegnato un indice di pericolosità che tiene conto della natura dei rifiuti, delle caratteristiche dell'area, dell'entità del materiale conferito e delle modalità di potenziale contaminazione di aria, suolo e acqua di falda e di superficie. I siti in esame sono quindi stati mappati sul territorio del Circondario della Procura di Napoli Nord, e per ognuno dei 38 comuni è stata stimata la percentuale di popolazione che risiede nell' "area di impatto" di raggio di 100 metri intorno ad ogni sito. Il modello utilizzato tiene conto del fatto che le aree di impatto dei diversi siti possano sovrapporsi. Da questa base di dati è stato, infine, calcolato per ogni comune un indicatore di rischio di esposizione a rifiuti, che tiene conto della pericolosità dei siti presenti nel territorio comunale e della percentuale di popolazione che risiede nelle loro rispettive aree di impatto. In base al valore di questo indicatore, i comuni sono stati divisi in quattro classi di valore crescente: i comuni della Classe 1 sono quelli con un minor rischio di esposizione a rifiuti e quelli appartenenti alla Classe 4 sono quelli nei quali la popolazione esperisce un maggior rischio sanitario per la presenza di siti di smaltimento di rifiuti (Fazzo *et al.*, 2020).

- 2) Nei comuni dell'area in esame, si è stimato che 354.845 abitanti, pari al 37% della popolazione, risiedono entro 100 metri da almeno un sito, ma spesso a più di uno, e questo determina una molteplicità di fonti di esposizione pericolose.
- 3) L'indicatore di rischio da rifiuti comunale (IRC) ha identificato i comuni all'interno dell'area nei quali la popolazione esperisce un maggior rischio sanitario determinato dalla presenza di rifiuti. In tali comuni si ritiene siano prioritari interventi di bonifica ambientale e l'implementazione di specifici interventi di sanità pubblica.
- 4) Considerando gli indicatori di salute, nell'area in esame, e nella maggior parte dei singoli comuni, si osservano in entrambi i generi eccessi di mortalità (periodo 2008-2015) e di incidenza (2008-2012) per tutti i tumori, prendendo come popolazione di riferimento,

rispettivamente, la popolazione residente nella Regione Campania (i dati della mortalità e dell'ospedalizzazione per causa sono disponibili per tutti i comuni italiani) e la popolazione residente nelle aree dell'Italia Meridionale servite da Registri Tumori accreditati dall'Associazione Italiana Registri Tumori, AIRTUM. Quest'ultima è stata utilizzata come popolazione di riferimento nell'analisi delle patologie tumorali, in quanto all'avvio dell'indagine non si disponeva di una copertura esaustiva del territorio regionale da parte dei Registri stessi, e quindi non è stato possibile stimare i casi "attesi" su base regionale.

- 5) Fra i tumori per i quali esiste nella letteratura scientifica una evidenza di associazione con l'esposizione a siti di smaltimento incontrollato di rifiuti pericolosi definibile almeno come "limitata" (Fazzo *et al.*, 2017) nell'intera area si osservano eccessi statisticamente significativi di mortalità per i tumori del fegato e della vescica in entrambi i generi, e per i tumori della mammella nelle donne. Eccessi significativi di incidenza si osservano inoltre in entrambi i generi per i tumori di fegato e vescica, nella popolazione maschile per i tumori della mammella e nella popolazione femminile per i linfomi non Hodgkin. Eccessi significativi di mortalità e incidenza si osservano in entrambi i generi per il tumore del polmone, e questi ultimi vanno segnalati anche in relazione alla presenza di siti di combustione incontrollata di rifiuti, al riscontro della circolazione nel territorio di sostanze volatili emesse da diverse sorgenti e delle elevate concentrazioni aerodisperse di idrocarburi policiclici aromatici (IPA) misurate in alcuni contesti. Gli eccessi riscontrati nella presente indagine sono sovrapponibili a quanto riportato in indagini precedenti nell'area della Campania in relazione alla presenza di rifiuti pericolosi (Martuzzi *et al.*, 2009) e compatibili con quanto emerso nei più recenti studi di biomonitoraggio.
- 6) Per quanto riguarda l'incidenza di malattie oncologiche nella fascia di età pediatrica-adolescenziale, oggetto di particolare attenzione da parte della popolazione, si segnala che nell'intera area complessivamente non si sono registrati eccessi per nessuna delle sedi neoplastiche indagate, rispetto alla media regionale. Si osserva un deficit significativo di incidenza per tutti i tumori in età 0-19 anni. Anche le analisi di mortalità e ricoveri ospedalieri in questa fascia di età nell'area complessiva non hanno fatto registrare eccessi significativi, tranne che per la mortalità per i tumori del tessuto linfoematopoietico nella fascia di età 0-14 anni. Singoli comuni presentano eccessi di singole patologie, che meritano specifiche attenzioni ed approfondimenti.
- 7) L'indicatore sinottico di esito sanitario (IES) ha evidenziato i comuni all'interno dell'area in studio che presentano un maggior numero di eccessi di patologie, rispetto alle popolazioni di

