



ARPA PUGLIA
Agenzia regionale per la prevenzione
e la protezione dell'ambiente

Sede legale
Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P.IVA. 05830420724

Direzione Generale

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460151 Fax 080 5460150
E-mail: dg@arpa.puglia.it

Al Sig. **Assessore all'Ecologia**
Regione Puglia
Viale delle Magnolie, 6, 70026 Modugno (BA)
Fax: 0805408644
segreteria.ambiente@regione.puglia.it
servizio.ecologia@pec.rupar.puglia.it

e p.c.
Spett.le **ARES Puglia – Agenzia Regionale Sanitaria
della Puglia**
Via Gentile 52, 70126 Bari
dirgen.ares@pec.rupar.puglia.it

Spett.le **ASL Taranto**
S.C. Statistica e Epidemiologia
Dipartimento di Prevenzione
dipartprevenzione.asl.taranto@pec.rupar.puglia.it

Spett.le **ASL Brindisi**
protocollo.asl.brindisi@pec.rupar.puglia.it

**Oggetto: Trasmissione dei Rapporti di Valutazione del Danno Sanitario (VDS)
per le aree di Taranto e Brindisi ai sensi della L.R. 21/2012.**

Ai sensi dell'art. 6 – comma 1 - della Legge Regionale n. 21 del 24 Luglio 2012, si trasmettono in allegato, ai fini della presa d'atto da parte della Giunta Regionale, i Rapporti di Valutazione del Danno Sanitario (VDS) per le aree di Taranto e Brindisi, le cui conclusioni sono state riviste tenendo conto delle osservazioni pervenute dalle aziende interessate dalle due procedure di valutazione.

Distinti saluti.

IL DIRETTORE GENERALE
(Prof. Giorgio ASSENNATO)

Rapporto di Valutazione speditiva del Danno Sanitario nell'area di Brindisi

ai sensi della L.R. 21/2012

A cura di:
ARPA PUGLIA – ARoS – ASL BR

Dicembre 2014
Rev.01 Settembre 2015

INDICE

1. PREMESSA.....	3
1.1 BACKGROUND SANITARIO	6
2. ANALISI EMISSIVA DEL CONTESTO DI RIFERIMENTO	16
3. STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL CONTESTO DI RIFERIMENTO	22
4. VDS: PROCEDURE DI RISK ASSESSMENT	33
4.1 BASE CONCETTUALE	33
4.2 IDENTIFICAZIONE DEI PERICOLI.....	33
4.3 VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE	34
5. ATTIVITÀ EMISSIVE DEGLI STABILIMENTI ENEL "FEDERICO II" ED ENIPOWER.....	35
6. ATTIVITÀ EMISSIVE DEGLI ALTRI STABILIMENTI INCLUSI NELL'ALLEGATO C DEL R.R. N. 24 DEL 3/10/2012	36
7. MODELLISTICA	38
7.1 DOMINI DI SIMULAZIONE.....	39
7.2 METEOROLOGIA	41
7.2.1 ANALISI METEO-CLIMATICA DELL'AREA DI STUDIO	41
7.2.2 DATASET MINNI 2007 E CONFRONTO CON IL DATO OSSERVATO	45
7.3 EMISSIONI.....	49
7.3.1 ENEL ED ENIPOWER	51
7.3.2 VERSALIS (EX POLIMERI)	51
7.3.3 BASELL LYONDELL	53
7.3.4 SANOFI AVENTIS	56
7.3.5 SFIR	57
7.3.6 AGUSTA WESTLAND	59
7.3.7 DISCARICA COMUNALE RSU	61
7.3.8 DISCARICA FORMICA AMBIENTE.....	62
7.3.9 EMISSIONI TOTALI	64
7.4 SISTEMA MODELLISTICO	66
7.4.1 MODELLO METEOROLOGICO DIAGNOSTICO E MICRO-METEOROLOGICO	66
7.4.2 PRE-PROCESSORE DELLE EMISSIONI	67
7.4.3 MODELLO DI DISPERSIONE	68
7.5 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI.....	69
8. STIMA DEL RISCHIO SANITARIO.....	94
8.1 STIMA DEL RISCHIO CANCEROGENO PER VIA INALATORIA	94
8.1.1 SCELTA DEGLI UNIT RISK E DEGLI SLOPE FACTOR E VALUTAZIONE DOSE-RISPOSTA.....	94
8.2 CARATTERIZZAZIONE DEL RISCHIO CANCEROGENO PER ESPOSIZIONE INALATORIA.....	97
8.3 STIMA DEL RISCHIO NON CANCEROGENO PER VIA INALATORIA	103
9. VALUTAZIONE DELL'INCERTEZZA	109
9.1 INCERTEZZA NELLE STIME DELLE EMISSIONI.....	109
9.2 INCERTEZZA NELLE SIMULAZIONI MODELLISTICHE.....	110
9.3 INCERTEZZA NEI COEFFICIENTI DI TOSSICITÀ	111
10. VALUTAZIONE DEL QUADRO EPIDEMIOLOGICO ATTRAVERSO LE STIME PIÙ AGGIORNATE DISPONIBILI DI MORTALITÀ, OSPEDALIZZAZIONE E DI INCIDENZA DEI TUMORI.....	112
11. CONSIDERAZIONI FINALI	146
12. BIBLIOGRAFIA	148

1. Premessa

La Legge regionale 24 luglio 2012, N. 21 “*Norme a tutela della salute, dell'ambiente e del territorio sulle emissioni industriali inquinanti per le aree pugliesi già dichiarate a elevato rischio ambientale*”, che ha la finalità di prevenire ed evitare un pericolo grave, immediato o differito, per la salute degli esseri viventi per il territorio regionale, prevede l’effettuazione di una valutazione del danno sanitario (VDS) per stabilimenti industriali insistenti su aree ad elevato rischio di crisi ambientale e/o SIN della Regione Puglia soggetti ad AIA e che presentino il requisito aggiuntivo di essere fonti di idrocarburi policiclici aromatici, di produrre polveri o di scaricare reflui nei corpi idrici. Il campo di applicazione della suddetta legge si estende quindi alle aree di Brindisi e Taranto, già dichiarate “aree a elevato rischio di crisi ambientale” e oggetto dei piani di risanamento.

L’effettuazione della VDS dei suddetti impianti è posta in carico all’ARPA Puglia, alle ASL delle aree a rischio ambientale e all’AReS con il coordinamento di ARPA Puglia. I criteri metodologici sono stati stabiliti dal Regolamento attuativo, pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Puglia n. 145 del 05-10-2012.

Come schematizzato nel diagramma di flusso in Fig. 1, la VDS consta di due componenti:

- 1) una valutazione epidemiologica di area, rivolta in particolare alle patologie a breve latenza potenzialmente attribuibili ad esposizioni ambientali (es. malattie cardiovascolari, malattie respiratorie acute e croniche, neoplasie infantili);
- 2) una valutazione di impatto sanitario che si avvale delle procedure di *risk assessment*, con particolare attenzione agli effetti cancerogeni delle sostanze.

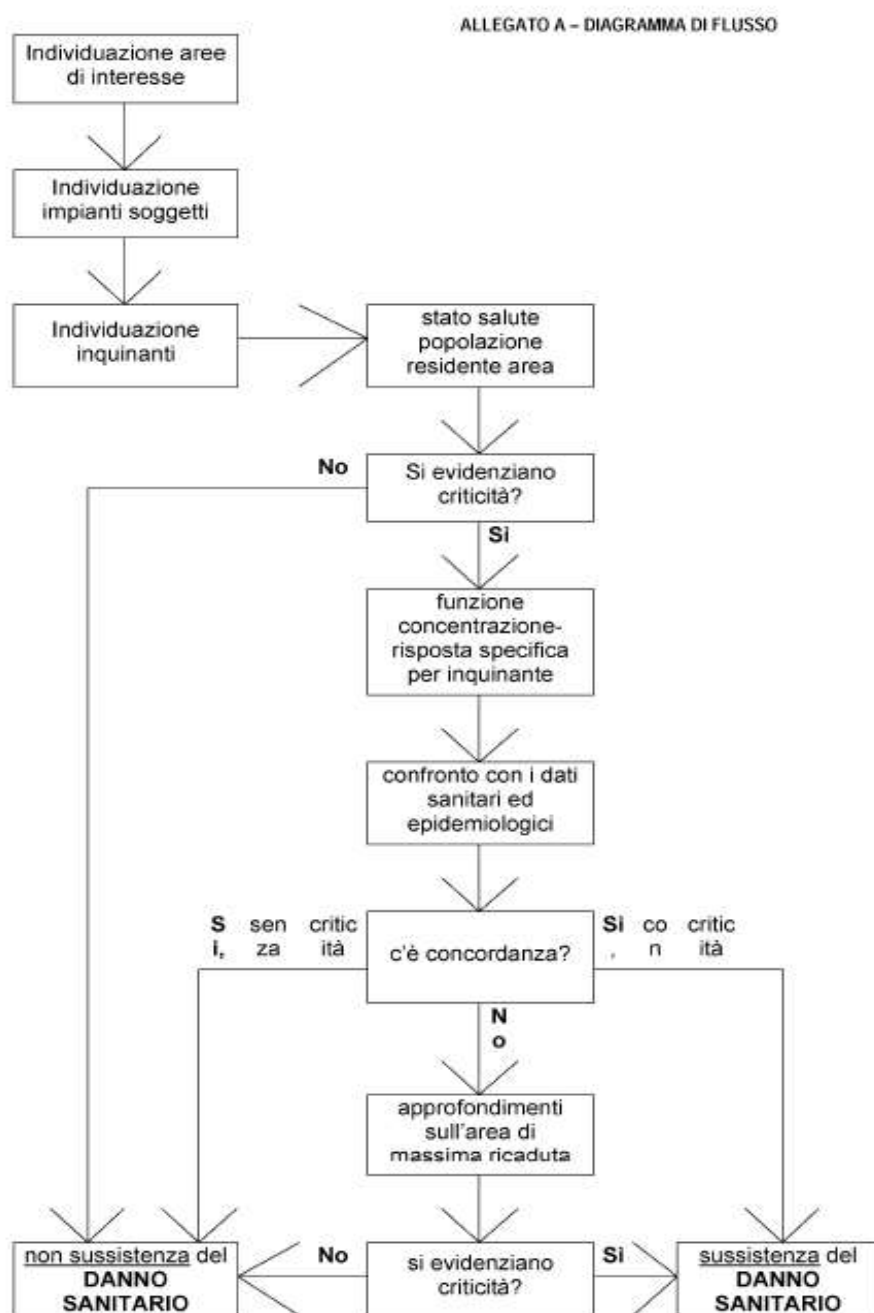


Fig.1.1. Diagramma di flusso della VDS (allegato A del Regolamento attuativo della LR 21/2012)

Nel Regolamento, in Allegato C, vengono elencati gli impianti ricadenti nella provincia di Brindisi da trattare ai fini della VDS ed elencati in tabella 1.

Nel maggio 2013, veniva prodotto dal Gruppo di Lavoro ARPA-ARES-ASL il rapporto riportante i risultati della valutazione del danno sanitario per lo stabilimento ILVA di Taranto, quale azienda inclusa nell'elenco di cui all'Allegato C del Regolamento Regionale n. 24 del 3/10/2012, avente il maggiore impatto emissivo per quanto riguarda l'area tarantina.

Tabella 1: aziende da trattare ai fini della VDS d'area (Allegato C, Regolamento Regionale 3 ottobre 2012, n.24)

Area ad elevato rischio di crisi ambientale: comuni di Brindisi, Carovigno, San Pietro Vernotico, Torchiarolo e Cellino San Marco.

Impianti soggetti ad AIA di competenza statale						
ippc	nome	comune	1	2	3	A
1.1	ENEL "FEDERICO II"	Brindisi		x	x	si
4.1h	BASELL POLIOLEFINE	Brindisi	x			si
4.1a,h	VERSALIS (ex POLIMERI EUROPA)	Brindisi	x	x		si
1.1	EDIPOWER	Brindisi	x			si
1.1	ENIPOWER	Brindisi	x			si
Impianti soggetti ad AIA di competenza regionale						
ippc	nome	comune				
2.6	AGUSTA	Brindisi		x		si
4.5	SANOFI AVENTIS	Brindisi		x		si
5.4	FORMICA AMBIENTE	Brindisi			x	si
5.4	discarica comunale RSU	Brindisi			x	si
5.4	impianto comunale per CDR da RSU	Brindisi			x	si
Impianti soggetti ad AIA di competenza provinciale						
ippc	nome	comune				
6.4b2 - 1.1	SFIR RAFFINERIA BRINDISI	Brindisi	x	x		si

legenda:

1 = IPA

2 = scarichi

3 = materiali polverulenti

A = impianto soggetto alla L.R. 21/2012

Successivamente, in seguito a specifica richiesta della Regione Puglia e dal Comune di Brindisi, si è provveduto a redigere un rapporto preliminare contenente i risultati della valutazione di rischio impianto specifica per gli stabilimenti Enel "Federico II" ed Enipower dell'area di Brindisi (aziende anch'esse incluse nell'elenco di cui all'Allegato C del Regolamento Regionale n. 24 del 3/10/2012); tale rapporto è stato trasmesso alla Regione Puglia in data 7 agosto 2014.

Successivamente, nell'ambito del Gruppo di Lavoro ARPA-ASL-ARES, si è convenuto sulla necessità di integrare al più presto questa prima valutazione con la valutazione del danno sanitario "di area" per le aziende nell'area di Brindisi di cui all'Allegato C del Regolamento Regionale n. 24 del 3/10/2012, che includesse una valutazione di rischio "speditiva" per le aziende diverse da ENEL ed ENIPOWER Brindisi, non già considerate, e ad oggi in esercizio (in riferimento si veda il paragrafo 7.3-Emissioni, a pag. 49), nonché le risultanze della valutazione epidemiologica di area.

I profili emissivi considerati sono stati definiti avendo come riferimento l'anno 2010, relativamente al quale si dispone delle stime dell'inventario delle emissioni regionale INEMAR Puglia (2010). Si precisa comunque che, per alcune aziende, le suddette emissioni sono state integrate, dettagliate o migliorate con informazioni relative anche agli anni successivi al 2010 (report annuali AIA, dati CET, ecc.).

Nella presente relazione sono riportati i risultati di tali valutazioni.

1.1 Background sanitario

Ai sensi dell'art.5 del Regolamento Regionale n. 24 del 03.10.2012, "Linee guida per l'attuazione della Legge regionale n. 21 del 24 luglio 2012, recante Nome a tutela della salute, dell'ambiente e del territorio sulle emissioni industriali inquinanti per le aree pugliesi già dichiarate a elevato rischio di crisi ambientale" il Gruppo di Lavoro Valutazione del Danno Sanitario, supportato dal personale del centro di coordinamento del Registro Tumori Puglia, ha predisposto una valutazione preliminare degli indicatori sanitari disponibili per evidenziare eventuali criticità sotto il profilo sanitario

Valutazione preliminare della presenza di eventuali criticità sotto il profilo sanitario associate ai dati ambientali, attraverso opportuni indicatori disponibili della descrizione dello stato di salute della popolazione – Rassegna delle principali evidenze di letteratura

a) Effetti a lungo termine

Le aree metropolitane di Taranto e Brindisi sono state definite "ad elevato rischio ambientale" dal Consiglio dei Ministri, con delibera del 30 novembre 1990, in base alla legge 305 del 1989 che, all'art. 6, le definisce come segue: *"gli ambiti territoriali e gli eventuali tratti marittimi prospicienti caratterizzati da gravi alterazioni degli equilibri ambientali nei corpi idrici, nell'atmosfera o nel suolo, e che comportano rischio per l'ambiente e la popolazione"*.

Tale condizione di rischio per la popolazione è stata accertata e quantificata in prima battuta attraverso indagini epidemiologiche condotte dal Centro Europeo Ambiente e Salute dell'Organizzazione Mondiale della Sanità su indicazione del Ministero dell'Ambiente ed esitate prima nel rapporto "Ambiente e salute in Italia" pubblicato nel 1997 e relativo a dati del periodo compreso tra il 1981-1987 e quindi, nel 2002, nel numero monografico della rivista Epidemiologia e Prevenzione "Ambiente e stato di salute nella popolazione delle aree ad elevato rischio di crisi ambientale" che riportava i dati di mortalità del quinquennio 1990-1994.

In quest'ultimo, l'area di Brindisi è definita un'area a rischio di tipo "puntiforme", comprendente quattro comuni (Brindisi, Carovigno, San Pietro Vernotico e Torchiarolo), per una popolazione di circa 130.000 abitanti (circa il 32% dei residenti della provincia). Nel capoluogo di provincia risiede circa il 72% della popolazione dell'intera area a rischio.

I maggiori fattori di rischio ambientale dell'area sono connessi alla presenza sul territorio di un polo petrolchimico (1.450 addetti su un'area di circa 270 ettari, più 450 addetti di ditte esterne).

Nell'area sono inoltre presenti industrie chimiche e metalmeccaniche, aziende manifatturiere e due centrali ENEL.

Grandi quantità di carbone transitano per il porto in cui si svolgono attività commerciali, turistiche e militari (Martuzzi M et al., 2002).

Lo studio OMS ha **evidenziato eccessi di mortalità statisticamente significativi per tutti i tumori (incremento del 14%) e tumore polmonare (incremento del 20%).**

Negli uomini sono stati segnalati eccessi di **mortalità per tutte le cause e per la totalità dei tumori, in particolare per il tumore polmonare, pleurico e per i linfomi non-Hodgkin (LNH)**, cause compatibili con le esposizioni ambientali e occupazionali dell'area.

Mediante un'analisi spaziale di eterogeneità a livello comunale che ha utilizzato come riferimento i comuni limitrofi all'area in studio compresi in un'area circolare di 37 km con centro in Brindisi, sono stati confermati **eccessi di mortalità negli uomini residenti a Brindisi per il tumore pleurico e per i linfomi non-Hodgkin.**

Lo studio caso-controllo di Belli et al. (2004), condotto per valutare la mortalità per tumore del polmone, della pleura, della vescica e del sistema linfoematopoietico nel periodo 1996-1997, ha messo in evidenza **eccessi di rischio per il tumore del polmone, della vescica e per i tumori del sistema linfoematopoietico per le popolazioni residenti entro 2 km dal petrolchimico di Brindisi.**

Uno studio di coorte occupazionale di Pirastu et al. (1991) sugli addetti alla produzione e polimerizzazione del cloruro di vinile del petrolchimico di Brindisi nel periodo 1969-1984 ha evidenziato **eccessi di mortalità per i tumori del sistema linfoematopoietico, per il morbo di Hodgkin e per le leucemie**, per quanto basati su un numero esiguo di casi. Per le cause risultate in eccesso c'è evidenza a priori di associazione con le esposizioni ambientali presenti nell'area, ma è da notare che i tumori del sistema linfoematopoietico e le leucemie hanno una evidenza epidemiologica a priori almeno limitata con le esposizioni occupazionali.

Uno studio geografico di Gianicolo et al. (2008) ha analizzato la mortalità a livello comunale nella provincia di Brindisi in un periodo più ampio che va dal 1991 al 2001. I risultati mostrano che in provincia di Brindisi, dal 1981 al 2001, si sono osservati in media

circa 3.200 decessi all'anno per tutte le cause, in entrambi i generi. **Tra gli uomini la mortalità totale risulta più elevata dei valori regionali di circa il 4-5%.** Per le donne i livelli, superiori nel primo decennio, si allineano a quelli regionali nel secondo periodo. Tuttavia, anche tra le donne emergono situazioni di rischio se si analizzano i risultati per area geografica e comune di residenza.

In particolare, per quanto riguarda l'area a rischio, tra gli uomini, si confermano i risultati del secondo rapporto OMS: si osservano **eccessi di rischio per la mortalità generale, per le malattie ischemiche, per tutti i tumori e per il tumore al polmone.** Acquistano significatività statistica gli eccessi **per tumore alla prostata e i traumatismi.** Gli eccessi statisticamente significativi sono localizzati essenzialmente nel comune di Brindisi, tranne che per le malattie cerebrovascolari in eccesso solo nel comune di Carovigno.

A Brindisi, rispetto a quanto accade nell'intera area, acquista significatività statistica il **tumore alla laringe** e, in linea a quanto già evidenziato nel rapporto OMS, acquistano significatività statistica le malattie infettive (SMR%=157,8 con 31 decessi). Nel capoluogo, inoltre, si concentrano 15 dei 18 casi di **tumore alla pleura** osservati nell'intera area (SMR%=185,6). Anche in questo studio la mortalità femminile appare meno compromessa rispetto a quella maschile. La mortalità generale risulta in difetto statisticamente significativo (SMR%=94,3), ma si confermano **eccessi statisticamente significativi per cause non tumorali quali le malattie ischemiche** e neuropsichiatriche. Tra le cause tumorali, raggiunge la significatività statistica l'eccesso di mortalità per **tumore al sistema nervoso centrale.**

L'analisi di mortalità conferma, per alcune patologie tumorali e non tumorali, i risultati degli studi precedenti e indica nuove patologie in eccesso. Gli Autori concludono che dall'analisi del livello comunale emerge la necessità di approfondire, con ulteriori studi, il quadro epidemiologico dei residenti nei comuni confinanti con la provincia di Taranto; in questi comuni si registrano, infatti, valori elevati di mortalità sia negli uomini sia nelle donne.

Un recente studio condotto sulla prevalenza di broncopneumopatia cronica nella provincia di Brindisi, fondata sui dati di ricovero per patologia, ha mostrato valori più elevati nel capoluogo rispetto a quanto osservato in altre aree italiane (Bruni e coll., 2014). In particolare, si segnala che i tassi standardizzati mostrano un andamento in tendenziale aumento per le donne in entrambe le aree, mentre quelli degli uomini appaiono in riduzione nel capoluogo e invariati nel resto della Provincia. I tassi di prevalenza delle donne brindisine sono più alti anche rispetto ai TS rilevati tra le residenti delle altre città confrontate.

Lo studio SENTIERI

Nell'ambito del progetto SENTIERI (Epid & Prev anno 35 (5-6) settembre-dicembre 2011, Suppl. 4) è stato esaminato il SIN aree industriali di Brindisi, costituito dal solo Comune di Brindisi, con una popolazione complessiva di 89 081 abitanti al Censimento 2001.

Il Decreto di perimetrazione del SIN elenca la presenza delle seguenti tipologie di impianti: chimico, petrolchimico, centrali elettriche, area portuale, discariche, esposizioni ambientali indicate in SENTIERI come C, P&R, E, AP e D.

La maggior parte delle principali cause di morte analizzate mostra, in entrambi i generi, un numero di decessi osservati simile agli attesi. Nelle donne tutte le cause, le malattie del sistema circolatorio e le malattie del sistema genitourinario, risultano in difetto rispetto alla mortalità attesa. Gli SMR calcolati non subiscono modifiche con la correzione per indice di deprivazione (ID).

Per quanto riguarda le cause di morte per le quali vi è *a priori* evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *esposizioni ambientali* presenti in questo SIN, in entrambi i generi si osserva **un eccesso per il tumore della pleura**, anche se la stima nelle donne risulta imprecisa. Da notare che l'eccesso evidenziato negli uomini non è presente dopo correzione per ID.

Negli uomini si osserva, prima della correzione per ID, un difetto di mortalità per il tumore dello stomaco. E' presente un eccesso di mortalità per le malformazioni congenite, sebbene gli SMR siano affetti da imprecisione in quanto basati su pochi decessi.

Causa (classi di età)				Esposizioni ambientali nel SIN*	Altre esposizioni				
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)		inquinamento dell'aria	fumo attivo	fumo passivo	alcol	occupazione
malformazioni congenite (tutte le età)	24	111 (76-156)	113 (78-159)	P&R, D	I	**	L	L	I
alcune condizioni morbose di origine perinatale (0-1)	26	104 (73-144)	93 (65-129)	C, P&R, D	L	**	S+	I	I
malattie respiratorie acute (0-14)	<3			P&R	S+	**	S+	**	**
asma (0-14)	<3			C, P&R	L ins / S+ agg	**	S+ ins / agg	**	**

Tabella 3. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità grezzo (SMR) e corretto per deprivazione (SMR ID; IC 90%: intervalli di confidenza al 90%), riferimento regionale (1995-2002). Totale uomini e donne. Cause con evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *esposizioni ambientali*.

Rispetto alle esposizioni ambientali presenti nel SIN è possibile che la componente professionale abbia maggiormente contribuito all'aumento di rischio per tumore della pleura tra gli uomini. Tale risultato, messo in evidenza anche in altre indagini effettuate per periodi precedenti, è compatibile con le attività industriali presenti nell'area. L'area

presenta ancora oggi una rilevante quantità di amianto, diffusamente utilizzato in passato per l'isolamento termico degli impianti.

L'eccesso di mortalità per tumore alla pleura, presente anche nelle donne, potrebbe essere in parte attribuibile a esposizioni ambientali dovute presumibilmente al trasporto di fibre di amianto dagli ambienti lavorativi contaminati alle abitazioni attraverso gli indumenti da lavoro, anche se l'entità delle diverse componenti del rischio non sono state quantificate con studi ad hoc.

Per le cause di morte per le quali vi è a priori evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le esposizioni ambientali presenti in questo SIN, la correzione per indice di deprivazione non modifica sostanzialmente gli SMR stimati.

Per le malformazioni congenite risultate in eccesso è plausibile un ruolo delle esposizioni ambientali presenti nel SIN, in particolare è ipotizzabile un ruolo eziologico delle esposizioni a inquinanti prodotti sia dal petrolchimico sia dai siti di discarica.

La mortalità per tumore del polmone negli uomini, evidenziata in eccesso nelle precedenti indagini, è risultata in linea con la mortalità attesa.

Tra le altre cause analizzate in SENTIERI si osserva nelle donne un eccesso per il tumore della laringe, anche se con stima imprecisa [SMR=464 (159-1063); SMR ID=381 (130-873)]. A tale eccesso è plausibile che abbiano contribuito fumo e alcol, ma non è da escludere una componente occupazionale del rischio, in particolare esposizioni ad amianto e contaminanti presenti nell'area perimetrale del petrolchimico.

La conduzione di uno studio di coorte dei dipendenti del petrolchimico e di alcuni comparti dell'area portuale con un'analisi di mortalità e di incidenza contribuirebbe a dimensionare il ruolo eziologico della componente professionale per alcune patologie, in particolare i tumori pleurico e del polmone.

Per approfondire il ruolo delle esposizioni sia occupazionali sia ambientali sulla salute dei residenti sarebbe opportuno acquisire dati sullo stato attuale dell'inquinamento ambientale e condurre studi geografici a livello sub-comunale.

Inoltre, sarebbe necessario valutare l'esposizione umana alle concentrazioni di inquinanti presenti nell'ambiente attraverso uno studio di biomonitoraggio, in modo da distinguere il ruolo delle esposizioni occupazionali da quelle ambientali.

Un eccesso di prevalenza di malformazioni congenite, in particolare legate a malattie cardiache, è stato osservato nella città di Brindisi nello studio di Gianicolo e coll. (BMC Pregnancy Childbirth. 2012 Dec 27;12:165)

b) Dati di Incidenza dei tumori

In funzione della presenza di imponenti insediamenti industriali all'interno e a ridosso dell'area urbana e della situazione epidemiologica critica, a partire dal 1998 sono stati finanziati dal Ministero dell'Ambiente i "Piani di disinquinamento delle aree ad elevato rischio di crisi industriale di Brindisi e Taranto" (DPR 23 aprile 1998, GU n.196 del 30

Novembre 1998) nell'ambito dei quali sono stati previsti studi epidemiologici riguardanti lo stato di salute dei lavoratori dell'area industriale e della popolazione generale. In particolare, è stato istituito il Registro Tumori dell'area jonico-salentina.

Il Registro Tumori Jonico-Salentino (RTJS) copriva le aree delle province di Brindisi e Taranto e ha raccolto sistematicamente tutti i casi di tumore maligno insorti in residenti nell'area di interesse a partire dall'anno 1999.

Nel 2006 sono stati prodotti i risultati relativi all'area di Brindisi per il triennio 1999-2001.

Per quanto riguarda i dati di incidenza prodotti dal RTJS, il numero totale di casi di tumore maligno incidenti nell'intera provincia di Brindisi è di 5.802, di cui 3306 uomini (1.163 nel 1999, 1.093 nel 2000 e 1.050 nel 2001) e 2.496 donne (836 nel 1999, 833 nel 2000 e 827 nel 2001).

E' stato effettuato un confronto fra l'incidenza rilevata a Brindisi e l'incidenza annua media del pool dei Registri Tumori italiani, previa standardizzazione dei tassi con la popolazione italiana al censimento 1981 e costruzione dei rispettivi intervalli di confidenza. I tassi standardizzati nel sesso maschile a Brindisi sono pari a 466,2 per 100.000, a Ragusa 450,5 per 100.000, nel pool 552,8 per 100.000; nel sesso femminile rispettivamente a 346,5 per 100.000, 357,8 per 100.000 e 453,1 per 100.000.

Dal database del Registro Tumori sono stati estratti i dati relativi ai casi di tumore incidenti nel periodo 1999-2001 e residenti nei quattro comuni dell'area a rischio (Brindisi, Torchiarolo, Carovigno e San Pietro Vernotico) e quelli del resto della provincia.

Si è proceduto inoltre all'estrazione dei dati relativi ai casi di tumori incidenti tra i residenti nel comune di Brindisi e quelli tra i residenti nel resto della provincia.

Considerando il periodo di tre anni 1999-2001, il numero totale di casi di tumore maligno incidenti riscontrato nei comuni dell'area a rischio è stato di 1877 (di cui 1.087 uomini e 790 donne) contro i 3925 del resto della provincia (di cui 2.219 uomini e 1.706 donne).

I tassi standardizzati, espressi per 100.000, nel sesso maschile erano pari rispettivamente a 424.4 nel comune di Brindisi a 382.3 nell'area a rischio e a 368.1 nel resto della provincia.

Questo andamento dei tassi più elevato nel comune capoluogo rispetto sia all'area a rischio che all'intera provincia si ritrovava anche tra i maschi per i tumori della cavità orale, dell'apparato respiratorio, di trachea, bronchi e polmone, dell'encefalo, dei tessuti molli, della prostata, della vescica, dei testicoli e per il linfoma non Hodgkin. Con l'eccezione delle neoplasie di prostata, vescica e del linfoma non Hodgkin, queste patologie mostravano nel comune capoluogo tassi più elevati di quelli nazionali.

Tassi standardizzati di incidenza per 100.000 ab. 1999-2001 (sesso maschile)

SEDE	Brindisi		Area a rischio Br		Provincia Br		Pool AIRTUM (1998-2002)	
	Tasso	CI 95%	Tasso	CI 95%	Tasso	CI 95%	Tasso	CI 95%
Tutti i tumori	424,53	391,28-459,9	382,34	355,96-410,19	368,08	353,77-382,83	552,8	(550,4-555,2)
Polmoni e Bronchi	88,92	74,05-105,94	83,57	71,51-97,13	77,64	71,15-84,59	78,5	(77,5-79,5)
Pleura	0,6	0,02-3,8	0,41	0,01-2,66	0,54	0,17-1,4	2,5	(2,3-2,7)
Linfoma Non Hodgkin	14,77	9,09-22,71	12,75	8,29-18,79	11,07	8,65-13,96	17,4	(17,0-17,8)

c) Effetti a breve termine

Per completare il quadro delle evidenze disponibili circa la valutazione degli impatti sanitari dell'inquinamento ambientale, si riporta una sintesi dei risultati degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico.

Lo studio "Effetti acuti dell'inquinamento a Brindisi: analisi case-crossover" è stato pubblicato nel 2010 sulla rivista *Epidemiologia e Prevenzione* (*Epidemiol Prev* 34 (3): 100-107, 2010), a cura di Serinelli M e coll. .

L'obiettivo dell'indagine è stato valutare l'associazione tra concentrazioni medie giornaliere di alcuni inquinanti atmosferici e le serie giornaliere di mortalità e di ricovero ospedaliero dei cittadini residenti nella città di Brindisi, nel periodo 2003-2006. Sono stati considerati i dati di mortalità per il totale delle cause di morte non accidentali, per cause cardiovascolari e per cause respiratorie e i dati dei ricoveri ospedalieri non programmati per cause cardiache, cerebrovascolari e respiratorie. Come variabili di esposizione sono stati considerati gli inquinanti PM10, NO₂ e CO. Sono state considerate le concentrazioni dell'inquinante nel giorno stesso e fino a cinque giorni precedenti il decesso o il ricovero. I risultati mostrano che incrementi della concentrazione di PM10 appaiono associati a incrementi percentuali del rischio di morte sia per tutte le cause naturali sia per le patologie cardiovascolari.

Gli effetti sono immediati e si verificano nello stesso giorno o nel giorno successivo all'incremento dell'inquinante atmosferico. Per i ricoveri ospedalieri gli effetti sono statisticamente significativi per le malattie cerebrovascolari tra le donne e gli anziani, considerando la concentrazione media dell'inquinante. Risultati significativi si sono osservati anche per NO₂ per la mortalità e per i ricoveri in categorie specifiche di popolazione.

Gli Autori concludono osservando che lo studio fornisce un'indicazione degli effetti acuti dell'inquinamento nella città di Brindisi e descrive una situazione giornaliera di rischio dovuta all'inquinamento dell'aria per la quale sarebbe opportuno prendere misure cautelative.

Gli effetti dell'esposizione giornaliera a PM10 e NO₂ sul rischio di ospedalizzazione per malattie cardiache, respiratorie e cerebrovascolari sono stati studiati da Gianicolo e coll.

(Int J Environ Health Res. 2013 Jan 15) nel periodo 2001-2007 attraverso uno studio case-crossover: sono state osservate associazioni positive tra PM10 e malattie cardiache e respiratorie e tra NO2 e tutte le patologie indagate, in particolare nelle donne. Anche se non statisticamente significativo, un incremento di rischio è stato rilevato in corrispondenza della presenza di vento proveniente dal porto e dall'area industriale.

Nel 2013 è stato pubblicato lo studio multicentrico italiano EpiAir-2, nel quale è stato incluso il comune di Brindisi. L'analisi dell'associazione tra inquinamento atmosferico e mortalità, per il periodo 2006-2010 è stata effettuata mediante disegno case-crossover. Sono stati analizzati come possibili esiti a breve termine i decessi per cause naturali (codici della Classificazione internazionale delle malattie, IX revisione – ICD-9-CM: 1-799) per cause cardiache (ICD-9-CM: 390-429), cerebrovascolari (ICD-9-CM: 430-438) e respiratorie (ICD-9-CM: 460- 519) relativi ai soli residenti nelle città in studio, deceduti nella città di residenza, di età superiore a 35 anni. Gli inquinanti considerati sono stati: PM10, NO₂, O₃. Le stime complessive di effetto sono state ottenute successivamente mediante una metanalisi e sono espresse per incrementi di 10 µg/m³ delle concentrazioni di inquinanti. I risultati metanalitici e città specifici sono riportati nelle tabelle di seguito.

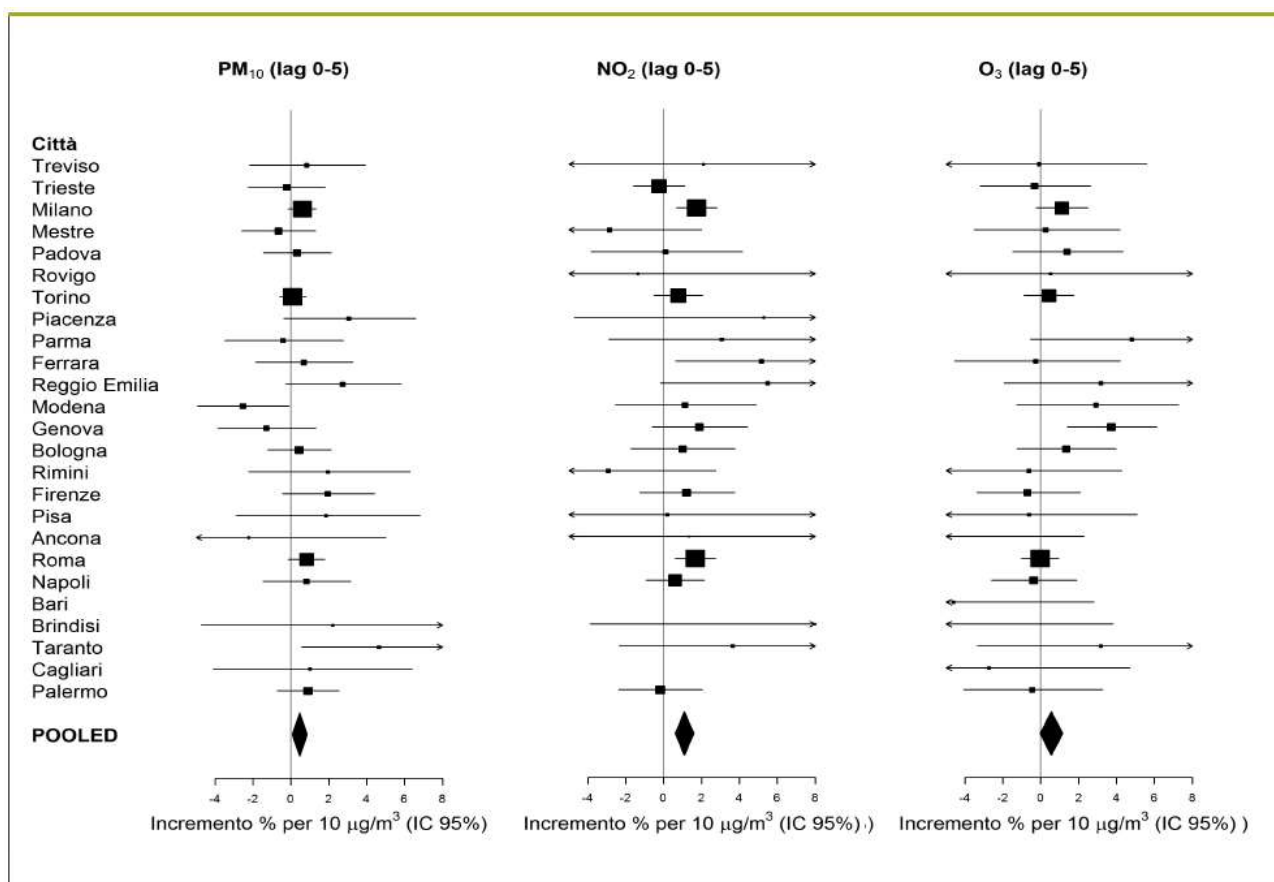


Figura 2. Risultati specifici per città e metanalitici per le 25 città in studio, relativi all'associazione tra inquinamento atmosferico e mortalità per cause naturali, per inquinante: incrementi percentuali di rischio e intervalli di confidenza al 95%, corrispondenti a variazioni di 10 µg/m³ dell'inquinante, 2006-2010 (periodo aprile-settembre per l'ozono).

Per quanto riguarda l'ospedalizzazione (Scarinzi et al. 2013), sono stati considerati i ricoveri ospedalieri urgenti per malattie cardiache, cerebrovascolari e respiratorie per tutte le fasce di età. I ricoveri per cause respiratorie sono stati analizzati separatamente anche per la fascia di età 0-14 anni. L'esposizione è stata valutata per incremento sia di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ della concentrazione di ciascun inquinante. Per la città di Brindisi si osserva un'associazione statisticamente significativa tra NO_2 e ricoveri per malattie cardiache e respiratorie 0-14 anni al lag 0 e 0-1 mentre non si rilevano associazioni significative per gli altri inquinanti studiati.

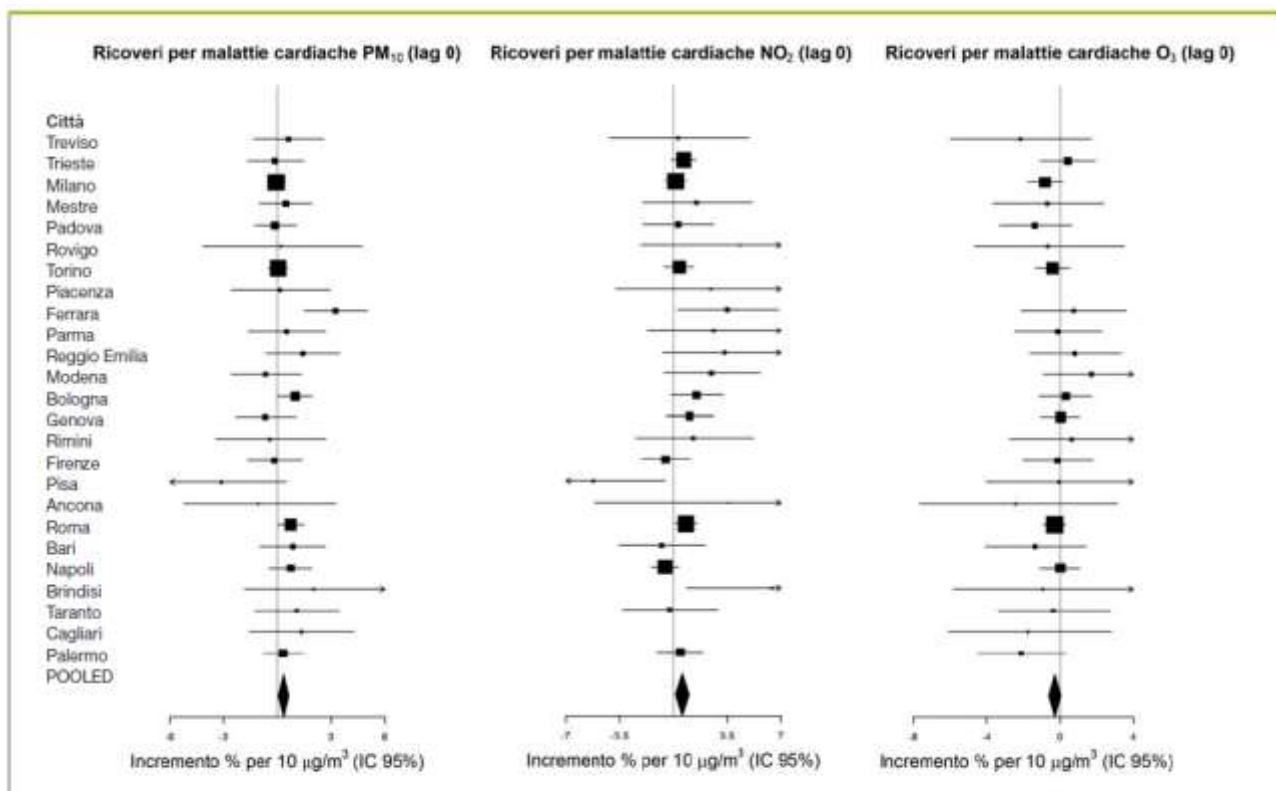


Figura 1. Risultati specifici per città e metanalitici per le 25 città in studio, relativi all'associazione tra ricoveri per malattie cardiache e inquinamento atmosferico, per inquinante: incrementi percentuali di rischio e intervalli di confidenza al 95% corrispondenti a variazioni di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dell'inquinante, 2006-2010 (periodo aprile-settembre per l'ozono).

Per quanto riguarda l'impatto dell'effetto a breve termine dell'inquinamento atmosferico sulla mortalità, lo studio di Baccini et. al (2013) riporta per la città di Brindisi una stima pari 0,16% di decessi attribuibili alle polveri sul totale delle morti per cause naturali nel periodo esaminato (2006-2009), corrispondente a 1,1 (Intervallo di Credibilità 80%: 0,5 - 1,7) decesso attribuibile per anno. Tali valutazioni sono effettuate ipotizzando uno scenario controfattuale di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la concentrazione media annuale di PM_{10} , come suggerito nelle linee guida OMS.

Conclusioni

La rassegna delle principali evidenze di letteratura indica la presenza di criticità sanitarie sulla base delle quali appare opportuno procedere con la Valutazione di Danno Sanitario.

Bibliografia

1. Martuzzi M, Mitis F, Biggeri A, Terracini B, Bertollini R. Environment and health status of the population in areas with high risk of environmental crisis in Italy. *Epidemiol Prev* 2002; 6 (Suppl): 1-53.
2. Belli S, Benedetti M, Comba P et al. Case-control study on cancer risk associated to residence in the neighbourhood of a petrochemical plant. *Eur J Epidemiol* 2004; 19: 49-54.
3. Pirastu R, Belli S, Bruno C, et al. The mortality among the makers of vinyl chloride in Italy. *Med Lav* 1991; 82: 388-423.
4. Pirastu R, Ancona C, Iavarone I, Mitis F, Zona A, Comba P, SENTIERI Working Group. SENTIERI Project. Mortality study of residents in Italian polluted sites: evaluation of the epidemiological evidence. *Epidemiol Prev* 2010; 5-6 (Suppl 3): 1-96.
5. Gianicolo EA, Serinelli M, Vigotti MA, Portaluri M. Mortalità nei comuni della Provincia di Brindisi, 1981-2001. *Epidemiol Prev* 2008; 32: 49-57.
6. Gianicolo EA, Bruni A, Rosati E, Sabina S, Guarino R, Padolecchia G, Leo C, Vigotti MA, Andreassi MG, Latini G. Congenital anomalies among live births in a polluted area. A ten-year retrospective study. *BMC Pregnancy Child birth*. 2012 Dec 27;12:165.
7. Serinelli M, Gianicolo EA, Cervino M, Mangia C, Portaluri M, Vigotti MA. Effetti acuti dell'inquinamento a Brindisi: analisi case-crossover. *Epidemiol Prev* 2010; 34 (3), Periodo: maggio-giugno, pagine: 100-107.
8. Gianicolo EA, Bruni A, Mangia C, Cervino M, Vigotti MA. Acute effects of urban and industrial pollution in a government-designated "Environmental risk area": the case of Brindisi, Italy. *Int J Environ Health Res*. 2013 Jan 15.
9. Alessandrini EA, Faustini A, Chiusolo M et al. Inquinamento atmosferico e mortalità in venticinque città italiane: risultati del progetto EpiAir2. *Epidemiol Prev* 2013; 37 (4-5): 220-229
10. Scarinzi C, Alessandrini EA, Chiusolo M et al. Inquinamento atmosferico e ricoveri ospedalieri urgenti in venticinque città italiane: risultati del progetto EpiAir2. *Epidemiol Prev* 2013; 37 (4-5): 230-241.
11. Baccini M, Biggeri A, Gruppo Collaborativo EpiAir2. Impatto a breve termine dell'inquinamento dell'aria nelle città coperte dalla sorveglianza epidemiologica EpiAir2. *Epidemiol Prev* 2013; 37 (4-5): 252-262.
12. Bruni A, Gianicolo EA., Vigotti MA, Faustini A. Stima della prevalenza di broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO) nella Provincia di Brindisi per gli anni 2005-2009. *Epidemiol Prev* 2014; 38 (2): 108-115.