riferimento. Avendo dato un peso maggiore agli eccessi che possono essere stati determinati da esposizioni ambientali e a rifiuti, tali fattori possono aver giocato un ruolo nel determinarli. Alcuni comuni, come Giugliano in Campania e Casoria, presentano un elevato indicatore di esito sanitario (IES) e di rischio da rifiuti (IRC). Essendo IES un indicatore sinottico multi-esito, che considera patologie con caratteristiche eziopatogenetiche differenti (età, latenza, fattori di rischio), diverse possono essere le concause che agiscono nel determinare il valore stesso dell'IES. Per valutare il ruolo specifico dell'esposizione a rifiuti sullo stato di salute delle popolazioni è stata eseguita l'analisi di correlazione tra IRC e specifiche patologie, i cui risultati vengono di seguito illustrati. Nei comuni con un elevato valore di IES si raccomandano ulteriori approfondimenti per la valutazione delle possibili cause e l'implementazione di interventi di sanità pubblica.

8) Dalle analisi di correlazione interne all'area indagata tra l'indicatore di rischio da rifiuti (IRC) e specifici esiti sanitari è emerso un maggior rischio per alcune patologie nei comuni maggiormente impattati da siti di rifiuti (IRC più elevato). Questo risultato evidenzia un possibile ruolo causale e/o concausale dei siti di rifiuti nell'insorgenza di queste malattie. In particolare:

- La mortalità per tumore della mammella è significativamente maggiore nei comuni inclusi nella terza e quarta classe dell'indicatore di esposizione a rifiuti (livello di rischio da rifiuti maggiore) rispetto ai comuni della prima classe. Questa osservazione può essere commentata alla luce di diversi studi, che hanno portato alla definizione dell'associazione di questa patologia con i siti di smaltimento di rifiuti definita come "limitata" (Fazzo *et al.*, 2017). L'analisi dei dati di incidenza del tumore della mammella prodotta dai Registri Tumori mostra anch'essa un eccesso di casi nella terza e quarta classe dell'indicatore di esposizione.
- L'ospedalizzazione per asma nella popolazione generale è significativamente più elevata nella terza e quarta classe dell'indicatore comunale di esposizione a rifiuti. Anche questa associazione era stata evidenziata nella revisione della letteratura precedentemente citata.
- La prevalenza dei nati pretermine è significativamente più elevata nei comuni della seconda, terza e quarta classe dell'indicatore, rispetto alla prima. Questa osservazione può essere commentata alla luce dei diversi studi che hanno evidenziato un eccesso del numero di nati pretermine tra i residenti in prossimità di discariche abusive con emissioni volatili (Fazzo *et al.*, 2020) e dello studio Monitor relativo agli inceneritori dell'Emilia-Romagna (Candela *et al.*, 2013).