2. Analisi emissiva del contesto di riferimento

Ai sensi degli artt. 3 e 4 del Regolamento Regionale n.24 (BURP n. 145 del 05-10-2012) relativo alla L.R. n. 21/12, al fine di fornire un quadro emissivo del contesto di riferimento in esame, si riportano i dati di emissione in atmosfera riferiti all'anno 2010 per i Comuni di Brindisi, Carovigno, Cellino San Marco, San Pietro Vernotico e Torchiarolo .

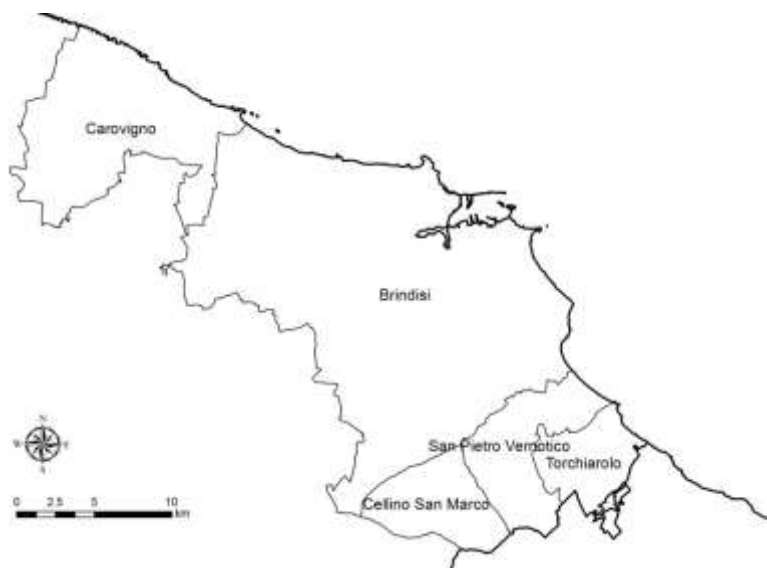


Fig. 2.1 Rappresentazione del contesto di riferimento

L'area in esame presenta un complesso sistema emissivo, in modo particolare per il Comune di Brindisi, che include sorgenti di tipo urbano, quali il riscaldamento domestico ed il traffico, le emissioni da attività portuale¹ le emissioni aeroportuali², le emissioni industriali - petrolchimiche e le emissioni da impianti di produzione energia.

L'analisi delle diverse richiamate sorgenti è stata effettuata sulla base dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera redatto da Arpa Puglia (Regione Puglia/Arpa Puglia - Centro Regionale Aria - IN.EM.AR. Puglia - Inventario 2010) .

L'inventario è stato opportunamente dettagliato attraverso l'acquisizione di dati specifici derivanti da diverse fonti e database emissivi locali e nazionali (dati S.M.E., misure e controlli ARPA, C.E.T., E-PRTR, E.T., ecc.) e da una serie di informazioni necessarie alla caratterizzazione spaziale e temporale delle emissioni. Le attività responsabili della formazione di emissioni possono avere natura antropogenica (processi industriali, trasporti, rifiuti, ecc.) o biogenica (erosione del suolo, attività della flora e della fauna, eruzioni vulcaniche, ecc.).

¹ Al 2010 nel porto di Brindisi sono state movimentate più di 9.5 tonnellate di merci; inoltre è stato registrato un numero di passeggeri e di veicoli rispettivamente pari a 520.000 e 175.000.

² L'aeroporto di Brindisi rappresenta il 2° scalo pugliese per traffico aereo.

La varietà e la numerosità di tali attività emmissive comportano la necessità di elaborare una classificazione univoca nell'ambito della predisposizione degli inventari. La nomenclatura, utilizzata a livello europeo, è quella EMEP-CORINAIR che classifica le attività secondo la SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution). Seguendo la metodologia, internazionalmente accettata, le emissioni sono state raggruppate per fornire un quadro sintetico per selezionati inquinanti (Tab. 2.1).

Tab. 2.1 Emissioni totali annue in atmosfera (2010), ripartite per macrosettori emmissivi SNAP, nell'area in studio

Comuni di Brindisi, Carovigno, San Pietro Vernotico, Torchiarello e Cellino San Marco

	SO2 (t)	NOx (t)	COV (t)	CH4 (t)	CO (t)	CO2 (kt)	N2O (t)	NH3 (t)	PM10 (t)	PTS (t)	CO2_eq (kt)	SOST_AC (kt)	PREC_OZ (t)
1) Prod. energia e trasformazione cor	7944,26	9450,17	295,50	245,25	3560,54	15614,34	228,40	21,66	414,05	573,52	15690,29	454,98	12219,80
2) Combustione non industriale	5,68	70,12	637,72	98,45	1639,88	56,87	8,17	2,98	199,76	208,10	61,47	1,88	905,03
3) Combustione nell'industria	52,82	160,39	9,17	3,41	24,41	175,97	4,56	10,25	2,75	11,07	177,45	5,74	207,58
4) Processi produttivi	9,46	190,28	1744,01	N.D.	161,73	12,50	N.D.	N.D.	11,57	23,77	12,50	4,43	1993,94
5) Estrazione e distribuzione combustib	N.D.	N.D.	62,47	203,05	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	35,40	70,43	4,26	N.D.	65,32
6) Uso di solventi	0,00	0,05	758,04	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0,02	0,46	0,78	85,51	0,00	758,10
7) Trasporto su strada	11,21	1643,20	454,87	28,31	2470,72	359,85	10,19	19,44	157,39	183,81	363,60	37,22	2731,75
8) Altre sorgenti mobili e macchinari	1245,17	2999,12	631,25	0,35	2311,78	538,27	0,67	0,03	191,49	191,49	538,49	104,11	4544,48
9) Trattamento e smaltimento rifiuti	3,15	16,02	36,61	5403,73	1295,96	14,20	1,83	N.D.	114,42	163,48	128,25	0,45	274,36
10) Agricoltura	1,18	7,35	817,94	113,39	61,58	N.D.	10,63	68,44	7,18	10,32	5,68	4,22	835,27
11) Altre sorgenti e assorbimenti	0,12	0,57	128,47	1,51	16,32	-5,45	0,02	0,13	3,85	5,95	-1,15	0,02	130,98
Totali	9273,06	14537,27	5576,06	6097,47	11542,93	16766,55	264,48	122,96	1138,32	1442,72	17062,10	613,06	24666,62

Fonte: Regione Puglia/Arpa Puglia - Centro Regionale Aria - IN.EM.AR. Puglia (Inventario Regionale Emissioni in Atmosfera) - Inventario 2010 rev.0

Per una maggiore fruizione e cognizione dei dati, gli stessi sono stati organizzati per comparti così come riportato nella Tab. 2.2. Si specifica che in "altri trasporti" sono comprese le emissioni provenienti da ferrovie, porti, mezzi off-road, aeroporti, mentre in "Altro" sono incluse le emissioni dovute agli incendi, all'estrazione di materiale da cave, alla distribuzione di combustibili, agli assorbimenti naturali di CO₂, ecc.

Tab. 2.2 Emissioni totali annue in atmosfera (2010), ripartite per comparto emmissivo, nell'area in studio

Comparti Emissivi
Comuni di Brindisi, Carovigno, San Pietro Vernotico, Torchiarello e Cellino San Marco

	SO2 (t)	NOx (t)	COV (t)	CH4 (t)	CO (t)	CO2 (kt)	N2O (t)	NH3 (t)	PM10 (t)	PTS (t)	CO2_eq (kt)	SOST_AC (kt)	PREC_OZ (t)
Energia	7923,40	9217,75	272,74	222,49	3545,82	15178,66	201,09	21,66	411,16	570,63	15245,66	449,27	11911,55
Industria	83,15	583,14	2533,98	26,18	200,86	624,15	31,87	10,27	17,67	38,51	720,10	15,88	3267,87
Riscaldamento	5,68	70,12	637,72	98,45	1639,88	56,87	8,17	2,98	199,76	208,10	61,47	1,88	905,03
Agricoltura	1,18	7,35	817,94	113,39	61,58	N.D.	10,63	68,44	7,18	10,32	5,68	4,22	835,27
Trasporti Stradali	11,21	1643,20	454,87	28,31	2470,72	359,85	10,19	19,44	157,39	183,81	363,60	37,22	2731,75
Altri Trasporti	1245,17	2999,12	631,25	0,35	2311,78	538,27	0,67	0,03	191,49	191,49	538,49	104,11	4544,48
Rifiuti	3,15	16,02	36,61	5403,73	1295,96	14,20	1,83	N.D.	114,42	163,48	128,25	0,45	274,36
Altro	0,12	0,57	190,94	204,57	16,32	-5,45	0,02	0,13	39,25	76,38	-1,15	0,02	196,30
Totali	9273,06	14537,27	5576,06	6097,47	11542,93	16766,55	264,48	122,96	1138,32	1442,72	17062,10	613,06	24666,62

Fonte: Regione Puglia/Arpa Puglia - Centro Regionale Aria - IN.EM.AR. Puglia (Inventario Regionale Emissioni in Atmosfera) - Inventario 2010 rev.0

A titolo puramente indicativo si riportano, per il PM10, le relative quote emmissive dei diversi comparti considerati rispetto al totale (Fig. 2.2).

Dall'analisi della Tabella 2.2 e dalla Figura 2.2 seguente si nota come, per quanto riguarda le polveri, la distribuzione di emissione tra i vari comparti segue essenzialmente quest'ordine: energia → riscaldamento → altri trasporti (porto, aeroporto) → trasporti

stradali → rifiuti. Le emissioni di particolato nel territorio in esame, quindi, sono influenzate dalla co-presenza di industrie energetiche, trasporti non stradali (porto ed aeroporto) e, in particolare per quel che riguarda i comuni limitrofi a Brindisi, dal riscaldamento domestico.

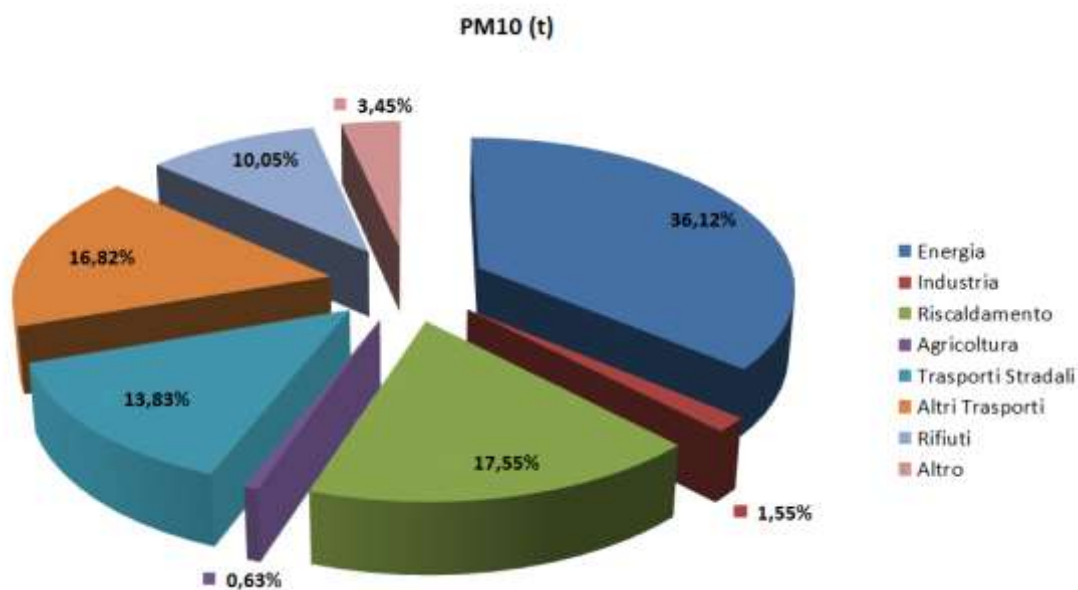


Fig. 2.2. Ripartizione delle quote percentuali di PM10 dell'area in studio (Fonte: Inemar Puglia 2010 rev.0)

Di seguito si descrivono, con un dettaglio maggiore, le principali fonti emissive (energia, industria, traffico, riscaldamento, porto) per l'area in esame.

Sorgenti industriali ed energia

Per quanto concerne le emissioni derivanti dalle sorgenti industriali di tipo energetico sono state prese in considerazione le principali aziende presenti nell'area di studio (EDIPOWER SPA-Centrale Termoelettrica di Brindisi, ENEL Produzione SpA - Centrale Federico II, ENIPOWER Brindisi), che hanno un rilevante peso in termini di emissioni di SO₂, NO_x e PM.

Oltre a ciò, contribuiscono alle emissioni di COV, N₂O e NH₃, in maniera differenziata ma significativa, anche alcune sorgenti industriali non energetiche del territorio (Sanofi-Aventis SPA, VERSALIS SPA, Basell Brindisi Srl, Exxonmobil Chemical Films Europe Sud Srl).

Dall'analisi dei dati emissivi 2010, presenti sul sito dedicato all'inventario delle emissioni, si riporta in tabella seguente un quadro sinottico rappresentativo del peso relativo di ciascun stabilimento considerato, per gli inquinanti selezionati, rispetto al totale delle emissioni da tutte le sorgenti, antropiche e non, considerate nell'inventario per l'area in studio.

Tab. 2.3 Peso relativo delle emissioni in atmosfera dell'industria (energetica e altro) rispetto ai totali emissivi di area in esame

STABILIMENTO	SO2	NOx	COV	CH4	CO	CO2	N2O	NH3	PM10	PTS
EDIPOWER SPA -Centrale Termoelettrica di Brindisi	10,69%	4,45%	0,42%	0,17%	0,53%	7,74%	7,52%	14,81%	4,33%	4,77%
ENELProduzione SpA - UB Brindisi - Centrale Federico II	74,56%	49,89%	3,70%	1,48%	29,84%	66,62%	66,68%	2,81%	34,05%	38,99%
ENIPOWER SPA	0,20%	9,07%	0,76%	2,00%	0,35%	16,16%	1,84%	7,92%	0,86%	0,00%
Sanofi-aventis S.p.A	0,00%	0,04%	0,01%	0,01%	0,00%	0,67%	0,23%	0,02%	0,01%	0,01%
VERSALIS SPA (ex Polimeri Europa SPA)	0,23%	1,65%	23,47%	0,37%	0,16%	2,60%	10,33%		0,25%	0,21%
Basell Brindisi Srl			0,79%							0,00%
EXXONMOBIL CHEMICAL FILMS EUROPE SUD SRL		0,19%	0,05%					8,34%		0,00%

Fonte: Regione Puglia/Arpa Puglia - Centro Regionale Aria - IN.EM.AR. Puglia (Inventario Regionale Emissioni in Atmosfera) - Inventario 2010 rev.0

Traffico stradale

Le emissioni dovute al traffico sono state stimate, in INEMAR Puglia 2010, con l'applicazione del modello COPERT IV (COmputer Programme to calculate Emissions from Road Transport), indicato dalla metodologia CORINAIR (EEA). La metodologia prevede il calcolo delle emissioni a partire da fattori di emissione per categorie di veicoli, in determinate condizioni di traffico, in funzione del combustibile, della classe di emissione, tipologia di strada, marcia, ecc.

In tabella sono stati separati i contributi alle emissioni del traffico diffuso (inteso come urbano, basato sul parco auto e i consumi di combustibile) e del traffico lineare (extraurbano, basato sui flussi rilevati) sempre per il contesto di riferimento.

Tab. 2.4. Dettaglio emissioni (2010) da traffico stradale, nell'area in studio, di tipo urbano ed extraurbano

Trasporti stradali	SO2 (t)	NOx (t)	COV (t)	CH4 (t)	CO (t)	CO2 (kt)	N2O (t)	NH3 (t)	PM2.5 (t)	PM10 (t)	PTS (t)
Traffico extra-urbano (lineare)	5,96	806,29	79,80	5,44	632,39	189,11	4,32	9,09	60,67	73,04	86,21
Traffico Urbano (diffuso)	5,25	836,91	375,07	22,87	1.838,33	170,74	5,87	10,35	72,25	84,35	97,60
Totale	11,21	1.643,20	454,87	28,31	2.470,72	359,85	10,19	19,44	132,92	157,39	183,81

Fonte: Regione Puglia/Arpa Puglia - Centro Regionale Aria - IN.EM.AR. Puglia (Inventario Regionale Emissioni in Atmosfera) - Inventario 2010 rev.0

L'elaborazione dei dati mostra la rilevanza di questa sorgente emissiva per gli inquinanti NO_x, CO e per COV. Per quel che riguarda la ripartizione, in termini di contributi, delle emissioni tra traffico urbano ed extraurbano il dato relativo è generalmente simile per tutti gli inquinanti, , tranne che per CH₄ e COV (dove il contributo urbano è superiore all'80%) e per CO (dove il contributo urbano è superiore al 74%).

Di seguito un esempio di mappa di emissione di NO_x relativamente al traffico lineare, applicato sul grafo stradale regionale, con focus sull'area.

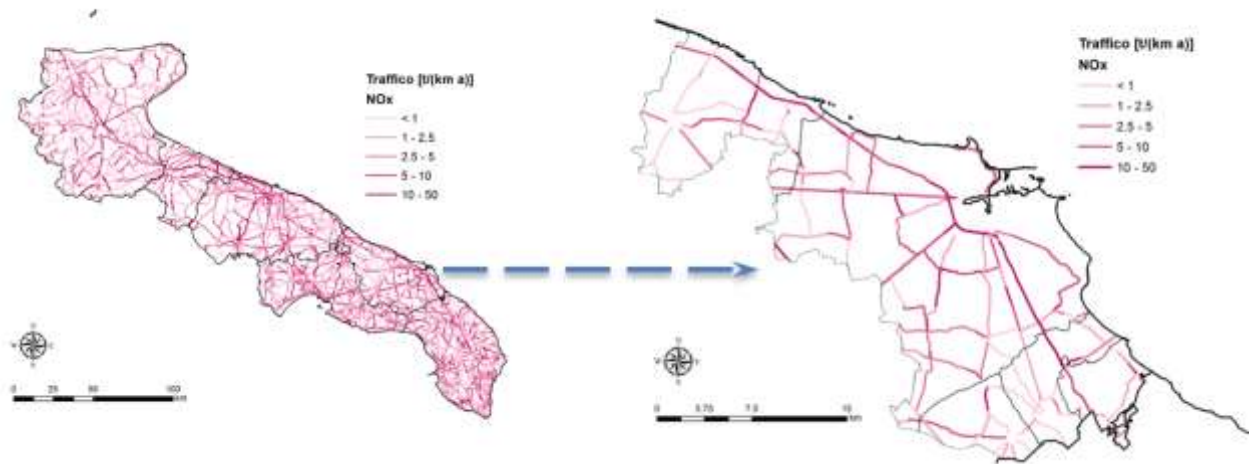


Fig. 2.3. Emissioni di NO_x da trasporto stradale (lineare, non urbano) nel 2010 e focus sull'area in studio

Le principali arterie di trasporto considerate, per il calcolo di questa tipologia di emissioni nell'area in oggetto, sono state le strade S.S.16 - S.S.379, S.S.7 oltre al resto della rete stradale locale.

Attività portuale

Le emissioni originate dai porti riguardano le attività marittime essenzialmente nelle fasi di manovra e di stazionamento delle imbarcazioni. La stima delle emissioni è stata effettuata sulla base della metodologia internazionale "Methodology for Estimate air pollutant Emission from Transport" (MEET), opportunamente inclusa nel modulo "Porti" di INEMAR Puglia. L'approccio di stima utilizzato per i principali porti pugliesi, compreso Brindisi per l'area in esame, è stato di tipo bottom-up a partire cioè da una base informativa di dati opportunamente predisposta e richiesta agli enti locali interessati (Capitaneria di Porto, Autorità Portuale), stimando di conseguenza il relativo contributo emissivo. L'indicatore considerato è il consumo di combustibile delle varie imbarcazioni (classificate per tipologia, motore e stazza lorda) in transito nel porto nelle diverse fasi operative (manovra e stazionamento). Si riportano nel seguito le emissioni stimate per l'attività portuale a Brindisi.

Tab. 2.5. Emissioni delle attività portuali e connesso peso percentuale rispetto al macrosettore relativo e al totale delle emissioni comunali per Brindisi

Emissioni per Brindisi	SO₂ (t)	NO_x (t)	COV (t)	CO₂ (kt)	PM (t)
Attività marittime	1086,8	1180	106,31	67,1783	166,59
<i>Quota emissioni Vs macrosettore (8) Altre sorgenti mobili e macchinari</i>	<i>88,0%</i>	<i>41,7%</i>	<i>18,2%</i>	<i>13,3%</i>	<i>89,0%</i>
<i>Quota emissioni Vs il totale emissioni</i>	<i>11,7%</i>	<i>8,6%</i>	<i>2,6%</i>	<i>0,4%</i>	<i>16,5%</i>

Tab. 2.6. Emissioni da attività portuali ripartite per fasi operative

Emissioni per Brindisi	SO2 (t)	NOx (t)	COV (t)	CO2 (kt)	PM (t)	PM10 (t)	PM2.5 (t)
Fase di manovra	55,57	57,75	6,78	3,65	10,72	10,72	10,00
Fase di stazionamento	1031,19	1122,29	99,53	63,53	155,87	155,87	145,48

Riscaldamento non industriale

Per quanto riguarda le emissioni diffuse (areali) dovute al comparto riscaldamento (non industriale, codice SNAP 02), sono stati stimati dapprima i fabbisogni energetici degli edifici e quindi sviluppata la stima basata su fattori di emissione (FE) per la combustione non industriale. Le emissioni relative sono state calcolate a livello comunale, per tipo di combustibile utilizzato ricavato da diverse fonti (Bollettino Petrolifero-MISE, Ufficio Dogane, SNAM, PEAR Puglia, APAT-ARPA, ecc.), come prodotto dell'energia consumata per gli attinenti FE riferiti alle caldaie con potenza termica inferiore a 50 MW e alle diverse tecnologie di combustione a legna (caminetti aperti/chiusi, stufa tradizionale/innovativa/a pellet). Per quanto riguarda il consumo di legna, sono stati utilizzati i dati di consumo stimati a livello regionale attraverso la consultazione delle diverse banche dati utili e successivamente calibrati rispetto alla recente indagine specifica, condotta da Arpa Puglia e CRA (Utilizzo delle biomasse legnose in Puglia, 2012).