- La prevalenza di Malformazioni Congenite (MC), nel loro complesso, è significativamente più elevata nei comuni della Classe 4 dell'indicatore IRC (più impattati da rifiuti), rispetto alla prima. Nei comuni della classe 4 di IRC è maggiore anche la prevalenza delle MC dell'apparato urinario.
 - Nella popolazione della classe di età tra 0 e 19 anni, l'incidenza di leucemie aumenta significativamente passando dai comuni della Classe 1 alle classi successive di IRC, dei comuni maggiormente impattati dai rifiuti, con l'incidenza maggiore nei comuni della Classe 4 di IRC (il più alto valore di indicatore di rischio da rifiuti). Stesso andamento si osserva nei ricoveri per asma nella popolazione della medesima classe di età 0-19 anni.
 - Gli eccessi riscontrati nell'analisi di regressione nei comuni della classe con un maggiore valore di IRC (rischio da rifiuti maggiore), rispetto ai comuni con un IRC più basso, in particolare dei nati pretermine, della prevalenza di nati con malformazioni congenite, dei ricoveri per asma e dell'incidenza delle leucemie nella sotto-popolazione di 0-19 anni, vanno particolarmente attenzionati, sia perché interessano una sotto-popolazione fragile, sia perché indicatori di esposizioni a breve latenza.
 - Per quanto riguarda le altre patologie, l'analisi statistica sulla relazione con l'indicatore di impatto da rifiuti non ha dato segnali di rilievo. Diversi fattori possono avere contribuito a questo risultato, in particolare una bassa potenza statistica dovuta al basso numero di casi in esame (per la rarità della patologia e/o la brevità del periodo di osservazione), ovvero per l'assenza di un adeguato gradiente dei valori dell'indicatore comunale di esposizione a rifiuti. Si noti infatti che anche i comuni della prima classe, utilizzati come popolazione di riferimento, mostrano comunque la presenza di siti di smaltimento di rifiuti incontrollato. I valori dell'indicatore peraltro non mostrano un'importante dispersione. Quindi la possibile interpretazione è che quest'area, nel suo complesso, rappresenti la componente del territorio campano maggiormente contaminata da combustioni e smaltimenti incontrollati. Disponendo di analoghi dati di qualità ambientale e di indicatori sanitari relativi ai comuni della parte settentrionale della Provincia di Caserta e della parte meridionale della Provincia di Napoli (escluso il territorio dei due capoluoghi), si potrebbe avere una stima più accurata dell'impatto sanitario dei rifiuti impropriamente smaltiti nel Circondario di Napoli Nord.
- 9) I risultati della presente indagine sono in linea con quanto emerso da indagini epidemiologiche precedenti svolte nell'area delle province di Napoli e Caserta interessate da siti di smaltimento non controllato di rifiuti pericolosi e compatibili con quanto riportato negli studi di

biomonitoraggio su menzionati, e i risultati di uno studio pilota pubblicato più recentemente (Forte *et al.*, 2020).

- 10) Il lavoro svolto di raccolta ed analisi di tutti i dati ambientali disponibili per il territorio in esame, nonostante i limiti su menzionati, ha permesso di caratterizzare il territorio di ciascuno dei 38 comuni in termini di impatto ambientale dovuto alla presenza di siti di smaltimento controllato e/o incontrollato di rifiuti, evidenziando le aree comunali maggiormente “impattate”. Accanto a questo, la raccolta e l’analisi dei dati sanitari delle diverse fonti informative disponibili ha permesso di fornire un quadro dello stato di salute, evidenziando le situazioni che meritano specifiche attenzioni. Alcuni comuni, infatti, presentano eccessi di specifiche patologie in termini di mortalità, ospedalizzazione, incidenza dei tumori, prevalenza di malformazioni congenite e di nati pretermine o con basso peso. Per alcune patologie è stata evidenziata una correlazione con il rischio di esposizione a rifiuti.
- 11) I risultati dell’indagine, resa possibile dalla collaborazione con gli enti e le istituzioni regionali, seppure non conclusivi, evidenziano l’urgenza di specifici interventi: bloccare qualsiasi attività illecita e non controllata di smaltimento di rifiuti, bonificare i siti con rifiuti e le aree limitrofe che possono essere state interessate dai contaminanti rilasciati da questi siti; incentivare un ciclo virtuoso della gestione dei rifiuti, attualmente già attivo in alcune aree della Regione Campania; attivare un piano di sorveglianza epidemiologica permanente delle popolazioni; implementare interventi di sanità pubblica in termini di prevenzione-diagnosi-terapia ed assistenza. Tali attività dovranno essere oggetto, fin dalla loro ideazione, di un piano di comunicazione e condivisione con le popolazioni locali, le associazioni presenti sul territorio, le istituzioni e i governi locali.
- 12) Alla luce di quanto esposto, si propone di estendere il presente studio a tutti i comuni delle Province di Napoli e Caserta (con l’esclusione dei due capoluoghi, le cui caratteristiche demografiche non sarebbero compatibili con il disegno di studio qui adottato), in modo da disporre di un’adeguata proporzione di comuni privi di siti di abbandono incontrollato e di combustioni, che rappresenterebbero il riferimento interno dell’analisi verso cui effettuare gli opportuni confronti. L’Istituto Superiore di Sanità dà la propria disponibilità ad estendere il lavoro in questa direzione, confermando il quadro della collaborazione con i Registri Tumori e il Registro Malformazioni della Campania.

5. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

AIRTUM. I tumori in Italia - Rapporto 2012 - I tumori dei bambini e degli adolescenti. *Epidemiol Prev* 2013;37(1) Suppl 1: 1-296.

(<https://www.registri-tumori.it/cms/pubblicazioni/i-tumori-italia-rapporto-2012-i-tumori-dei-bambini-e-degli-adolescenti>)

AIRTUM. I tumori in Italia – Rapporto 2015 - I tumori rari in Italia. *Epidemiol Prev* 2016;40(1) Suppl.2:1-120.

(<https://www.registri-tumori.it/cms/pubblicazioni/i-tumori-italia-rapporto-2015-i-tumori-rari-italia>)

Altavista P, Belli S, Bianchi F, Binazzi A, Comba P, Del Giudice R, Fazzo L, Felli A, Mastrantonio M, Menegozzo M, Musmeci L, Pizzuti R, Savarese A, Trinca S, Uccelli R. Mortalità per causa in un'area della Campania con numerose discariche di rifiuti. *Epidemiol Prev* 2004;28:311-21.

Benedetti M, Fazzo L, Buzzoni C, Comba P, Magnani C, Fusco M. Incidence of soft tissue sarcomas in an Italian area affected by illegal waste dumping sites. *Arch Environ Occup Health*. 2015;70(3):154-9. doi: 10.1080/19338244.2013.845135.

Biggeri A, Lagazio C, Catelan D, Pirastu R, Casson F, Terracini B. Ambiente e salute nelle aree a rischio della Sardegna. *Epidemiol Prev* 2006;30(1) Suppl 1: 1-96.

Candela S, Ranzi A, Bonvicini L, Baldacchini F, Marzaroli P, Evangelista A, Luberto F, Carretta E, Angelini P, Sterrantino A.F, Broccoli S, Cordioli M, Ancona C, Forastiere F. Air pollution from incinerators and reproductive outcomes: a multisite study. *Epidemiology* 2013; 24 (6):863-70. doi: 10.1097/EDE.0b013e3182a712f1.

Checkoway H, Pearce N, Kriebel D. *Research methods in occupational epidemiology*. New York: oxford University Press, 2004.

Comba P, Bianchi F, Fazzo L, Martina L, Menegozzo M, Minichilli F, Mitis F, Musmeci L, Pizzuti R, Santoro M, Trinca S, Martuzzi M. Cancer mortality in an area of Campania (Italy) characterized by multiple toxic dumping sites. *Ann NY Acad Sci* 2006;1076:449-61. doi: 10.1196/annals.1371.067.