L'elaborazione dei dati emissivi dovuti al riscaldamento civile, nell'area di riferimento, mostra come l'influenza di questo comparto per l'area considerata riguardi COV (11% sul totale d'area), CO (14%), e PM₁₀ (18%).

Nel dettaglio, della quota di PM₁₀ da riscaldamento domestico dell'area in esame, ca. il 98% deriva dalla combustione di legna e similari (principalmente in camini di tipo tradizionale), ed ancora, di questa quota percentuale l'89% circa deriva dalla combustione di legna nei comuni considerati dell'area a parte Brindisi (il cui contributo relativo è pari al rimanente 11% ca.).

3. Stato della qualità dell'aria nel contesto di riferimento

L'area a rischio di crisi di Brindisi comprende, oltre alla città, anche i comuni di San Pietro Vernotico, Torchiarolo e Carovigno e, dal 2002, anche il comune di Cellino San Marco.

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria nell'area oggetto di questo report (Fig. 3.1) comprende le stazioni di monitoraggio elencate in tabella 3.1. I dati rilevati dalle reti di monitoraggio della qualità dell'aria, sottoposti a procedura di validazione quotidiana tutti i giorni feriali, sono disponibili sul sito web di ARPA Puglia (<https://www.arpa.puglia.it/web/guest/qaria>). La normativa di riferimento è il D. Lgs. 155/2010 (recepimento della direttiva comunitaria 2008/50/CE) entrato in vigore il 13 agosto 2010 e modificato dal D. Lgs. 250 del 24 dicembre 2012.

Tab. 3.1 - Stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria a Brindisi

COMUNE	STAZIONE	TIPO ZONA	TIPO STAZIONE	Coordinate UTM 33		Inquinanti monitorati
				E	N	
Brindisi	Via Taranto	Urbana	Traffico	749277	4503418	SO ₂ , NO ₂ , CO, O ₃ , benzene, Meteo
Brindisi	Casale	Urbana	Fondo	748879	4504259	SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀
Brindisi	Via dei Mille	Urbana	Traffico	748464	4502808	SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀
Brindisi	SISRI	Suburbana	Industriale	751700	4501449	SO ₂ , NO ₂ , CO, Benzene, PM ₁₀
Brindisi	Terminal Passeggeri Banchina Costa Morena	Suburbana	Industriale/Traffico	750422	4503838	SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2.5} , BTEX, CO, O ₃ , Meteo
Brindisi	Brindisi Via Cappuccini	Urbana	Traffico	747098	4501881	SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , PM ₁₀ , Meteo
Brindisi	Brindisi-Perrino	Suburbana	Fondo	749776	4502002	SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , PM ₁₀ , Meteo
Torchiarolo	Torchiarolo-Don Minzoni	Suburbana	Industriale	758842	4486404	SO ₂ , NO ₂ , CO, BTX, PM ₁₀ , O ₃
San Pietro Vernotico	San Pietro Vernotico-c/o Stadio	Suburbana	Industriale	754781	4486042	SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀



Fig. 3.1 - Localizzazione delle centraline di qualità dell'aria a Brindisi gestite da Arpa Puglia

I dati di qualità dell'aria provengono dalle reti di monitoraggio pubbliche e private gestite da ARPA Puglia. Di seguito sono prese in considerazione le stazioni di monitoraggio rappresentative dell'esposizione media della popolazione agli inquinanti, la cui collocazione è confacente ai criteri di normativa. Si riportano anche le serie storiche degli anni precedenti per l'analisi dell'andamento delle concentrazioni nei siti fissi di monitoraggio della qualità dell'aria, ricadenti nei comuni dell'area a rischio (Brindisi, Carovigno, San Pietro V.co, Torchiarolo e Cellino S.M.); in alcuni di questi sono presenti siti fissi di monitoraggio: Brindisi, San Pietro V.co e Torchiarolo. La stazione di qualità dell'aria,

sita nel quartiere Bozzano, è stata disattivata nel corso dell'anno 2013, come previsto nel programma di riorganizzazione della rete regionale.

Gli andamenti delle concentrazioni negli anni degli inquinanti nei siti di monitoraggio della qualità dell'aria, posti nell'area di Brindisi, sono già ampiamente rappresentati e valutati nei report annuali della qualità dell'aria che ogni anno vengono predisposti da Arpa e pubblicati sul sito (http://www.arpa.puglia.it/web/guest/rapporti_annuali_qa).

Il particolato PM₁₀ comprende la frazione di materiale particellare aerodisperso avente diametro aerodinamico equivalente inferiore a 10 µm. La normativa vigente stabilisce due valori limite, calcolati su due differenti tempi di mediazione: 40 µg/m³ su media annuale e 50 µg/m³ su media giornaliera da non superare più di 35 volte all'anno.

I dati registrati dalle reti di monitoraggio di qualità dell'aria nell'anno 2010 in Puglia hanno confermato un trend del valore medio annuale in generale diminuzione. Fa eccezione la provincia di Brindisi in cui si trova la stazione di monitoraggio di Torchiarolo. Come già accaduto negli anni precedenti al 2010, in questo sito è superata ogni anno la soglia dei 35 superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m³. Numerosi studi, condotti dall'Agenzia, hanno permesso di attribuire alla combustione domestica di biomasse vegetali la sorgente principale di PM₁₀ e di verificare la pressione che la componente microclimatologica locale esercita sui livelli di concentrazione registrati. Si tratta, quindi, di una criticità locale e circoscritta, in contrasto con la situazione del resto della regione e la cui risoluzione richiede interventi mitigativi che incidano prioritariamente sulle modalità di riscaldamento domestico tradizionali.

I dati di PM₁₀ del 2011 hanno mostrato un leggero peggioramento in Puglia rispetto a quelli del 2010: anche al netto dei superamenti dovuti alle avvezioni di polveri sahariane, il limite di 35 superamenti giornalieri del valore di 50 µg/m³ è stato superato solo nei comuni di Torchiarolo (Br), Arnesano (Le) e Taranto (Via Archimede e Via Machiavelli).

I livelli medi annui di PM₁₀ sono risultati abbastanza omogenei sull'intero territorio regionale, con due punte di concentrazione a Torchiarolo (a causa delle emissioni da combustione domestica di biomassa) e a Taranto – in Via Machiavelli e in via Archimede (stazioni collocate nel quartiere Tamburi, a ridosso dell'area industriale). Nei siti di fondo i livelli di PM₁₀ si sono attestati attorno ai 20 µg/m³, valore che rappresenta il fondo regionale di PM₁₀.

Per l'NO₂ il D. Lgs. 155/2010 prevede due valori limite: la media oraria di 200 µg/m³, da non superare più di 18 volte nel corso dell'anno solare, e la media annua di 40 µg/m³. Nel 2011 non si sono registrati superamenti del valore limite annuo nelle stazioni della provincia di Brindisi. L'analisi degli andamenti temporali delle medie annue, ha mostrato un incremento delle concentrazioni medie su tutto il territorio regionale rispetto al 2010 anche a Brindisi.

I dati di PM₁₀ del 2012 hanno mostrato una situazione migliore rispetto al 2011. Il limite sulla media annua è stato rispettato in tutti i siti di monitoraggio, mentre il limite di 35 superamenti giornalieri del valore di 50 µg/m³ è stato superato soltanto nel comune di Torchiarolo, anche dopo aver sottratto i superamenti dovuti alle avvezioni sahariane.

Analizzando nel dettaglio i dati delle stazioni di tipo traffico e industriale, si è osservato che i livelli medi annui di PM₁₀ sono risultati abbastanza omogenei sull'intero territorio regionale. Negli ultimi anni i livelli di PM₁₀ sul territorio regionale hanno registrato una lenta ma costante diminuzione. Questo risultato è stato più evidente nelle aree in cui si dispone di serie storiche più lunghe e che non risentono delle condizioni meteorologiche delle singole annualità.

Il limite di legge sulla media annuale di 40 µg/m³ per il PM₁₀, infatti, non è stato superato nel 2012 in nessun sito. Per il PM_{2.5}, come negli anni precedenti, anche nel 2012 si è rispettato l'obiettivo di qualità. I livelli di ozono nei mesi estivi hanno continuato a rappresentare una criticità per il nostro territorio: il valore bersaglio per la protezione della salute, come già accaduto negli anni precedenti, è stato infatti superato in più siti. Il valore bersaglio per la protezione della vegetazione è stato invece superato in tutte le centraline deputate a questo scopo.

Il limite dei 18 superamenti annui del limite orario per l'NO₂ di 200 µg/m³ non è stato raggiunto in nessuna stazione di monitoraggio. L'analisi degli andamenti temporali delle medie annue nel 2012, infine, ha indicato un netto decremento rispetto al 2011.

L'unica criticità in provincia di Brindisi, pertanto, che emerge dai dati di qualità dell'aria anche degli anni successivi sino a quello trascorso, il 2013, è quella relativa al limite dei 35 superamenti annui della media giornaliera di 50 µg/m³ di PM₁₀ solo a Torchiarolo (BR), sito nel quale questo limite viene storicamente superato a causa delle emissioni da combustione di biomasse, che genera elevati livelli di PM₁₀ nei mesi invernali.

Di seguito descriveremo unicamente gli andamenti delle concentrazioni di inquinanti nelle stazioni fisse che ricadono nei comuni di Brindisi, di San Pietro V.co e di Torchiarolo, richiamando quanto già riportato nelle relazioni annuali della qualità dell'aria di Arpa Puglia, già rese pubbliche sul sito www.arpa.puglia.it.

Per il PM_{2.5}, anche nel 2013, l'obiettivo di qualità è stato rispettato così come non si sono registrati superamenti dei limiti di legge neanche per l'NO₂. L'ozono nei mesi estivi è rimasta una criticità diffusa per il nostro territorio: il valore bersaglio per la protezione della salute, come già accaduto negli anni precedenti, è stato infatti superato in alcuni siti.

I livelli di benzo(a)pirene nel PM₁₀, laddove determinato (Brindisi-Casale e Brindisi-Via Taranto), sono rimasti al di sotto del valore obiettivo pari ad 1 ng/m³; i metalli pesanti (arsenico, cadmio, nickel, piombo) hanno continuato a non mostrare livelli critici dall'inizio

delle attività di speciazione del PM10, che a Brindisi avviata sono state avviate nel secondo semestre 2009. Si riportano di seguito i valori medi annuali a partire dall'intero anno 2010 sino al 2013.

Negli anni 2010-2013 (come indicato in tabella 3.2) il valore obiettivo, pari a 1,0 ng/m³, previsto per il BaP dal D.Lgs. 155/2010, relativamente alla concentrazione media annuale in aria ambiente, non è stato superato in nessuna delle due stazioni di Brindisi e in quella di Torchiarolo-Don Minzoni. Stesso discorso vale per i metalli previsti dal Decreto.

Pertanto, non sono state rilevate criticità rispetto ai limiti di legge negli anni in cui tali parametri sono stati analizzati nel PM10.

Tab. 3.2 - Concentrazioni medie annuali di B(a)P relativamente al periodo 2010-2013 nelle centraline di monitoraggio Via Taranto e Casale-P.za Magellano, site a Brindisi e nel sito di P.za Don Minzoni a Torchiarolo (BR).

Anno	Brindisi-Via Taranto (ng/m³)	Brindisi-Casale (ng/m³)	TORCHIAROLO (ng/m³)
2010	0,2	0,1	0,2
2011	0,2	0,1	0,8
2012	0,2	0,1	0,7
2013	0,2	0,1	1
VL	1	1	1

Tab. 3.3 - Concentrazioni medie annuali di ARSENICO relativamente al periodo 2010-2013 nelle centraline di monitoraggio Via Taranto e Casale-P.za Magellano, a Brindisi e in P.za Don Minzoni a Torchiarolo (BR).

Anno/Sito	Brindisi-Via Taranto (ng/m³)	Brindisi-Casale (ng/m³)	TORCHIAROLO (ng/m³)
2010	0,6	0,4	0,3
2011	0,8	0,9	0,9
2012	1,2	1,7	0,7
2013	0,3	0,3	0,4
VL	6	6	6

Tab. 3.4 - Concentrazioni medie annuali di NICHEL relativamente al periodo 2010-2013 nelle centraline di monitoraggio Via Taranto e Casale-P.za Magellano, a Brindisi e a P.za Don Minzoni a Torchiarolo (BR).

Anno/Sito	Brindisi-Via Taranto (ng/m³)	Brindisi-Casale (ng/m³)	TORCHIAROLO (ng/m³)
2010	3,7	3,3	3,9
2011	4,6	4,2	3,4
2012	3,5	3,9	3,6
2013	2,8	3,5	3,4
VL	20	20	20

Tab. 3.5 - Concentrazioni medie annuali di CADMIO relativamente al periodo 2010-2013 nelle centraline di monitoraggio Via Taranto e Casale-P.za Magellano, a Brindisi e in P.za Don Minzoni a Torchiarolo (BR).

Anno/Sito	Brindisi-Via Taranto (ng/m ³)	Brindisi-Casale (ng/m ³)	TORCHIAROLO (ng/m ³)
2010	0,3	0,3	0,4
2011	0,3	0,3	0,4
2012	0,1	0,1	0,4
2013	0,1	0,1	0,1
VL	5	5	5

Tab. 3.6 - Concentrazioni medie annuali di PIOMBO relativamente al periodo 2010-2013 nelle centraline di monitoraggio Via Taranto e Casale-P.za Magellano, site a Brindisi e a Torchiarolo-Don Minzoni.

Anno/Sito	Brindisi-Via Taranto (ng/m ³)	Brindisi- Casale (ng/m ³)	TORCHIAROLO (ng/m ³)
2010	8.5	8.9	34.2
2011	9.2	7.5	10.6
2012	7.3	4.4	8.3
2013	4,6	3,0	7,5
VL	500	500	500

Nelle tabelle seguenti si riportano rispettivamente le concentrazioni medie annuali e il numero di superamenti per il PM10, rilevati negli anni 2009-2013. Si osserva che nessuna centralina, ricadente nel comune di Brindisi, ha registrato un numero di superamenti del valore limite giornaliero superiore a quello indicato dal D.Lgs. 155/2010 (35 giorni/anno), mentre a Torchiarolo ogni anno il numero di superamenti è risultato superiore a 35.

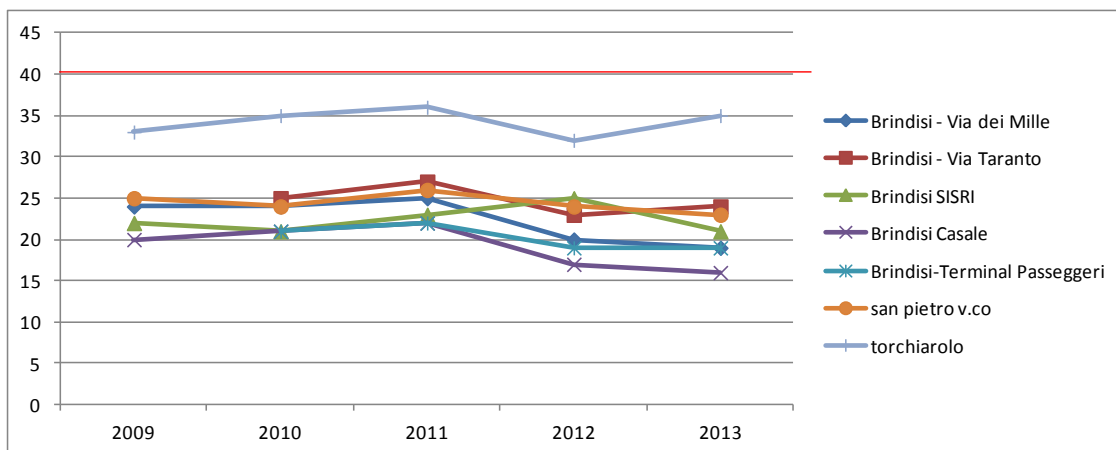
Tab. 3.7 - Media annuale di PM10 (µg/m³) nei siti di Brindisi, San Pietro V.co e Torchiarolo (Periodo 2009/2013)

stazione	Tipo di zona	Tipo stazione	2009 <i>Media annua</i> (µg/m ³)	2010 <i>Media annua</i> (µg/m ³)	2011 <i>Media annua</i> (µg/m ³)	2012 <i>Media annua</i> (µg/m ³)	2013 <i>Media annua</i> (µg/m ³)
Brindisi - Via dei Mille	U	T	24	24	25	20	19
Brindisi - Via Taranto	U	T	ND	25	27	23	24
Brindisi SISRI	S	I	22	21	23	25	21
Brindisi Casale	U	F	20	21	22	17	16
Brindisi- Terminal Passeggeri	S	I	ND	21	22	19	19
Brindisi- Perrino	S	F	ND	ND	ND	19	20
San Pietro V.co (RRQA c/o Stadio)	S	I/F	25	24	26	24	23
Torchiarolo- Don Minzoni	S	F	33	35	36	32	35
VL ANNUALE			40	40	40	40	40

NOTA: ND sta per dato non disponibile o perché l'analizzatore non era ancora presente in cabina o perché la cabina non veniva gestita da Arpa o perché non era ancora attiva in quell'anno di riferimento.

Nelle figure seguenti si riporta il trend di concentrazione del PM10 in Brindisi, San Pietro e Torchiarolo, dal 2009 al 2013, in termini di numero di superamenti del valore limite medio giornaliero e di valore medio annuale.

Figura 3.2 - Trend concentrazione media annuale PM10 a Brindisi, San Pietro V.co e Torchiarolo (Periodo 2009/2013)

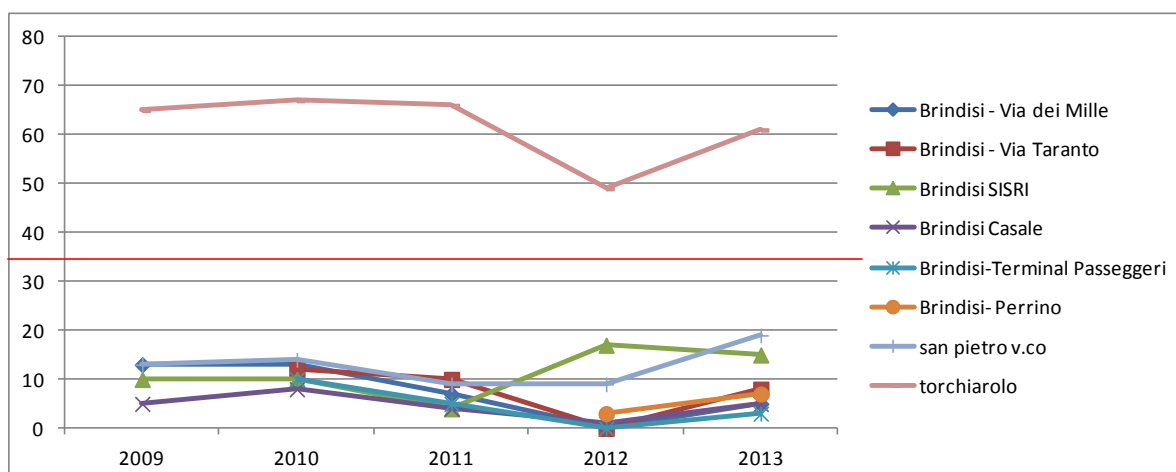


Tab. 3.8 - Numero di superamenti (VL media giornaliera) di PM10 nei siti di Brindisi, San Pietro V.co e Torchiarolo (Periodo 2009/2013)

stazione	Tipo di zona	Tipo stazione	2009	2010	2011	2012	2013
Brindisi - Via dei Mille	U	T	13	13	7	0	5
Brindisi - Via Taranto	U	T	ND	12	10	0	8
Brindisi SISRI	S	I	10	10	4	17	15
Brindisi Casale	U	F	5	8	4	1	5
Brindisi-Terminal Passeggeri	S	I	ND	10	5	0	3
Brindisi- Perrino	S	F	ND	ND	ND	3	7
San Pietro V.co (RRQA c/o Stadio)	S	I/F	13	14	9	9	19
Torchiarolo-Don Minzoni	S	F	65	67	66	49	61
Numero max consentito	35	35	35	35	35	35	35

NOTA: N.D. sta per dato non disponibile o perché l'analizzatore non era ancora presente in cabina o perché la cabina non veniva gestita da Arpa o perché non era ancora attiva in quell'anno di riferimento.

Fig. 3.3 - Trend del numero di superamenti VL medio giornaliero PM10 nei siti fissi di QA di Brindisi, San Pietro V.co e Torchiarolo (Periodo dal 2009 al 2013)



PM_{2.5}

Il D. Lgs. 155/10, allegato XIV, fissava per il PM_{2.5} un valore obiettivo, pari a 25 µg/m³, da raggiungere entro il 1 gennaio 2010 ed un obbligo di concentrazione dell'esposizione di 20 µg/m³, da rispettare entro il primo gennaio 2015. Come si evince dalla tabella sottostante, negli anni dal 2010 (anno in cui si è dato avvio al monitoraggio di PM_{2.5} a Brindisi nel sito Terminal Passeggeri) al 2013 i limiti su indicati non sono stati superati nella stazione di monitoraggio denominata Brindisi-Terminal Passeggeri.

Tab. 3.9 - Media annuale di PM_{2.5} (µg/m³) nel sito di Brindisi-Terminal P. (periodo 2010/2013)

nome della stazione	2010	2011	2012	2013
	Media annuale (µg/m ³)	Media annuale (µg/m ³)	Media annuale (µg/m ³)	Media annuale (µg/m ³)
Brindisi-Terminal Passeggeri	13	13	12	12

NO₂

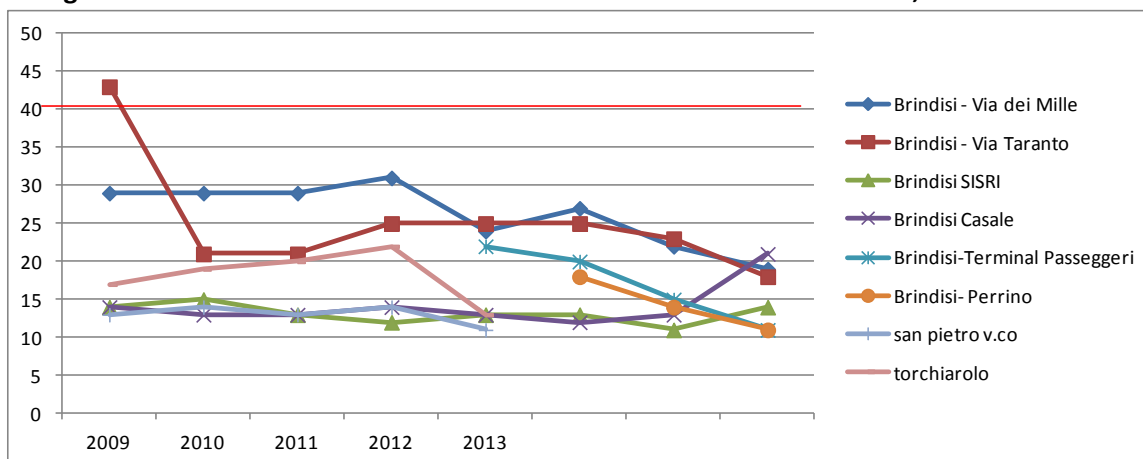
I limiti previsti per il Biossido di Azoto dal D. Lgs. 155/2010 (media oraria di 200 µg/m³, da non superare più di 18 volte nel corso dell'anno, e media annua di 40 µg/m³) non sono stati superati in nessun sito. L'analisi degli andamenti temporali delle medie annue, infine, indica valori in calo nel 2013 rispetto agli anni precedenti, come si evince dal grafico e dalla tabella successiva.

Tab. 3.10 - Media annuale di NO₂ (µg/m³) nei siti di Brindisi, San Pietro V.co, Torchiarolo, 2009/2013

Stazione	Tipo di zona	Tipo stazione	2009 (µg/m ³)	2010 (µg/m ³)	2011 (µg/m ³)	2012 (µg/m ³)	2013 (µg/m ³)
Brindisi - Via dei Mille	U	T	31	24	27	22	19
Brindisi - Via Taranto	U	T	25	25	25	23	18
Brindisi SISRI	S	I	12	13	13	11	14
Brindisi Casale	U	F	14	13	12	13	21
Brindisi-Terminal Passeggeri	S	I	ND	22	20	15	11
Brindisi-Perrino	S	F	ND	ND	18	14	11
San Pietro V.co (RRQA c/o Stadio)	S	I/F	13	14	13	14	11
Torchiarolo-Don Minzoni	S	F	17	19	20	22	13
VL ANNUALE			40	40	40	40	40

NOTA: ND, dato non disponibile o perché l'analizzatore non era ancora presente in cabina o perché la cabina non veniva gestita da Arpa o perché non era ancora attiva in quell'anno di riferimento.

Fig. 3.4 - Trend concentrazione NO₂ Brindisi-San Pietro V.co-Torchiarolo, dal 2009 al 2013



Tab. 3.11 - Numero di superamenti di NO₂ nei siti di Brindisi, San Pietro V.co e a Torchiarolo - 2009/2013

stazione	Tipo di zona	Tipo stazione	2009	2010	2011	2012	2013
Brindisi - Via dei Mille	U	T	0	0	0	0	0
Brindisi - Via Taranto	U	T	0	0	0	0	0
Brindisi SISRI	S	I	0	0	0	0	0
Brindisi Casale	U	F	0	0	0	0	0
Brindisi-Terminal Passeggeri	S	I	ND	6	0	0	0
Brindisi-Perrino	S	F	ND	ND	ND	0	0
Torchiarolo-Don Minzoni	S	I/F	0	0	0	0	0
San Pietro V.co (RRQA c/o Stadio)	S	F	0	0	0	0	0

NOTA: ND sta per dato non disponibile o perché l'analizzatore non era ancora presente in cabina o perché la cabina non veniva gestita da Arpa o perché non era ancora attiva in quell'anno di riferimento.

Ozono

Il D.Lgs. 155/10 fissa un valore bersaglio per la protezione della salute umana pari a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla media mobile delle 8 ore, da non superare più di 25 volte l'anno. Lo stesso decreto fissa una soglia di informazione a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e una soglia di allarme a $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla media oraria. Nel corso del 2012 il valore bersaglio per la protezione della salute umana è stato superato anche a Brindisi, come nelle altre province. È da evidenziare che, rispetto al 2011, si è registrato un complessivo aumento degli eventi di superamento del limite di legge. Non si è, invece, avuto alcun superamento né della soglia di informazione, né di quella di allarme; anche nel 2013 il valore bersaglio per la protezione della salute umana è stato superato a Brindisi come nelle altre province. Di seguito si riporta il numero di giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine per l'ozono, rilevato nei siti di Brindisi, di Torchiarolo e di San Pietro V.co, dove sono presenti analizzatori di ozono.

Tab. 3.12 - Numero di superamenti di O_3 nei siti di Brindisi, San Pietro V.co e a Torchiarolo - 2009/2013

stazione	2009 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2010 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2011 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2012 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Brindisi-Terminal P.	ND	28	47	39	73
Brindisi-Via Taranto	17	57	20	28	33
Torchiarolo	15	39	42	30	10
San Pietro V.co-Valzani	ND	45	10	45	30

NOTA: ND sta per dato non disponibile o perché l'analizzatore non era ancora presente in cabina o perché la cabina non veniva gestita da Arpa o perché non era ancora attiva in quell'anno di riferimento.

Benzene

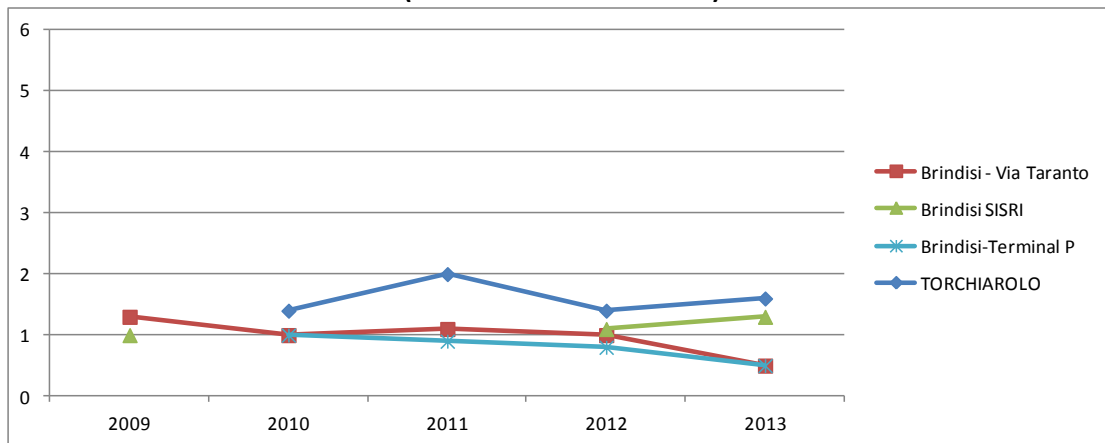
Il D. Lgs 155/2010 fissa un valore limite di concentrazione annuo di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Negli anni tale soglia non è stata mai superata in nessuna delle stazioni di monitoraggio di Brindisi e neanche a Torchiarolo. I trend di concentrazione indicano una sostanziale stabilità dei livelli di benzene negli ultimi anni, come si evince dal grafico e dalla tabella seguenti.

Tab. 3.13 - Trend concentrazione benzene a Brindisi-San Pietro V.co-Torchiarolo, dal 2009 al 2013

stazione	Tipo di zona	Tipo stazione	2009 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2010 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2011 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2012 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Brindisi - Via Taranto	U	T	1.3	1	1.1	1.0	0.5
Brindisi SISRI	S	I	1	ND	ND	1.1	1.3
Brindisi-Terminal P	S	I	ND	1	0.9	0.8	0.5
Torchiarolo-Don Minzoni	S	I	ND	1.4	2	1.4	1.6

NOTA: ND sta per dato non disponibile o perché l'analizzatore non era ancora presente in cabina o perché la cabina non veniva gestita da Arpa o perché non era ancora attiva in quell'anno di riferimento.

Fig. 3.5 - Trend concentrazione Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) a Brindisi, San Pietro V.co e a Torchiarolo (Periodo dal 2009 al 2013)



4. VDS: procedure di risk assessment

4.1 Base concettuale

Il risk assessment, effettuato in riferimento alle Aziende di cui all'Allegato C del Regolamento Regionale n. 24 del 3/10/2012, si basa sulle procedure proposte dall'Agenzia per la Protezione Ambientale degli Stati Uniti (US-EPA), che comprende le fasi di (1) identificazione dei pericoli, (2) valutazione dell'esposizione, (3) valutazione dose-risposta, (4) caratterizzazione del rischio.

Visto in un'ottica più dinamica, le fasi possono essere anche schematizzate come segue:

Emissioni inquinanti in atmosfera → dispersione attraverso modelli diffusionali →
→ esposizione della popolazione → impatto sulla salute (esposizione per rischio unitario)

Il risk assessment è un processo per la stima dell'impatto sanitario che serve, in primis, ai policy makers per prendere decisioni in merito alla predisposizione di opportune misure atte a limitare il suddetto impatto.. Si precisa, comunque, che tale processo, sebbene basato sulle informazioni scientifiche disponibili più aggiornate ed estese, sia intrinsecamente connotato in tutte le sue fasi, come verrà più diffusamente descritto al cap.9, da un certo grado di incertezza non facilmente quantificabile e non del tutto eliminabile.

4.2 Identificazione dei pericoli

Il primo step della procedura di risk assessment, l'identificazione dei pericoli, ha l'obiettivo di identificare le specifiche sostanze chimiche da includere nella valutazione per i loro potenziali effetti avversi sulla salute umana. A partire dai dati di emissione degli stabilimenti, sono stati considerati gli inquinanti, per i quali sono noti effetti cancerogeni e/o non cancerogeni per esposizione per via inalatoria, di seguito riportati:

- IPA: Benzo[a]pirene e Naftalene;
- Organici: Diossine, PCB;
- Metalli: Arsenico, Berillio, Cadmio, Cromo, Cobalto, Manganese, Mercurio, Nichel, Piombo, Selenio, Vanadio;
- Inquinanti gassosi: Acido cloridrico (HCl), Acido solfidrico (H₂S), Acido fluoridrico (HF), Ammoniaca (NH₃), Benzene (C₆H₆).

4.3 Valutazione dell'esposizione

Il secondo step della procedura di risk assessment è la valutazione dell'esposizione, che determina il livello di esposizione dei recettori umani alle sostanze chimiche individuate.

Si rammenta che nel caso in esame è stata considerata la sola via inalatoria di esposizione.

In generale per le sostanze aerodisperse è possibile utilizzare le concentrazioni direttamente misurate nell'ambiente oppure le concentrazioni stimate attraverso modelli di dispersione a partire dalle emissioni.

In questo caso è stata utilizzata la modellistica, sia perché era necessario avere una mappa di concentrazioni continua su tutto il territorio di interesse sia per la necessità di attribuire l'esposizione alle sorgenti di interesse.

Basandosi sulle concentrazioni stimate, è stato possibile calcolare la dose inalatoria della popolazione potenzialmente esposta secondo la formula [1] (fonte: The Air Toxics Hot Spots Program Guidance Manual for Preparation of Health Risk Assessments August 2003. Office of Environmental Health Hazard Assessment California Environmental Protection Agency).

$$\text{Inhalation Dose} = \frac{(\text{CAIR})(\text{DBR})(\text{A})(\text{EF})(\text{ED}) (1 \times 10^{-6})}{\text{AT}} \quad [1]$$

dove:

Inhalation Dose = Dose through inhalation (mg/kg-day)

10^{-6} = micrograms to milligrams conversion, liters to cubic meters conversion ($10^{-3} \text{ m}^3/\text{l}$)

CAIR = Concentration in air ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

DBR = Daily breathing rate (L/kg body weight-day or L/kg-day)

A = Inhalation absorption factor

EF = Exposure frequency (days/year)

ED = Exposure duration (years)

AT = Averaging time period over which exposure is averaged, in days (e.g. 25.550 days for 70 years for cancer risk)

Per il calcolo della dose inalatoria, sono stati utilizzati i seguenti valori di default

- DBR : 393 L/Kg body weight-day (95° percentile)
- A: 1
- EF: 350 days/year
- ED: 70 years
- AT: 25.550 days

5. Attività emissive degli stabilimenti ENEL “Federico II” ed ENIPOWER

Per le centrali Enel “Federico II” ed Enipower le emissioni considerate in questo studio, già descritte precedentemente in uno specifico report, si riferiscono alla situazione emissiva pre-AIA che considera i dati del 2010, anno per il quale erano disponibili riferimenti completi per una valutazione approfondita delle emissioni.

Sulla base di quanto presente nell’inventario INEMAR, infatti, sono state approfondite e dettagliate le emissioni in aria, convogliate e diffuse, utilizzando i dati di controlli/autocontrolli, elaborando i dati SME e implementando gli algoritmi di stima per le emissioni diffuse (es. emissioni parco carbonile). Le fonti metodologiche utilizzate nell’analisi emissiva di dettaglio sono state l’EMEP/CORINAIR Guidebook 2013, l’EPA AP 42 (Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors) e la letteratura scientifica di settore con particolare riferimento alle emissioni da centrali elettriche.

Le sorgenti emissive ENEL contemplate sono state di tipo puntuale (emissioni convogliate), lineare ed areale. Nella successiva tabella si sintetizzano le principali attività emissive considerate per il suddetto impianto, con relativa codifica SNAP 97.

Tab.5.1. Attività emissive Enel trattate e relativi codici SNAP

Descrizione principali attività emissive prese in considerazione	codifica SNAP 97
Produzione di energia elettrica - Caldaie con potenza termica \geq 300 MW	010101
Immagazzinamento di combustibili solidi (emissione diffusa da aree di stoccaggio materiali)	050103
Emissioni diffuse da movimentazione stradale materiale	
Emissioni diffuse scarico/carico da materiale	
Emissioni lineari – traffico pesante	070302 070303
Emissioni portuali – navi connesse ad attività Enel	080402

L'impianto Enipower è stato analizzato per le sorgenti puntuali (convogliate), per le sorgenti areali (es. serbatoi) e per le sorgenti lineari (es. perdite di fuel gas da *pipeline*). Nella successiva tabella si sintetizzano le principali attività emissive considerate per il suddetto impianto, con relativa codifica SNAP 97.

Tab.5.2. Attività emissive Enipower trattate e relativi codici SNAP

Descrizione principali attività emissive prese in considerazione	codifica SNAP 97
Produzione di energia elettrica - Turbine a gas	010104
Condotte	050601
Altro trasporto interno e stoccaggio	050402

6. Attività emissive degli altri stabilimenti inclusi nell'Allegato C del R.R. n. 24 del 3/10/2012

Il presente rapporto VDS prende in considerazione anche gli altri impianti inclusi nell'Allegato C del R.R. n. 24 del 3/10/2012. Per questi è stata condotta una valutazione emissiva d'area "speditiva" che considera comunque i migliori dati di emissione in atmosfera disponibili. In particolare, ai fini della valutazione emissiva, si è tenuto conto di:

- report riassuntivi che i gestori trasmettono in ottemperanza all'Autorizzazione Integrata Ambientale (anni 2011-12-13),
- dati del catasto delle emissioni territoriali (CET),
- inventario delle emissioni regionale INEMAR Puglia (2010),
- rapporti ispettivi LDAR,
- misure di concentrazione, per alcuni inquinanti, ottenuti durante le campagne di monitoraggio di ARPA (es. discariche),
- limiti imposti dalle autorizzazioni (es. discariche).

Sulla base di quanto presente nell'inventario regionale INEMAR, aggiornato al 2010 da ARPA Puglia, sono state dettagliate le emissioni in aria, convogliate e diffuse, degli stabilimenti di Brindisi, inclusi nell'Allegato C del citato regolamento regionale. Le fonti metodologiche utilizzate nell'analisi emissiva di dettaglio sono state, anche in questo caso, l'EMEP/CORINAIR Guidebook 2013, l'EPA AP42 (Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors) e la letteratura scientifica di settore.

Le sorgenti emissive contemplate sono state di tipo puntuale (emissioni convogliate), lineare ed areale. Nella successiva tabella si sintetizzano le principali attività emissive considerate per impianto, con relativa codifica SNAP 97.

Tab.6.1. Attività emissive considerate per impianto e relativi codici SNAP

Impianto	Descrizione principali attività emissive prese in considerazione	Codifica SNAP 97		
Versalis (ex Polimeri)	Forni di raffineria	01	03	06
	Polietilene bassa/alta densità	04	05	07
	Immagazzinamento e trasporto di prodotti chimici organici	04	05	22
	Trattamento acque reflue industriali	09	10	01
Basell	Polipropilene	04	05	09
	Immagazzinamento e trasporto di prodotti chimici organici	04	05	22
Sanofi-Aventis	Caldaie con potenza termica < 50 MW	03	01	03
	Sintesi di prodotti farmaceutici	06	03	06
SFIR	Caldaie con potenza termica < 50 MW	03	01	03
	Motori a combustione interna	03	01	05
	Processi nell'industria dello zucchero	04	06	30
Agusta Westland	Caldaie con potenza termica < 50 MW	03	01	03
	Galvanizzazione	04	03	07
	Sgrassaggio metalli	06	02	01
	Altre applicazioni industriali di verniciatura	06	01	08
Discarica Autigno	Discarica controllata di rifiuti	09	04	01
	Gruppi elettrogeni di discariche RSU	09	04	05
	Torçe in discariche RSU	09	04	06
Formica Ambiente	Discarica controllata di rifiuti	09	04	01

7. Modellistica

Il Regolamento Regionale 3 ottobre 2012, n. 24 “Linee guida per l’attuazione della Legge regionale n. 21 del 24 luglio 2012, recante - Norme a tutela della salute, dell’ambiente e del territorio sulle emissioni industriali inquinanti per le aree pugliesi già dichiarate a elevato rischio ambientale” disciplina le modalità per la redazione del rapporto di Valutazione del Danno Sanitario, previsto nella L.R. Puglia n. 21/2012. Il campo di applicazione della suddetta legge si estende alle aree di Brindisi e Taranto, già dichiarate “aree a elevato rischio di crisi ambientale” e oggetto dei piani di risanamento, nonché alle aree dichiarate Siti di interesse nazionale di bonifica ai sensi del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. Nel Regolamento, in Allegato C, vengono elencati gli impianti ricadenti nella provincia di Brindisi da trattare ai fini della VDS ed elencati in tabella 7.1.

Tabella 7.1: aziende da trattare ai fini della VDS d’area (Allegato C, Regolamento Regionale 3 ottobre 2012, n.24)

Area ad elevato rischio di crisi ambientale: comuni di Brindisi, Carovigno, San Pietro Vernotico, Torchiariolo e Cellino San Marco.

Impianti soggetti ad AIA di competenza statale						
ippc	nome	comune	1	2	3	A
1.1	ENEL "FEDERICO II"	Brindisi		x	x	si
4.1h	BASELL POLIOLEFINE	Brindisi	x			si
4.1a,h	VERSALIS (ex POLIMERI EUROPA)	Brindisi	x	x		si
1.1	EDIPOWER	Brindisi	x			si
1.1	ENIPOWER	Brindisi	x			si
Impianti soggetti ad AIA di competenza regionale						
ippc	nome	comune				
2.6	AGUSTA	Brindisi		x		si
4.5	SANOFI AVENTIS	Brindisi		x		si
5.4	FORMICA AMBIENTE	Brindisi			x	si
5.4	discarica comunale RSU	Brindisi			x	si
5.4	impianto comunale per CDR da RSU	Brindisi			x	si
Impianti soggetti ad AIA di competenza provinciale						
ippc	nome	comune				
6.4b2 - 1.1	SFIR RAFFINERIA BRINDISI	Brindisi	x	x		si

legenda:

1 = IPA

2 = scarichi

3 = materiali polverulenti

A = impianto soggetto alla L.R. 21/2012

Per la valutazione del danno sanitario attribuibile a tali impianti occorre definire su base geografica l’esposizione ambientale della popolazione alle relative emissioni inquinanti.

Occorre quindi determinare le mappe di distribuzione al suolo delle concentrazioni degli inquinanti, trattati dalla VDS, relativamente a tutte le tipologie di emissioni prodotte dagli impianti in esame. Tali mappe vengono ricostruite con l'ausilio della modellistica diffusionale che, ponendo in relazione deterministica emissioni e concentrazioni, consente di ottenere campi di concentrazione in aree di territorio, dove non esistono punti di misura, e di individuare le porzioni di territorio più critiche da un punto di vista delle ricadute di contaminanti. L'uso delle tecniche modellistiche consente inoltre di separare e valutare quantitativamente il contributo delle varie sorgenti emissive alla qualità dell'aria ambiente, consentendo così sia di interpretare i dati "integrati" delle centraline di monitoraggio che di individuare più efficacemente le strategie di mitigazione e di risanamento da intraprendere. In particolare le mappe di concentrazione sono il risultato finale di una catena modellistica che prevede una ricostruzione meteorologica, una ricostruzione dei parametri legati alla turbolenza ed una ricostruzione della diffusione degli inquinanti in atmosfera e al suolo.

Come codice tridimensionale di simulazione è stato scelto un modello di tipo lagrangiano a particelle perché particolarmente adatto a fornire una ricostruzione accurata della distribuzione spaziale locale degli inquinanti primari.

A partire dal dataset meteorologico MINNI (Zanini, 2009), descritto nel seguito e prodotto dal modello prognostico a mesoscala RAMS (Walko and Tremback, 2005), il sistema utilizzato in questo studio è la cascata di modelli costituita dal sistema Minerve/Swift-SurfPro-SPRAY, di cui si darà una descrizione più dettagliata nei paragrafi successivi. Gli inquinanti simulati, per cui si sono stimate le concentrazioni al suolo, sono i macroinquinanti convenzionali (SO₂, NO_x, CO e benzene), l'acido cloridrico e fluoridrico, l'ammoniaca, l'anidride solforosa, le polveri (PM₁₀ e PM_{2.5}), i microinquinanti organici (diossine, PCB e IPA) ed inorganici (metalli). Per i microinquinanti sono state stimate le deposizioni, nell'ipotesi che essi siano interamente veicolati dal particolato PM₁₀. La simulazione è stata condotta considerando l'anno meteorologico 2007. Per quanto riguarda la situazione emissiva è stato considerato quale anno di riferimento il 2010³.