De Felice B, Nappi C, Zizolfi B, Guida M, Di Spezio Sardo, Bifulco G, Guida M. Telomere shortening in women resident close to waste landfill sites. *Gene* 2012;500(1):101-6. doi: 10.1016/j.gene.2012.03.040.

De Felip E, Bianchi F, Bove C, et al. Priority persistent contaminants in people dwelling in critical areas of Campania Region, Italy (SEBIOREC biomonitoring study). *Sci Total Environ* 2014;487:420-35. doi: 10.1016/j.scitotenv.2014.04.016.

Esposito M, Cavallo S, Serpe FP. Et al. Levels and cogener profiles of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans and dioxin-like polychlorinated biphenyls in cow's milk collected in Campania, Italy. *Chemosphere* 2009;77(9): 1212-16. doi: 10.1016/j.chemosphere.2009.09.011.

EUROCAT. *Guide 1.4 and Reference Documents*. 2013. EUROCAT Central Registry. University of Ulster Newtownabbey, Co Antrim Northern Ireland (<http://ambiente-salute.it/wp-content/uploads/EUROCAT-Guide-1.4-Full-Guide.pdf>)

- Fazzo L, Belli S, Minichilli F, et al. Cluster analysis of mortality and malformations in the provinces of Naples and Caserta (Campania Region). *Ann Ist Super Sanita* 2008;44(1):99-111
- Fazzo L, Minichilli F, Santoro M, Ceccarini A, Della Seta M, Bianchi F, Comba P, Martuzzi M. Hazardous waste and health impact: A systematic review of the scientific literature. *Environ Health* (2017);16(1):107. doi: 10.1186/s12940-017-0311-8.
- Fazzo L, De Santis M, Beccaloni E, Scaini F, Iavarone I, Comba P, Airoma D. A Geographic Information System-based indicator for waste risk to investigate the health impact of landfills and uncontrolled dumping sites. *Int J Env Res Public Health* 2020;17(16):5789. doi: 10.3390/ijerph17165789.
- Forte IM, Indovina P, Costa A, Iannuzzi CA, Costanzo L, Marfella A, Montagnaro S, Botti G, Bucci E, Giordano A. Blood screening for heavy metals and organic pollutants in cancer patients exposed to toxic waste in southern Italy: A pilot study. *J Cell Physiol* 2020;235(6):5213-5222. doi: 10.1002/jcp.29399.
- Giovannini A, Rivezzi G, Carideo P, Ceci R, Diletti G, Ippoliti C, Migliorati G, Piscitelli P, Ripani A, Salini R, Scortichini G. Dioxins levels in breast milk of women living in Caserta and Naples: assessment of environmental risk factors. *Chemosphere* 2014;94:76-84. doi: 10.1016/j.chemosphere.2013.09.017.
- Grandjean P, Budtz-Jørgensen E, Keiding N, Weihe P. Underestimation of risk due to exposure misclassification. *Int J Occup Med Env Health* 2004; 17(1):131-36.
- Jurek AM, Greenland S, Maldonado G. How far from non-differential does exposure or disease misclassification have to be to bias measures of association away from the null? *Int J Epidemiol* 2008; 37(2):382-85. doi: 10.1093/ije/dym291
- Martuzzi M, Mitis F, Bianchi F, Minichilli F, Comba P, Fazzo L. Cancer mortality and congenital anomalies in a region of Italy with intense environmental pressure due to waste. *Occup Environ Med* 2009;66(11):725-32. doi: 10.1136/oem.2008.044115.
- Ministero della Sanità. *ICD-10: Classificazione statistica internazionale delle malattie e dei problemi sanitari correlati: 10ª revisione*. 3 Volumi. Roma: Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato S.p.A. S.; 2001.
- Ministero del Lavoro, della Salute e delle Politiche Sociali. *Classificazione delle malattie, dei traumatismi, degli interventi chirurgici e delle procedure diagnostiche e terapeutiche*. Roma: Istituto poligrafico e Zecca dello Stato S.p.A. S.; 2008.
- Musmeci L, Bellino M, Cicero M.R, Falleni F, Piccardi A, Trinca S, 2010. The impact measure of solid waste management on health: the hazard index. *Ann Ist Super Sanita* 2010;46(3):293-298. doi: 10.4415/ANN_10_03_12.
- Musmeci L, Comba P, Fazzo L, Iavarone I, Salmaso S, Conti S, Manno V, Minelli G. *Mortalità, ospedalizzazione e incidenza tumorale nei Comuni della Terra dei Fuochi in Campania (relazione ai sensi della Legge 6/2014)*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2015. (Rapporti ISTISAN 15/27)