7.1 Domini di simulazione

Le simulazioni sono state condotte su due differenti domini. Sul primo, denominato dominio 1 in Figura 7.1, sono stati calcolati gli impatti prodotti dalle aziende Enel, Enipower, Versalis, Basell, Sanofi, Sfir e Agusta. Sul secondo, denominato dominio 2, sono stati valutati gli impatti di Formica Ambiente e della discarica comunale RSU, site al di fuori

³ Si precisa, come già detto nei capitoli 5 e 6, che la necessità di stimare al meglio alcuni dati emissivi ha reso necessario in taluni casi il riferirsi a dati/documenti relativi ad anni successivi al 2010.

del dominio1. Le caratteristiche dei domini di simulazione utilizzati, mostrati nella Figura 7.1, sono riassunte nella Tabella 7.2.



Figura 7.1: domini di simulazione, denominati dominio 1 (rosso) e dominio 2 (verde)

Tabella 7.2: caratteristiche domini di simulazione

	Dominio 1		Dominio 2	
Estensione	50km x 65km		60km x 60km	
Risoluzione	500m		500m	
Coordinate X, Y del punto SO	UTM33	WGS34	UTM33	WGS34
	740000m, 4455000m		727000m, 4466000m	
Numero punti nella direzione X e Y	101x131		121x121	

Il profilo topografico, riportato in Figura 7.2 relativamente al dominio 1, indica che l'area in esame è pressoché pianeggiante. La principale disomogeneità è rappresentata dalla presenza del mare su entrambi i lati della penisola; tale discontinuità è causa del fenomeno delle brezze.

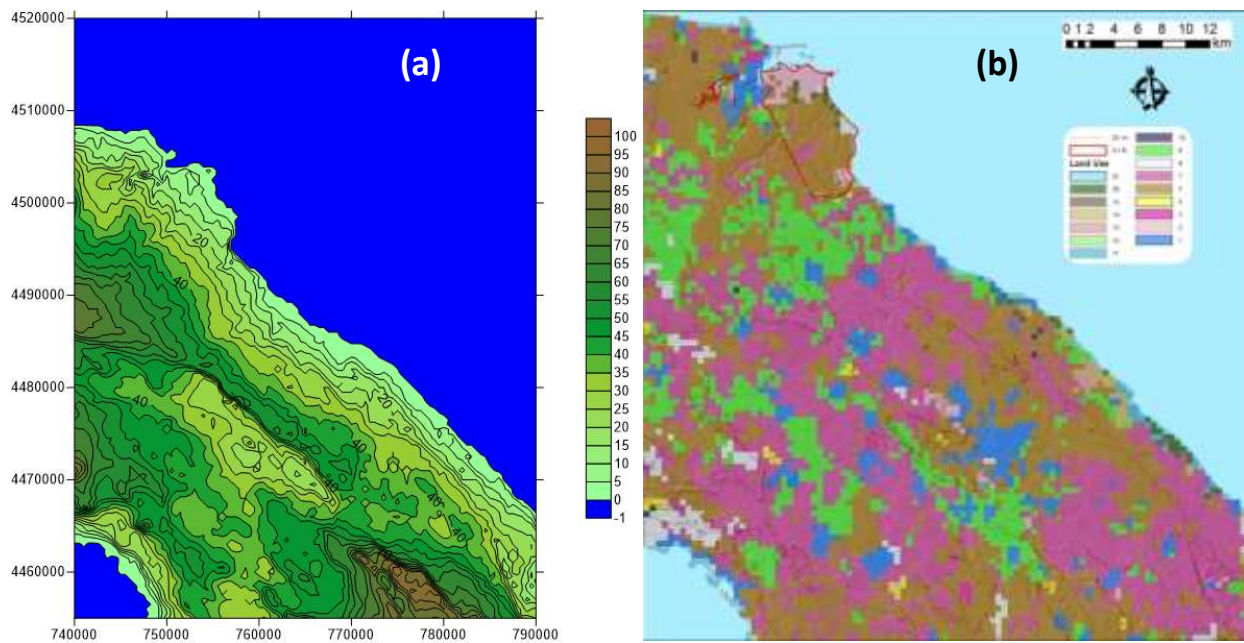


Figura 7.2: (a) topografia del dominio 1 di simulazione e (b) relativa land-use

1 = Urban fabric	12 = Mixed forest
2 = Industrial, commercial and transport units	13 = Natural grassland
3 = Airports	14 = Shrubs and heathland
4 = Other artificial surfaces	15 = Beaches, dunes, and sand plains
5 = Arable land (non-irrigated)	16 = Bare rock
6 = Rice fields	17 = Sparsely vegetated areas
7 = Permanent crops	18 = Glaciers and perpetual snow
8 = Pastures	19 = Inland wetlands
9 = Heterogeneous agricultural areas	20 = Coastal wetlands
10 = Broad-leaved forest	21 = Water bodies
11 = Coniferous forest	

L'estensione verticale dei 2 domini di simulazione per la ricostruzione meteorologica è pari a 5000m, con 15 livelli di calcolo espressi in metri sopra l'orografia: 0, 20, 50, 94, 156, 243, 364, 530, 755, 1061, 1471, 2020, 2751, 3720, 5000. Nella Figura 7.2b si riporta come esempio la mappa dell'uso del suolo relativa al dominio 1. I codici di uso del suolo sono definiti secondo una classificazione a 21 classi, ricavata dalla catalogazione standard internazionale CORINE a 44 classi (EEA Data Service), mediante accorpamento di alcune categorie, secondo la didascalia riportata sopra la Figura. Sono evidenti le aree urbane ed industriali (1 e 2=azzurro e rosa chiaro), le aree agricole (7=fucsia chiaro) e forestali (colore verde).

7.2 METEOROLOGIA

7.2.1 Analisi meteo-climatica dell'area di studio

Per caratterizzare e comprendere i meccanismi fisico-chimici che sono alla base del trasporto e della dispersione degli inquinanti, si riporta l'analisi meteo climatica relativa ai principali parametri meteorologici rilevati al suolo in alcune postazioni, situate sul dominio

di simulazione. Una prima caratterizzazione della meteorologia dell'area viene fornita dai dati climatologici (30 anni) delle stazioni dell'Aeronautica Militare di Brindisi (Aeroporto) e di Lecce (Galatina), i cui dati sono tratti da www.scia.sinanet.apat.it (Figura 7.3). Dal confronto tra le rose anemologiche, elaborate per i due siti, è possibile osservare la prevalenza dei venti dai quadranti nord-occidentali e sudorientali. La percentuale di calme di vento a Brindisi e a Lecce risultano rispettivamente pari al 22% e al 39%.

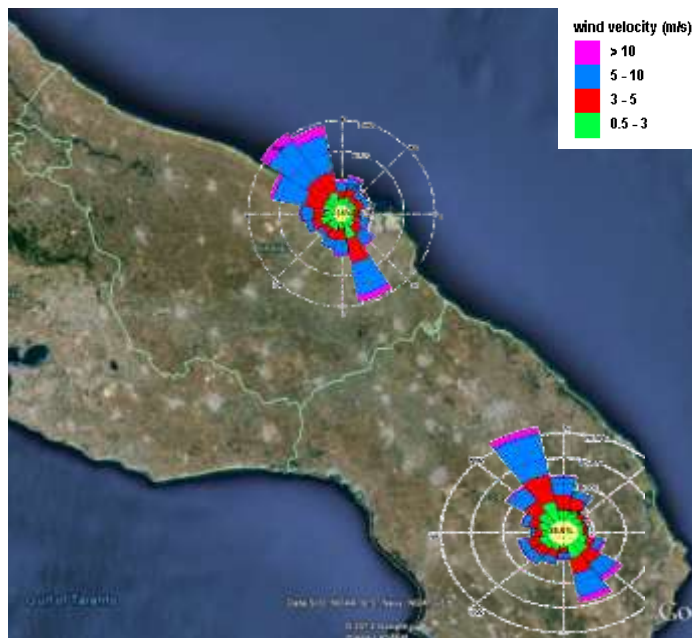


Figura 7.3: rose dei venti prodotte su dati climatologici (30 anni)

Di seguito una breve analisi dei dati di vento, rilevati al suolo nel periodo 2006-2011, presso la postazione Torchiarolo della rete di rilevamento della qualità dell'aria di ARPA Puglia e presso la centralina meteo della rete aziendale Enel. In Tabella 7.3 si elencano i parametri meteorologici misurati.



Figura 7.4: localizzazione delle centraline che misurano i parametri meteorologici

Tabella 7.3: caratteristiche delle postazioni meteorologiche

	Rete	Coordinate UTM (km)	Parametri misurati	Step temporale
Torchiarolo (10m)	Arpa - Puglia	E 758.842 N 4486.404	Vel. vento, dir. vento, temp., UR, pioggia	orario
Enel (10m-50m)	Centrale Enel	E 756.614 N 4494.053	Vel. vento, dir. vento, temp., UR, pioggia, RADST, RADSG	orario

Nelle figure successive si riportano le distribuzioni della direzione prevalente e della velocità del vento, rilevate in prossimità del suolo, le velocità medie e massime per settore di vento e la distribuzione in frequenza per classi di velocità presso la centralina Torchiarolo, relativamente al periodo 2006-2011 (Figure 7.5 e 7.6), e le postazioni di Enel relativamente al periodo 2006- 2010.

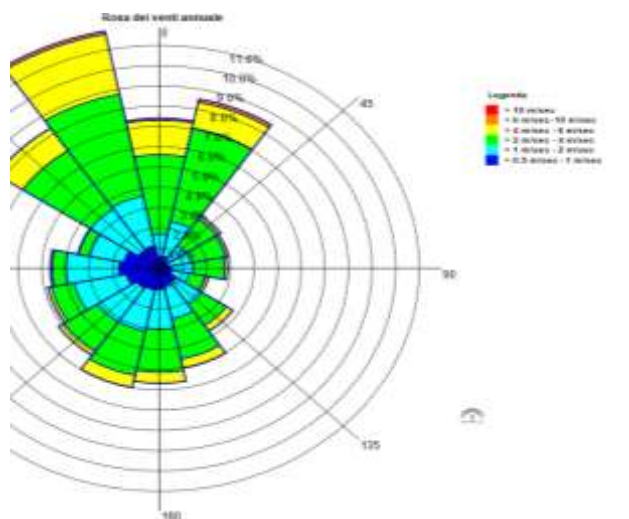


Figura 7.5: Rosa dei venti relativa al periodo 2006-2011 nella postazione di Torchiarolo

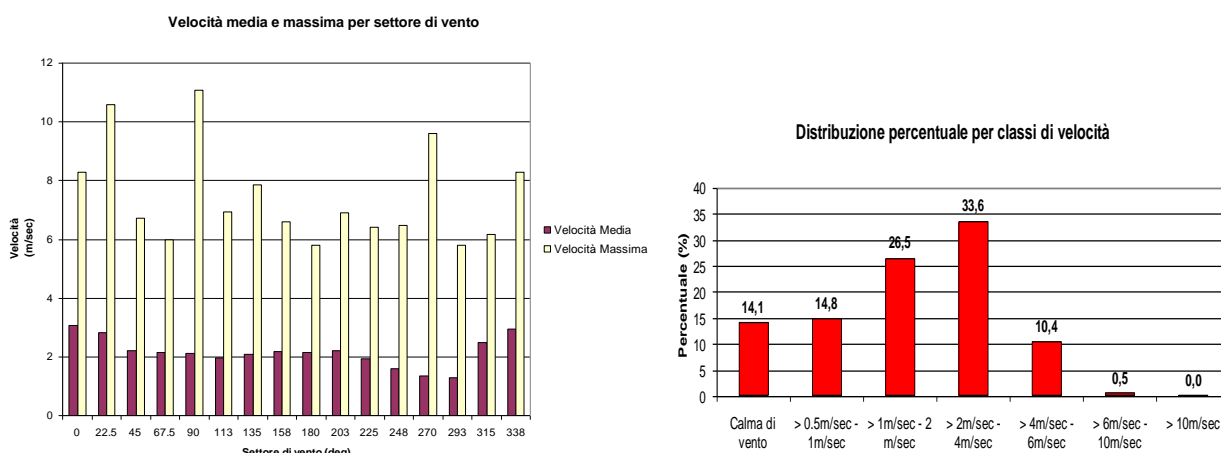


Figura 7.6: Velocità media e massima per settore di provenienza del vento e distribuzione percentuale per classi di velocità

L'analisi della distribuzione dei venti per settore di provenienza, effettuata sui dati orari acquisiti nel periodo 2006-2011 nella postazione di Torchiarolo, evidenzia come direzioni prevalenti del vento i settori NNO (12%), NE (8.5%) e NO (8.3%). Ai suddetti settori corrispondono venti mediamente più intensi (con velocità intorno ai 2.5m/sec). La percentuale di calme di vento (intese come le ore in cui la velocità è inferiore a 0.5 m/s) è pari al 14.1%; le velocità comprese tra i 0.5m/sec ed i 1 m/sec, tra 1 e 2 m/sec, 2 e 4 m/sec e superiori a 4 m/sec si manifestano rispettivamente con una frequenza di accadimento pari a 14.8%, a 26.5%, a 33.6% e a 10.9%.

In Figura 7.7 (a) e (b) sono invece mostrate le rose dei venti nella postazione Enel, rispettivamente al suolo e in quota. Di seguito, per le stesse postazioni vengono riportate le velocità medie e massime per settore di vento (Figura 7.8) e la distribuzione in frequenza per classi di velocità (Figura 7.9). Tali figure sono frutto dell'elaborazione dei dati di vento relativi al quinquennio 2006-2010.

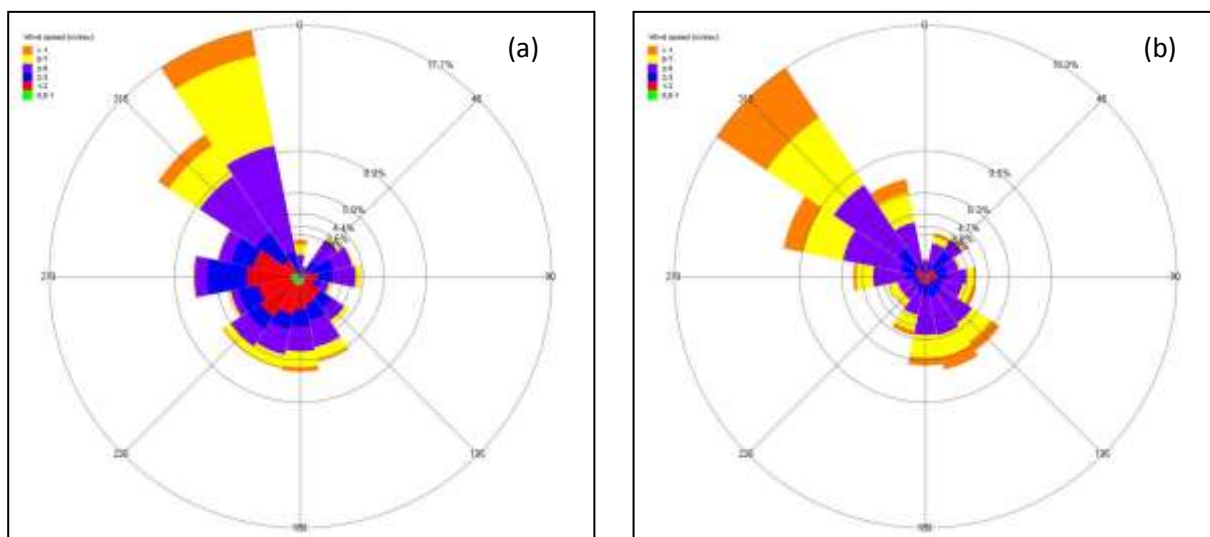


Figura 7.7: rosa dei venti nella postazione Enel al suolo (a) e in quota (b)(2006-2010)

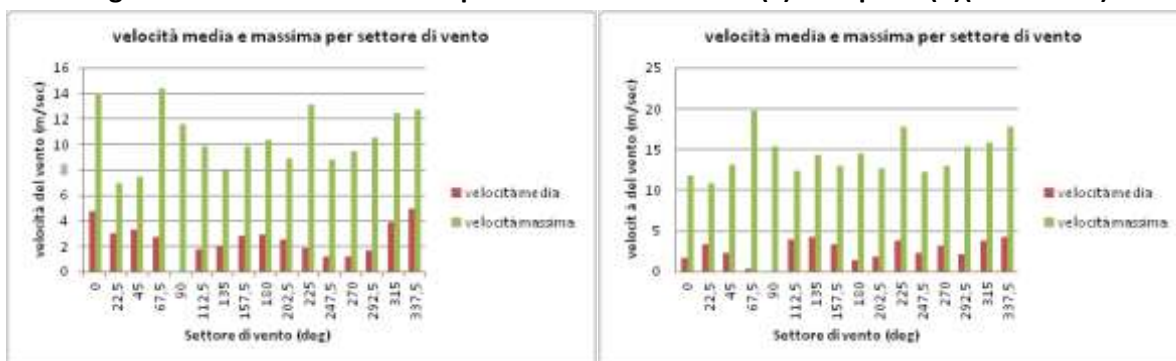


Figura 7.8: velocità media e massima per settore di vento misurate al suolo nella postazione Enel suolo ed Enel quota (2006-2010)

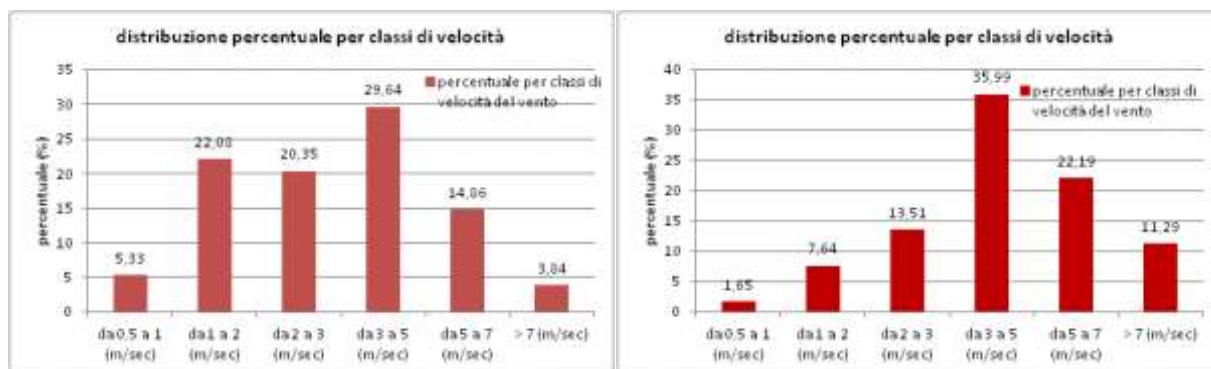


Figura 7.9: distribuzione in frequenza per classi di velocità misurate nella postazione Enel suolo ed Enel quota (2006-2010)

Nel caso della postazione Enel al suolo, l'analisi dei venti mostra come direzione prevalente di provenienza del vento il settore NNO, con una frequenza di accadimento pari al 17,5% e velocità medie intorno ai 4m/sec. A seguire, in ordine decrescente, si osservano venti provenienti dai settori ONO (7,6%) e S (6,7%) con velocità mediamente intorno ai 2m/sec. Nel caso della postazione in quota, la frequenza di accadimento più elevata, pari al 19% circa, corrisponde a venti provenienti da NO di intensità mediamente pari a 4m/sec. Seguono venti provenienti da SSE (6-7%) con velocità media pari a 2m/sec. La percentuale di calme di vento, intesa sempre come le ore in cui la velocità del vento è inferiore a 0,5 m/sec, è pari al 3,7% e al 7,7% per le postazioni al suolo e in quota rispettivamente.

7.2.2 Dataset MINNI 2007 e confronto con il dato osservato

La dimensione del dominio e le caratteristiche territoriali dell'area in esame necessitano di dati meteorologici, particolarmente quelli anemologici, ben distribuiti sul territorio e dotati di un certo grado di omogeneità e di affidabilità. Oltre a questo, date le caratteristiche dei modelli scelti, per poter tenere conto sia delle condizioni di flusso in prossimità del terreno che di quelle in quota, è necessario disporre sia di dati al suolo che di profili verticali. Entrambe le condizioni risultano infatti particolarmente importanti quando si deve simulare la dispersione di emissioni da sorgenti puntuali dotate di risalita termica (plume rise) dei pennacchi, che possono essere esposti anche a forti variazioni di flusso in quota, in grado di determinarne un cammino complesso. Si è quindi deciso di realizzare le simulazioni, utilizzando un dataset affidabile, in grado di garantire una copertura continua sul territorio sia attraverso dati in quota che su livelli verticali.

Il progetto MINNI (Modello Integrato Nazionale per la Negoziazione Internazionale) contiene i risultati di un sistema modellistico in grado di ricostruire a diverse scale il trasporto, la dispersione e le trasformazioni chimiche di inquinanti sull'intero territorio

italiano. La meteorologia per l'anno 2007 è stata prodotta attraverso l'applicazione del modello meteorologico prognostico RAMS (Regional Atmospheric Modeling System, versione 6.0, <http://atmet.com>), in modalità previsione mediante un sistema di griglie innestate a diverse risoluzioni. Il RAMS è un codice numerico molto versatile, sviluppato presso la Colorado State University e dalla divisione ASTER della Mission Research Corporation per la simulazione e la previsione dei fenomeni meteorologici (Pielke et al., 1992). L'approccio prognostico, che si basa sulla soluzione delle equazioni di termodinamica che governano l'atmosfera e che tramite opportune tecniche di nudging tiene anche conto delle osservazioni al suolo, offre migliori performance rispetto all'approccio diagnostico, le cui prestazioni risultano molto più dipendenti dalla qualità e dalla quantità dei dati meteorologici usati come input.

I campi meteorologici a 4 km di risoluzione sulla regione sono stati calcolati innestando la griglia a 4 km di risoluzione del Sud Italia (riquadro blu in Figura 7.10) in quella a 12 km di risoluzione estesa sul territorio nazionale (riquadro verde in Fig. 7.10).

Le informazioni meteorologiche provenienti dal dataset Minni a 4km di risoluzione orizzontale vengono poi riportate sui due domini di simulazione alla risoluzione di 500m mediante i codici Swift/Minerve e Surfpro del sistema modellistico Aria Industry. Ogni nodo del grigliato corrisponde ad una posizione dove sono presenti informazioni meteorologiche sia al suolo che fino ad oltre 5000m di quota.

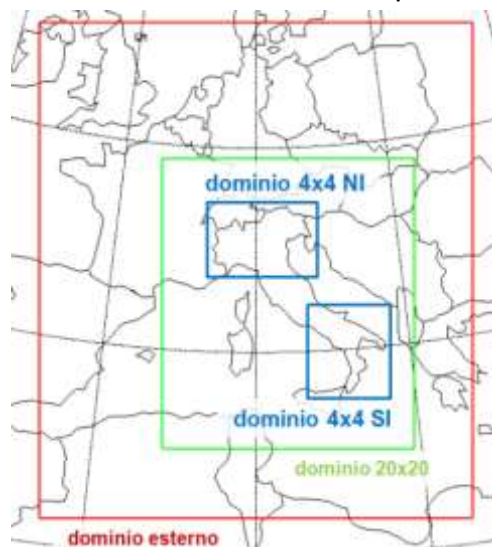


Figura 7.10: sistema di griglie innestate utilizzate in MINNI.

Al fine di valutare la capacità del modello nel ricostruire il campo anemologico del 2007 sull'area di studio, nelle figure successive si confrontano⁴ le rose dei venti (annuali e

⁴ Nel confronto tra il dato meteorologico modellato e quello misurato è opportuno tenere presente che il dato modellato è un dato mediato su un volume di cella ed il dato osservato è invece un dato puntuale, che tiene conto di effetti sub cella che il modello può non essere in grado di risolvere.

stagionali), modellate e misurate a Torchiarolo e nella postazione ENEL (alla quota di 10m e di 50m) relativamente all'anno 2007 .

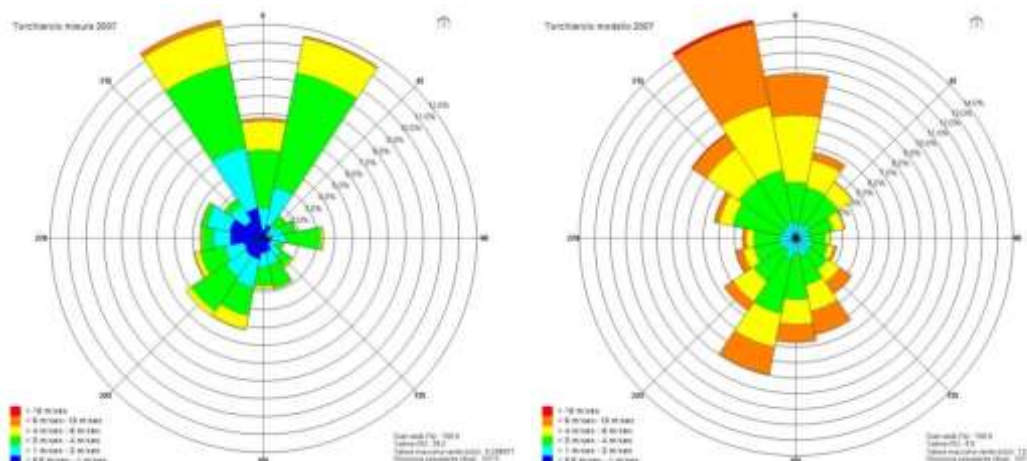


Figura 7.11: Rose dei venti: confronto misurato (sx)-modellato (dx) a Torchiarolo per il 2007

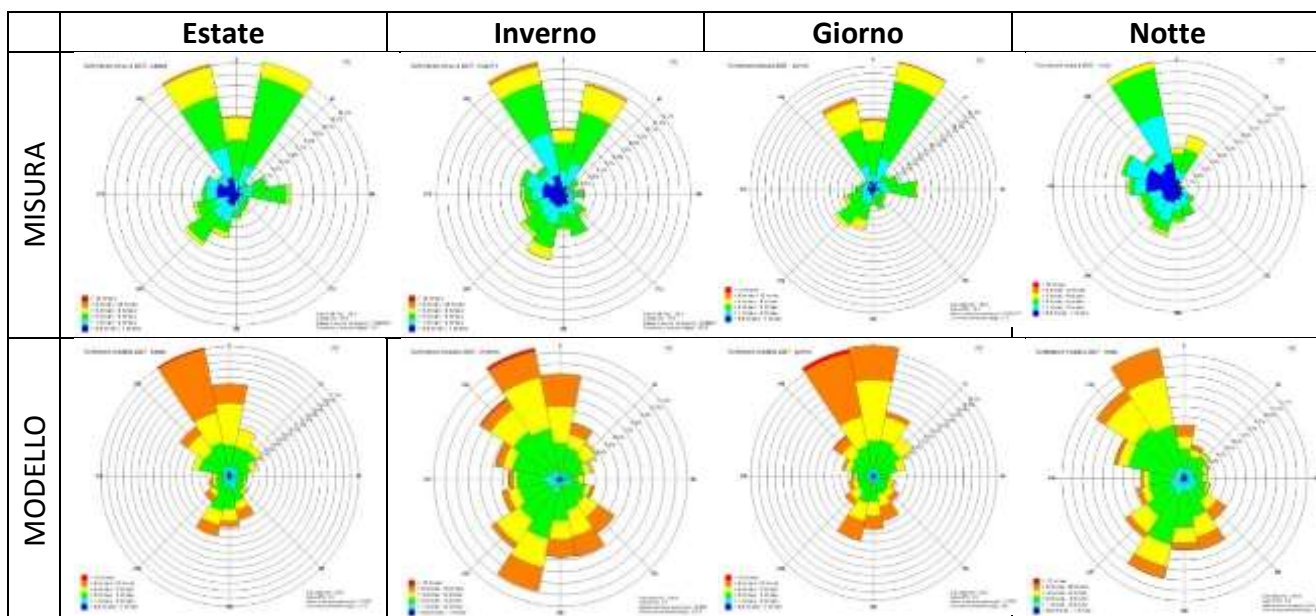


Figura 7.12: Rose dei venti: confronto misurato (sx)-modellato (dx) a Torchiarolo per il 2007, per stagioni

Il confronto nelle diverse postazioni mostra la capacità del modello a riprodurre le componenti da NO e quelle da SO, tipiche dell'area in esame. A Torchiarolo, probabilmente per la localizzazione in area urbana della postazione di misura, il confronto risulta peggiore rispetto alle due postazioni Enel. Sui dati osservati presso la postazione al suolo ed in quota ENEL si rileva una schermatura nei settori NNE (al suolo) e N (in quota)⁵ presumibilmente prodotta dalla presenza del camino multi canna della centrale ENEL.

⁵ Lo sfasamento del settore di vento in quota è presumibilmente dovuto ad un non corretto allineamento del puntatore Nord che produce un conseguente shift di un settore delle rose “misurate” rispetto a quelle “modellate”.

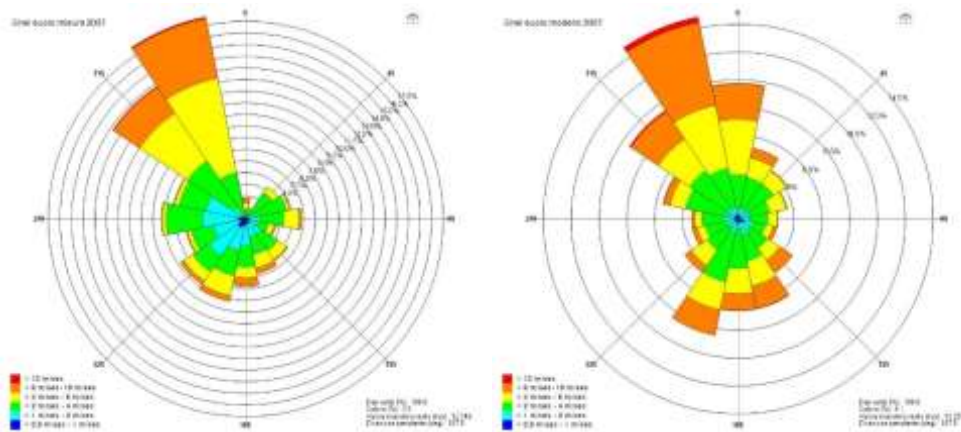


Figura 7.13: Rose dei venti: confronto misurato (sx)-modellato (dx) a Enel (suolo) per il 2007

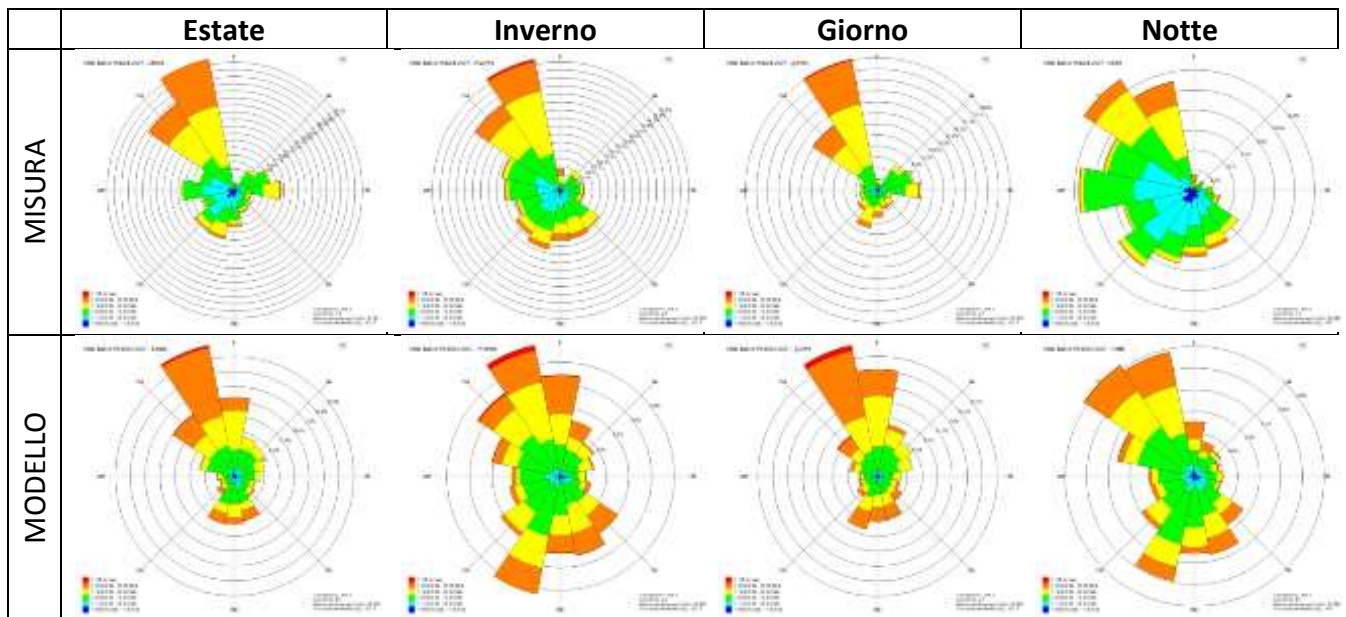


Figura 7.14: Rose dei venti: confronto misurato (sx)-modellato (dx) ad Enel suolo per il 2007, per stagioni

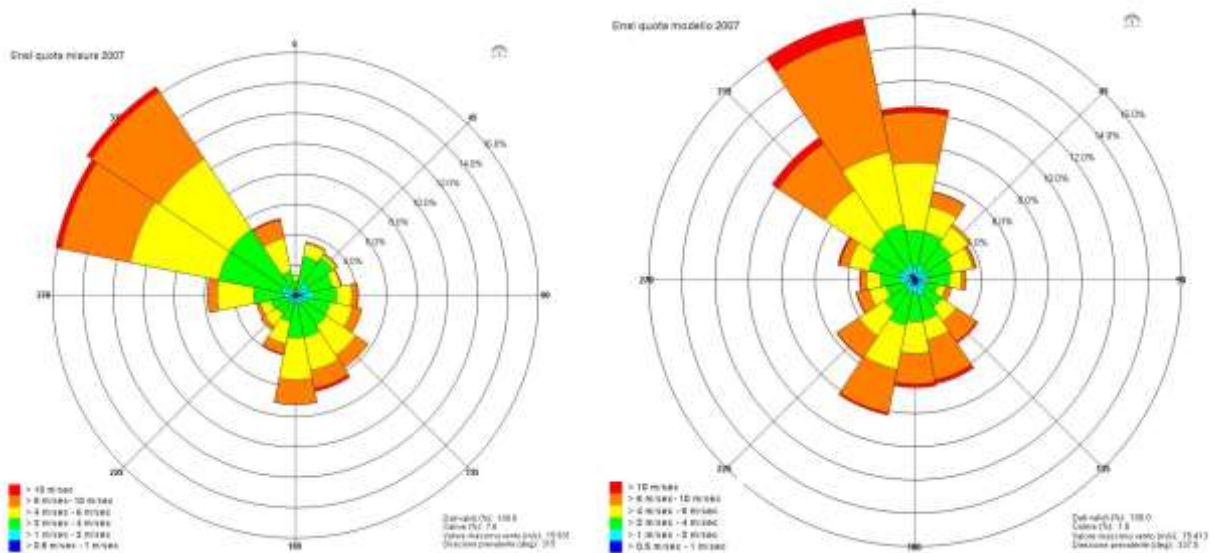


Figura 7.15: Rose dei venti: confronto misurato (sx)-modellato (dx) a Enel (50m) per il 2007

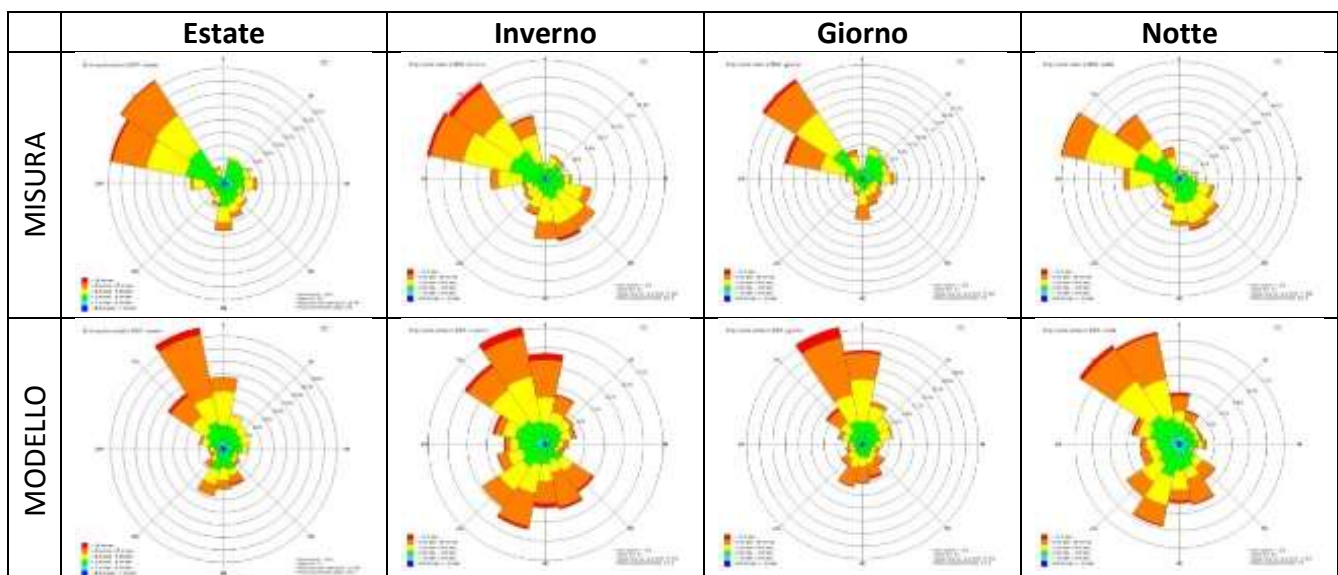


Figura 7.16: Rose dei venti: confronto misurato (sx)-modellato (dx) ad Enel quota per il 2007, per stagioni

7.3 Emissioni

Gli impianti industriali, considerati in questo studio, sono Enel ed Enipower Brindisi (la cui valutazione è stata oggetto di specifico report allegato), gli impianti Versalis, Basell-Lyondell, Sanofi-Aventis, Sfir Raffineria (i cui dati emissivi erano disponibili a partire dal 2011), Agusta Westland, Formica Ambiente e la discarica comunale RSU, sita in località Autigno (Brindisi). Non è stato invece considerato l'impianto Edipower (CTE a carbone), poiché attualmente non in esercizio. Le aree industriali dei suddetti impianti sono rappresentate in Figura 7.17.

Mentre per le centrali Enel ed Enipower è stata condotta una valutazione dettagliata ed esaustiva degli impatti prodotti (con riferimento all'anno 2010, anno per il quale si

avevano a disposizione dati completi), approfondendo e migliorando la stima delle relative emissioni in aria, per tutte le altre aziende dell'area brindisina, precedentemente elencate, la valutazione è avvenuta in modalità "speditiva", ovvero

- ❖ per le sorgenti convogliate non sono stati implementati dati emissivi provenienti da SME, laddove disponibili;
- ❖ è stata effettuata una valutazione dei migliori dati emissivi disponibili con riferimento agli anni 2010-11-12 e 2013 (es. report annuali AIA, dati C.E.T.); le emissioni delle sorgenti convogliate sono state modulate nel corso dell'anno a partire da profili di modulazione temporale annuali, settimanali e giornalieri, dedotti da letteratura, coerenti con il numero ore di funzionamento annuo, dichiarato dal gestore;
- ❖ le emissioni di tipo areale sono considerate costanti nel corso dell'anno;
- ❖ non si è tenuto conto degli impatti prodotti da attività di movimentazione/stoccaggio di combustibili/rifiuti;
- ❖ non sono stati trattate le fasi di impianto definite come "transitori" o eventi di accensione di sistemi di emergenza e sicurezza (torce).

Infine, si precisa che l'impianto di biostabilizzazione e produzione CDR della Nubile srl, pur essendo compreso nell'allegato C del regolamento regionale del 3/10/2012, non è stato considerato in questo studio poiché non si disponeva di stime alle emissioni e/o monitoraggi eseguiti con impianto in esercizio.



Figura 7.17: localizzazione delle aree industriali (aree colorate) considerate nella VDS

Nei prossimi paragrafi si descrivono in dettaglio per azienda le caratteristiche delle sorgenti emissive trattate.

7.3.1 ENEL ed ENIPOWER

Si rimanda al Rapporto preliminare di Valutazione del Danno Sanitario nell'area di Brindisi – Stabilimento Enel “Federico II” ed Enipower, nel quale vengono illustrate le caratteristiche delle sorgenti dei due impianti per ogni tipologia di sorgente emmissiva considerata.

7.3.2 VERSALIS (ex POLIMERI)

Le sorgenti emissive modellate dello stabilimento petrolchimico Versalis (ex Polimeri) sono di tipo puntuale (21 sorgenti convogliate) ed areale (7 poligoni). La Figura 7.18 mostra la localizzazione delle sorgenti considerate nelle simulazioni. L'impianto si colloca sulla costa orientale, a circa 4km ad est dal centro del comune di Brindisi.

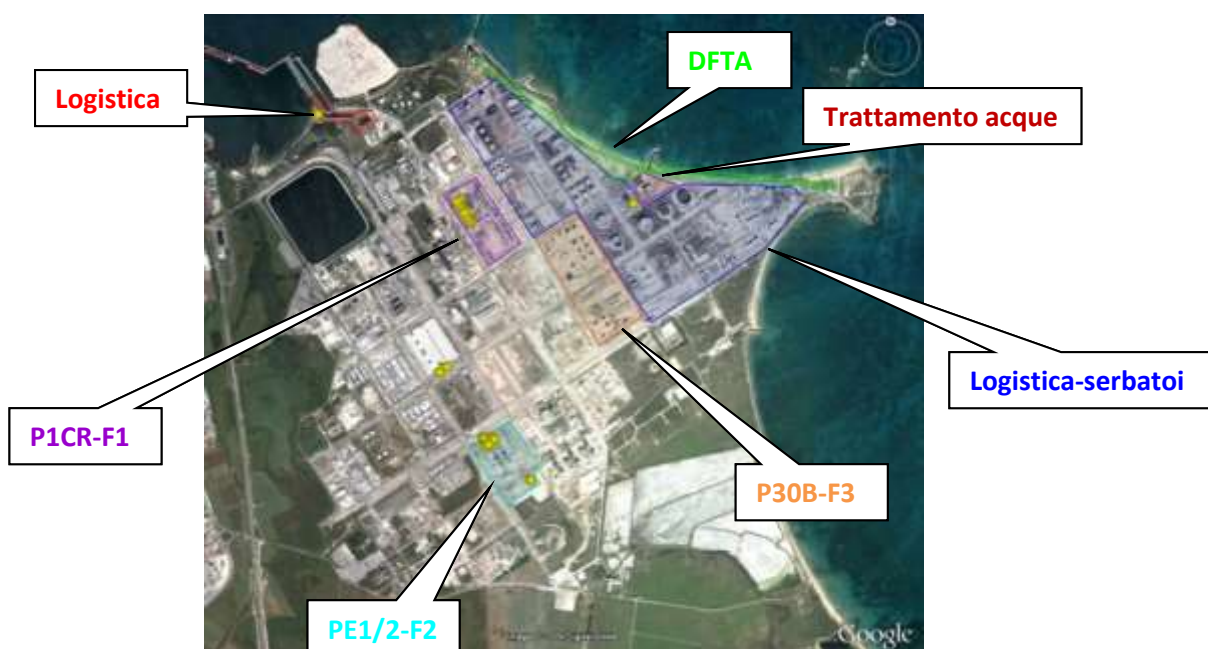


Figura 7.18: localizzazione delle sorgenti puntuali (punti gialli sulla mappa) ed areali (aree colorate) simulate per Versalis

Nella Tabella 7.4 si riportano le caratteristiche delle sorgenti convogliate simulate.

Tabella 7.4: caratteristiche dei camini Versalis

ID camino	Attività	Coordinate UTM (m)	Altezza (m)	Diametro (m)	Temp. (°C)	Velocità dei fumi (m/s)	Ore funzionamento
E101	Forni di raffineria	753494E - 4503186N	36	1.20	95	18.2	8760
E102	Forni di raffineria	753483E -4503205N	36	1.20	95	18.2	8760
E103	Forni di raffineria	753470E -4503225N	36	1.20	95	18.2	8760
E104	Forni di raffineria	753458E -4503244N	36	1.20	95	18.2	8760

E105	Forni di raffineria	753446E -4503264N	36	1.20	95	18.2	8760
E106	Forni di raffineria	753503E -4503174N	36	0.90	95	9.8	8760
E107	Forni di raffineria	753464E -4503316N	25	0.81	350	25	3300
E108	Forni di raffineria	753434E -4503282N	43.5	1.75	125	11.8	8760
E77	Polietilene bassa/alta densità	753802E -4501847N	25	6.67	900	0.77	8440
E78	Polietilene bassa/alta densità	753581E -4502066N	38	0.68	25	5	50
E79	Polietilene bassa/alta densità	753589E -4502066N	38	0.68	80	5	35
E80	Immagazzinamento e trasporto di prodotti chimici organici	752730E -4503746N	25	0.17	25	13	1025
E51	Trattamento acque reflue industriali	754326E -4503244N	20	0.45	350	24.2	8760
MS 8051	Polietilene bassa/alta densità	753581E -4502066N	37	0.20	25	26.7	167
MS 8099	Polietilene bassa/alta densità	753620E -4502296N	20	0.25	25	18.4	8224
MS 8124	Polietilene bassa/alta densità	753608E -4502341N	29	0.25	25	18.4	1732
MS 8164	Polietilene bassa/alta densità	753395E -4502681N	23	0.25	25	25.5	3154
MS 8351	Polietilene bassa/alta densità	753589E -4502066N	37	0.20	25	26.7	377
MS 8399	Polietilene bassa/alta densità	753636E -4502305N	20	0.25	25	18.4	8279
MS 8424	Polietilene bassa/alta densità	753619E -4502339N	29	0.25	25	25.5	3342
MS 8464	Polietilene bassa/alta densità	753434E -4502708N	23	0.25	25	25.5	2643

Per stimare le emissioni di tali sorgenti sono stati consultati i report riassuntivi che il gestore ha trasmesso in ottemperanza all'AIA (Decreto DVA-2011-514 del 16/9/2011) per gli anni 2011-2013, i dati del catasto delle emissioni territoriali (CET) ed i dati dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera INEMAR Puglia (2010). In Tabella 7.5 si riportano le emissioni totali stimate per le sorgenti convogliate.