Pasetto R, Zengarini N, Caranci N, De Santis M, Minichilli F, Santoro M, Pirastu R, Comba P. Environmental Justice nel sistema di sorveglianza epidemiologica SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2017;41(2):134-139. doi: 10.19191/EP17.2.P134.033.

Pasetto R, Mattioli B, Marsili D. Environmental justice in industrially contaminated sites. A review of scientific evidence in the WHO European Region. *Int J Res Public Health* 2019;16(6):998. doi: 10.3390/ijerph16060998.

Pearce N. Traditional epidemiology, modern epidemiology and public health. *Am J Public Health* 1996;86:678-83.

Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P. SENTIERI- Studio Epidemiologico Nazionale Territori e Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;36 (5-6) Suppl.4:1-204

Pirastu R, Comba P, Conti S, Iavarone I, Fazzo L, Pasetto R, Zona A, Crocetti E, Ricci P. SENTIERI- Studio Epidemiologico Nazionale Territori e Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: mortalità, incidenza oncologica e ricoveri ospedalieri. *Epidemiol Prev* 2014;38(2). Suppl.1: 1-170.

Rivezzi G, Piscitelli P, Scortichini G, Giovannini A, Diletti G, Migliorati G, Ceci R, Rivezzi G, Cirasino L, Carideo P, Black DM, Garzillo C, Giani U. A general model of dioxin contamination in breast milk: results from a study on 94 women from the Caserta and Naples areas in Italy. *Int J Environ Res Public Health*. 2013;10(11):5953-70. doi: 10.3390/ijerph10115953.

Savitz DA. Interpreting epidemiologic evidence: strategies for study design and analysis. New York: Oxford University Press, 2003

World Health Organization (WHO). Regional Office for Europe. (2013). Contaminated sites and health: Report of two WHO workshops: Syracuse, Italy, 18 November 2011 & Catania, Italy, 21-22 June 2012. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/108623>

ELENCO DEI PRINCIPALI TERMINI USATI NEL RAPPORTO

AIRTUM: Associazione Italiana dei Registri Tumori

ARPAC: Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Regione Campania

ATSDR: Agenzia statunitense per le sostanze tossiche e i registri di malattie

CEDAP: Certificati di Assistenza al Parto

Feature: rappresentazione di un oggetto del mondo reale su una mappa, rappresentazione costituita sia da proprietà geometriche (tramite punti, linee, poligoni) sia da attributi descrittivi.

Geodatabase: banca dati geografica, costruita su piattaforma GIS

GIS: Sistema Geografico Informativo

IARC: Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro

IC: Intervallo di Confidenza

IES: Indicatore di Esito Sanitario comunale

IP: Indice di Pericolosità

IPA: Idrocarburi Policiclici Aromatici

IRC: Indicatore di rischio da rifiuti comunale

ISS: Istituto Superiore di Sanità

Istat: Istituto nazionale di Statistica

IZSM: Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Mezzogiorno

Layer: nei GIS le informazioni georeferenziate sono organizzate in strati informativi omogenei sia per tipologia tematica sia per tipologia geometrica. Esempi di layer diversi: strade, fiumi, unità amministrative, ortofoto, uso del suolo.

MC: Malformazioni Congenite

OMS: Organizzazione Mondiale della Sanità

PCB: Poli-cloro-bifenili

RP: Rapporto di Prevalenze

RR: Rischio Relativo

RT: Registro Tumori

SDO: Scheda di Dimissione Ospedaliera

SHR: Rapporto Standardizzato di Ospedalizzazione

SIR: Rapporto Standardizzato di Incidenza

SMR: Rapporto Standardizzato di Mortalità

TdF: Terra dei Fuochi

ALLEGATO 1

Nell'Allegato 1 sono riportati i seguenti documenti:

a) Scheda dell'intera area complessiva:

mortalità e ricoveri ospedalieri per causa e incidenza di patologie oncologiche, nella popolazione generale di tutte le età: SMR, SHR, SIR (Tabelle 1-3);

mortalità e ricoveri ospedalieri per causa e incidenza di patologie oncologiche, nella sottopopolazione di età pediatrica-adolescenziale, per fasce di età: primo anno di vita, 0-14 anni e 0-19 anni: SMR, SHR; SIR (Tabelle 4-6)

prevalenza nati pretermine e con basso peso alla nascita: RP (Tabella 7);

prevalenza di malformazioni congenite alla nascita: RP (Tabella 8);

patologie con evidenza *a priori* limitata di associazione con rifiuti: eccessi e difetti riscontrati nelle analisi dei diversi esiti sanitari (mortalità, ricoveri, incidenza, prevalenza) (Tabella 9);

patologie con evidenza *a priori* sufficiente di associazione con inquinamento atmosferico: eccessi e difetti riscontrati nelle analisi dei diversi esiti sanitari (mortalità, ricoveri, incidenza, prevalenza) (Tabella 10).

b) Schede comunali per ciascuno dei 38 comuni indagati:

mappa del comune, con caratteristiche anagrafiche della popolazione e Indicatore di rischio da rifiuti comunale (IRC);

mortalità e ricoveri ospedalieri per causa e incidenza di patologie oncologiche, nella popolazione generale di tutte le età: SMR, SHR, SIR (Tabelle 1-3);

mortalità e ricoveri ospedalieri per causa e incidenza di patologie oncologiche, nella sottopopolazione di età pediatrica-adolescenziale, per fasce di età: primo anno di vita, 0-14 anni e 0-19 anni: SMR, SHR, SIR (Tabelle 4-6);

prevalenza nati pretermine e con basso peso alla nascita: RP (Tabella 7);

prevalenza di malformazioni congenite alla nascita: RP (Tabella 8);

patologie con evidenza *a priori* limitata di associazione con rifiuti: eccessi e difetti riscontrati nelle analisi dei diversi esiti sanitari (mortalità, ricoveri, incidenza, prevalenza) (Tabella 9);

patologie con evidenza *a priori* sufficiente di associazione con inquinamento atmosferico: eccessi e difetti riscontrati nelle analisi dei diversi esiti sanitari (mortalità, ricoveri, incidenza, prevalenza) (Tabella 10).

ALLEGATO 2

Nel CD allegato al presente Rapporto sono riportati i seguenti documenti:

1. Dati ambientali

Nella cartella ArcGis sono contenuti il geodatabase dei siti considerati (TDFGeoDB.mdb) e quello utilizzato per il calcolo dell'IRC (IRComunale.mdb), entrambi in formato ESRI personal geodatabase. I relativi file mappa (formato mxd) consentono di visualizzare i layer utilizzando ArcMap 10.6 oppure ArcMap 10.0 (specifica _V10 nei filename). È necessaria una licenza ESRI ArcGis.

Nella cartella QGis sono contenuti gli shapefile generati dalle feature dei geodatabase (cartella shapefile) e i file mappa che consentono la visualizzazione dei progetti utilizzando QGIS.

QGIS è un sistema di informazione geografica libero e open source scaricabile dal sito <https://www.qgis.org/it/site/>

2. Esiti sanitari

I file contenuti nella cartella “Esiti sanitari” riportano i dati acquisiti dalle diverse fonti informative

3. Rapporto Finale, dicembre 2020

La cartella contiene il presente Rapporto finale e il relativo Allegato 1.