Tabella 7.5: emissioni convogliate totali per Versalis

	NOx (tonn/anno)	SO2 (tonn/anno)	CO (tonn/anno)	PM10- PM2.5 (tonn/anno)	VOC (tonn/anno)	C6H6 (tonn/anno)	BaP (Kg/anno)
Emissioni totali convogliate	239	21	19	3.3	1077	34.9	0.000091

Le emissioni areali considerate provengono dalle aree, indicate in Fig. 7.18, relative agli impianti di seguito elencati: impianto di craking (P1CR-F1); impianto di produzione Polietilene (PE1/2 - F2); impianto produzione Butadiene (P30B-F3); aree di stoccaggio prodotti (Logistica-serbatoi); altre aree di stoccaggio materiale (Logistica); aree tecnicamente connesse di scarico in torcia e distribuzione gas (DFTA) ed impianto di

trattamento acque. La relativa stima delle emissioni è stata effettuata confrontando i dati dei rapporti riassuntivi AIA (2011-13) con le stime dell'Inventario INEMAR 2010 ed utilizzando cautelativamente le stime emissive più elevate. In Tabella 7.6 si riportano le emissioni totali considerate per singolo impianto. Si specifica che la stima del benzene si riferisce nel caso delle emissioni diffuse a quanto rappresentato dal gestore negli autocontrolli (report riassuntivi AIA) e nel caso delle emissioni puntuali da specifici fattori di emissione presenti in letteratura per le attività emissive di pertinenza del petrolchimico.

Tabella 7.6: caratteristiche delle emissioni diffuse ed emissioni per ciascuna area

AREE	Emissioni VOC (t/anno)	C6H6 (t/anno)
Logistica	51	0.2
P1CR - F1	272	6.8
PE1/2 - F2	75	
P30B-F3	19	
Logistica -serbatoi	10	4.5
Impianto trattamento acque	0.83	
DFTA	10	0.00017
TOTALE	438	11.5

7.3.3 Basell Lyondell

La Basell, impianto per la produzione di resine di polipropilene, si colloca ad ovest rispetto all'impianto Versalis ed a circa 3.5 km ad est dal centro del comune di Brindisi. Per tale stabilimento le sorgenti emissive considerate sono sia di tipo puntuale (28 sorgenti convogliate) che areale. Le emissioni areali sono state attribuite all'intera area occupata dall'impianto. La Figura 7.19 mostra la localizzazione delle sorgenti considerate nelle simulazioni.



Figura 7.19: Area industriale della Basell con localizzazione delle sorgenti simulate puntuali (punti gialli sulla mappa) ed areale (area blu)

In Tabella 7.7 sono indicate le caratteristiche dei camini simulati, acquisite dal CET. Per le sorgenti convogliate la stima delle emissioni è stata effettuata a partire dall'analisi sia dei dati dell'inventario INEMAR (2010) che degli autocontrolli riportati nel CET. Per le emissioni areali la relativa stima è avvenuta a partire dall'analisi dei dati INEMAR e dei rapporti ispettivi LDAR. In Tabella 7.8 si riportano le emissioni totali di tipo areale e convogliato considerate nello studio.

Tabella 7.7: caratteristiche dei camini

ID camino	Attività	Coordinate UTM (m)	Altezza (m)	Diametro (m)	Temp. (°C)	Velocità dei fumi (m/s)	Ore funzionamento
E12 (8/P9T)	Processi nelle industrie chimiche organiche: Polipropilene	753071E-4502855N	31	0.40	35	2.7	12
E12b (9/P9T)		753071E-4502855N	33	0.20	35	12.4	200
E22 (10/P9T)		753242E-4502666N	20	0.23	35	7.5	200
E35 (35/PP2)		753071E-4502855N	37	0.27	40	5.9	8400
E39A (39A/PP2)		753071E-4502855N	28	0.32	35	4.9	4200
E39B (39B/PP2)		753071E-4502855N	28	0.32	35	4.9	4200
E40 (40/P9T)		753071E-4502855N	22	0.50	70	16.6	8400
E41 (41/PP2)		753071E-4502855N	26	0.54	70	11.1	8400
E7 (20/PP2)		753071E-4502855N	27	0.25	35	6.9	150
E8 (21/PP2)		753071E-4502855N	27	0.25	35	6.9	150
E1 (1/P9T)		753016E-4502945N	6	0.05	30	1.2	70
E11 (7/P9T)		753071E-4502855N	31	0.40	35	2.7	12
E13 (11/P9T)		753025E-4503100N	7	0.25	20	5.3	500
E14 (12/P9T)		753099E-4502791N	20	0.20	20	8.2	100
E15 (13/P9T)		753068E-4502947N	27.5	0.10	20	16.5	2000
E26 (26/P9T)		752999E-4502846N	2	0.03	20	5.3	8400
E27 (27/PP2)		752908E-4502806N	14	0.05	55	0.7	8400
E3 (3/P9T)		752692E-4502663N	6	0.05	35	1.2	70
E31 (31/P9T)		752999E-4502846N	11	0.11	20	12.5	300
E32 (32/P9T)		753071E-4502855N	31	0.40	35	2.7	50
E33 (33/P9T)		753071E-4502855N	31	0.40	35	2.7	50
E34 (34/P9T)		753071E-4502855N	4	0.15	20	11	150
E36A (36A/PP2)		753071E-4502855N	4	0.12	35	2.1	4200
E36B (36B/PP2)		753071E-4502855N	4	0.12	35	2.1	4200
E37A (37A/PP2)		753071E-4502855N	27	0.25	20	6.9	25
E37B (37B/PP2)		753071E-4502855N	27	0.25	20	6.9	25
E38 (38/PP2)	752908E-4502806N	7	0.12	35	2.1	8400	
E9 (22/PP2)	753071E-4502855N	25	0.35	35	4.3	8000	

Tabella 7.8: totale emissioni convogliate e areali

	PTS-PM10 (tonn/anno)	VOC (tonn/anno)
Emissioni totali convogliate	0.03	0.013
Emissioni diffuse	-	44

7.3.4 Sanofi Aventis

La Sanofi Aventis, impianto per la produzione di prodotti farmaceutici di base, si trova in prossimità del seno di levante del porto di Brindisi, a meno di 1km ad est dal centro cittadino. Le sorgenti emissive trattate sono di tipo puntuale (3 sorgenti convogliate) ed areale (3 aree attorno alle sorgenti convogliate di estensione rispettiva pari a 1000m²). La Figura 7.20 mostra la localizzazione delle sorgenti considerate nelle simulazioni.



Figura 7.20: Area industriale della Sanofi (poligono celeste) con localizzazione delle sorgenti puntuali (punti gialli sulla mappa) ed areali (quadrati rossi nell'immagine a destra) simulate

In Tabella 7.9 sono indicate le caratteristiche dei 3 camini simulati.

La stima delle emissioni è avvenuta a partire dai dati dell'inventario INEMAR (2010) e dagli autocontrolli riportati nel CET (ai sensi del provvedimento autorizzativo regionale n° 132, dell' 08/06/2011).

Tabella 7.9: caratteristiche dei camini

ID camino	Attività	Coordinate UTM (m)	Altezza (m)	Diametro (m)	Temp. (°C)	Velocità dei fumi (m/s)	Ore funzionamento
E1	Caldaie con potenza termica < 50 MW	749915E - 4503171N	30	2	120	3	8760
E2	Sintesi di prodotti farmaceutici	750217E -4503228N	15	0.5	69	8.1	8760
E3	Sintesi di prodotti farmaceutici	750114E -4503026N	9	0.08	20	3	8760

In Tabella 7.10 sono indicate le emissioni totali per le sorgenti convogliate considerate nelle simulazioni.

Tabella 7.10: emissioni totali convogliate

Macro/micro inq.	Unità di misura	Emissioni convogliate totali
NOx	(t/anno)	5.145
SO2	(t/anno)	0.077
CO	(t/anno)	0.100
PTS-PM10	(t/anno)	0.133
VOC	(t/anno)	0.545
C6H6	(t/anno)	0.004
HCl	(t/anno)	0.006
NH3	(t/anno)	0.022
As	(kg/anno)	0.020
Cr	(kg/anno)	0.137
Cu	(kg/anno)	0.083
Hg	(kg/anno)	0.040
Ni	(kg/anno)	0.205
Pb	(kg/anno)	0.049
Zn	(kg/anno)	2.832
PCDD/F	(g I-TEQ/anno)	0.00084

In tabella 7.11 si riportano le emissioni totali areali considerate.

Tabella 7.11: emissioni diffuse totali

	PM10 (t/anno)	VOC (t/anno)	C6H6 (t/anno)	NH3 (t/anno)
Emissioni diffuse totali	4.426E-05	4.6E-05	4.128E-06	4.618E-05

7.3.5 Sfir

L'impianto SFIR, per la raffinazione dello zucchero greggio di canna con annesso impianto di cogenerazione, si colloca nell'area industriale del porto di Brindisi, sempre ad est del centro cittadino. Le sorgenti emissive considerate sono di tipo puntuale (9 sorgenti

convogliate). La Figura 7.21 mostra la localizzazione delle sorgenti, mentre in tabella 7.12 sono riassunte le relative caratteristiche.



Figura 7.21: localizzazione delle sorgenti puntuali simulate Sfir (punti gialli sulla mappa)

Tabella 7.12: caratteristiche dei camini

ID camino	Attività	Coordinate UTM (m)	Altezza (m)	Diametro (m)	Temp. (°C)	Velocità dei fumi (m/s)	Ore funzionamento
E2	saturazioni	750432E-4502643N	25.7	0.9	90	6.6	7920
E3	impianto calce	750416E-4502625N	19	0.16	40	2	160
E4	generatore vapore	750412E-4502586N	30	1.2	200	13.8	7920
E5	motore a comb. Int.	750391E-4502558N	40	1.6	200	12.7	7920
E6	motore a comb. Int.	750391E-4502554N	40	1.6	200	12.7	7920
E9	essiccazione e raffredd. zucchero	750455E-4502726N	27	1.81	80	14.1	7920
E10	essiccazione e raffredd. zucchero	750451E-4502698N	27	1.81	80	16.9	7920
E11	Depolv. silo zucchero	750473E-4502790N	20	1.2	40	10.3	5280
E12	depolverizz. confez. zucchero	750429E-4502764N	13.5	0.5	40	14.2	5280

La stima delle emissioni convogliate è avvenuta consultando i certificati riportati nel CET e considerando, in via cautelativa, il dato di emissione massima calcolato. Per quel che riguarda gli inquinanti non presenti nel CET, sono state effettuate delle stime emissive ad hoc sulla base della relazione tecnica resa disponibile in ambito AIA.

In Tabella 7.13 sono mostrate le emissioni totali considerate sia per i macroinquinanti che per i microinquinanti.

Tabella 7.13: totale emissioni convogliate

MACRO	<i>unità di misura</i>	
NOx	<i>tonn/anno</i>	114.6
CO	<i>tonn/anno</i>	77.4
PM10/PTS	<i>tonn/anno</i>	8.02
VOC	<i>tonn/anno</i>	2.69
C6H6	<i>tonn/anno</i>	0.0009
HCl	<i>tonn/anno</i>	0.072
NH3	<i>tonn/anno</i>	4.68
HF	<i>tonn/anno</i>	0.072
PM2.5	<i>tonn/anno</i>	6.48
HBr	<i>tonn/anno</i>	0.072
CH2O	<i>tonn/anno</i>	0.173
MICRO		
BaP	<i>kg/anno</i>	0.072
Be	<i>kg/anno</i>	0.072
As	<i>kg/anno</i>	0.155
Cd	<i>kg/anno</i>	0.072
Cr totale	<i>kg/anno</i>	21.6
Cr (VI)	<i>kg/anno</i>	0.072
Cu	<i>kg/anno</i>	43.2
Hg	<i>kg/anno</i>	14.5
Ni	<i>kg/anno</i>	258.9
Pb	<i>kg/anno</i>	10.1
Se	<i>kg/anno</i>	1.440
Mn	<i>kg/anno</i>	89.2
V	<i>kg/anno</i>	4.3
PCDD+PCDF	<i>g I-TEQ/anno</i>	0.00023

7.3.6 Agusta Westland

L'impianto Agusta Westland Spa, per la progettazione, produzione di componenti e sistemi sia metallici che in materiali compositi per strutture aeronautiche, è situato in contrada S. Teresa Pinti, a nord-ovest rispetto al comune di Brindisi. Le sorgenti emissive considerate sono di tipo puntuale (22 sorgenti convogliate). La Figura 7.22 mostra la localizzazione delle sorgenti trattate, mentre in tabella 7.14 sono riassunte le relative caratteristiche.



**Figura 7.22: Area industriale Agusta (poligono fucsia):
localizzazione delle sorgenti puntuali simulate (punto giallo sulla mappa)**

Tabella 7.14: caratteristiche dei camini Agusta

ID camino	Attività	Coordinate UTM (m)	Altezza (m)	Diametro (m)	Temp. (°C)	Velocità dei fumi (m/s)	Ore funzionamento
E5	Galvanizzazione	746718E - 4506553N	13	0.96	19	7.5	7920
E6	Galvanizzazione	746718E - 4506553N	13	0.96	19	4	7920
E7	Galvanizzazione	746718E - 4506553N	13	0.96	18.5	4.4	7920
E8	Galvanizzazione	746718E - 4506553N	13	0.96	19.5	3.1	7920
E13	Galvanizzazione	746718E - 4506553N	13	0.76	20	11.4	5120
Ei3	Galvanizzazione	746718E - 4506553N	12	1.13	24	19.5	990
E14	Sgrassaggio metalli	746718E - 4506553N	4.7	0.52	17.5	20.14	2200
E15	Sgrassaggio metalli	746718E - 4506553N	3.5	0.50	18.5	20.2	2200
Em6	Sgrassaggio metalli	746718E - 4506553N	10.3	0.35	24	23.5	2200
Em8	Sgrassaggio metalli	746718E - 4506553N	12.7	0.65	24	15.1	2200
Ei6	Sgrassaggio metalli	746718E - 4506553N	12.5	0.60	22	19.7	2200
Ei6bis	Sgrassaggio metalli	746718E - 4506553N	12.5	0.42	18	22.1	2200
E1	Caldaie con potenza termica < 50 MW	746718E - 4506553N	13	0.70	160	4.6	3960
E2	Caldaie con potenza termica < 50 MW	746718E - 4506553N	13	0.70	160	4.6	3960
E3	Caldaie con potenza termica < 50 MW	746718E - 4506553N	13	0.70	160	4.6	3960
E35	Caldaie con potenza termica < 50 MW	746718E - 4506553N	21.4	0.45	187	5	3960
E36	Caldaie con potenza termica < 50 MW	746718E - 4506553N	21.4	0.45	175	5	3960
E37	Caldaie con potenza termica < 50 MW	746718E - 4506553N	21.4	0.45	168	5	3960
E31	Verniciatura	746718E - 4506553N	13	2.30	19	21	2200
E32	Verniciatura	746718E - 4506553N	13	2.30	19	21	3200
E33	Verniciatura	746718E - 4506553N	13	2.30	19.5	21	3200
E34	Verniciatura	746718E - 4506553N	13	2.30	19.5	21	3200

La stima delle emissioni è stata ottenuta dall'analisi dei dati dell'inventario regionale INEMAR (2010) e dei dati riportati nel CET (anni 2010-2013).

Le emissioni totali sono riassunte in tabella 7.15.

Tabella 7.15: totale emissioni convogliate

MACRO	<i>unità di misura</i>	Emissione
NOx	<i>t/anno</i>	7.4
SO2	<i>t/anno</i>	45
CO	<i>t/anno</i>	0.459
PM10/PTS	<i>t/anno</i>	2.754
VOC	<i>t/anno</i>	2.912
C6H6	<i>t/anno</i>	0.005
HCl	<i>t/anno</i>	15.6
PM2.5	<i>t/anno</i>	2.523
H2S	<i>t/anno</i>	0.030
MICRO		
As	<i>kg/anno</i>	0.026
Cd	<i>kg/anno</i>	0.026
Cr totale	<i>kg/anno</i>	15.0
Cr (VI)	<i>kg/anno</i>	4.486
Cu	<i>kg/anno</i>	0.055
Hg	<i>kg/anno</i>	0.024
Ni	<i>kg/anno</i>	0.008
Pb	<i>kg/anno</i>	1.197
Se	<i>kg/anno</i>	0.044
Zn	<i>kg/anno</i>	0.024
PCDD+PCDF	<i>g I-TEQ/anno</i>	0.00025

7.3.7 Discarica Comunale RSU

L'area della discarica comunale di RSU è ubicata in C.da Autigno, in Agro di Brindisi, a circa 10 km ad Ovest dal centro abitato di Brindisi ed è prossima ai limiti amministrativi dei comuni di San Vito dei Normanni e di Carovigno. Le sorgenti emissive trattate sono di tipo puntuale (2 sorgenti convogliate) ed una areale (con emissioni attribuite all'intera area occupata dall'impianto (circa 15 ettari)). La Figura 7.23 mostra la localizzazione delle sorgenti considerate nelle simulazioni. In tabella 7.16 sono invece indicate le caratteristiche delle 2 sorgenti convogliate.



Figura 7.23: (sx) Area discarica comunale RSU (poligono verde), (dx) zoom su localizzazione delle sorgenti puntuali (punti gialli sulla mappa) ed areale (poligono verde) simulate

Tabella 7.16: caratteristiche dei camini

ID camino	Attività	Coordinate UTM (m)	Altezza (m)	Diametro (m)	Temp. (°C)	Velocità dei fumi (m/s)	Ore funzionamento
E1	gruppo elettrogeno	734037E - 4502590N	5	0.30	550	10	8760
E2	torcia discarica	734039E -4502563N	5	1.00	1020	10	8760

I dati fisici e le emissioni delle sorgenti convogliate sono stati ricavati dai rapporti di prova del 2009-10 e dai dati presenti nell'inventario regionale INEMAR (2010).

Le emissioni areali sono state stimate a partire dal monitoraggio di H₂S, effettuato con il laboratorio mobile di ARPA Puglia nei pressi della discarica nel corso di una campagna di monitoraggio, svoltasi dal 20 novembre 2007 al 30 aprile 2008. L'NH₃ è stato ricavato considerando il 5% dell'emissione di H₂S in base ai dati di letteratura in termini di contenuto medio nel biogas (fonte: International Energy Agency - IEA Bioenergy).

La tabella 7.17 riporta le emissioni totali, convogliate e di tipo areale, considerate nella simulazione.

Tabella 7.17: emissioni totali convogliate ed areali per i macroinquinanti

	NO _x	SO ₂	CO	PTS-PM ₁₀	HCl	HF	H ₂ S	NH ₃
Unità di misura	(t/anno)	(t/anno)	(t/anno)	(t/anno)	(t/anno)	(t/anno)	(t/anno)	(t/anno)
Emissioni totali convogliate	26.515	2.277	9.580	0.021	0.089	0.067		
Emissioni totali areali							13.761	0.688

7.3.8 Discarica Formica Ambiente

La piattaforma polifunzionale per il recupero, trattamento e stoccaggio di rifiuti (pericolosi e non), gestita dalla Società Formica Ambiente, è situata in C.da Formica in Agro di Brindisi

a circa 10 km ad Ovest dal centro abitato di Brindisi. Le sorgenti emissive trattate sono di tipo puntuale (2 sorgenti convogliate) ed areale (con emissioni attribuite all'intera area occupata dall'impianto). La Figura 7.24 mostra la localizzazione delle sorgenti considerate nelle simulazioni. In tabella 7.18 sono invece indicate le caratteristiche delle 2 sorgenti convogliate.



Figura 7.24: (sx) Area discarica Formica Ambiente (poligono celeste): (dx) zoom su localizzazione delle sorgenti puntuali (punti gialli sulla mappa) ed areali (poligono celeste) simulate

Tabella 7.18: caratteristiche dei camini

ID camino	Attività	Coordinate UTM (m)	Altezza (m)	Diametro (m)	Temp. (°C)	Velocità dei fumi (m/s)	Ore funzionamento
EC1	Biofiltro	735178E - 4502958N	1.2	24	20	0.03	2400
EC2	Silo stoccaggio	735211E -4502987N	11	0.2	20	1.77	8760

Per le due sorgenti convogliate le emissioni totali sono state stimate sulla base dei limiti emissivi imposti dall'iter autorizzativo (prima AIA D.D. n. 348 del 05/06/2008 e successivo rinnovo - D.D. n. 4 del 23/01/2014), ridotti del 20% in attuazione della L.R. 7/99.

Per la sorgente areale l'emissione è stata ottenuta applicando alla stima fornita dall'inventario regionale INEMAR (2010) un fattore correttivo, analogo a quello calcolato per Autigno.

Nella Tabella 7.19 si riportano le emissioni totali convogliate ed areali, considerate nella modellizzazione.

Tabella 7.19: emissioni totali convogliate ed areali

Unità di misura	PTS-PM10 (t/anno)	H2S (t/anno)	NH3 (t/anno)
Emissioni totali convogliate	1.56		
Emissioni totali areali		3.23	0.16

7.3.9 Emissioni totali

Nella Tabella 7.20 si riportano le emissioni di tutti gli impianti distinte per tipologia (convogliate e areali). Si precisa che tali stime si riferiscono all'anno 2010, ma per alcuni impianti, per i quali non si disponevano di informazioni oppure risultavano non in esercizio (ad es. SFIR) al 2010, sono stati considerati dati più recenti.

Si rammenta inoltre che la stima delle emissioni areali, mostrata per la centrale Enel nella suddetta tabella, comprende le emissioni prodotte dall'erosione eolica del parco carbonile, dalla movimentazione, dal traffico e dalle attività portuali.

Tabella 7.20: emissioni totali per inquinante utilizzate per le simulazioni (scenario emissivo base 2010)

		ENEL		Enipower	Polimeri		Basell		Sanofi		Agusta	SFIR	Autigno		Formica	
		convogliate	areali	convogliate	convogliate	areali	convogliate	areali	convogliate	areali	convogliate	convogliate	convogliate	areali	convogliate	areali
NOx	<i>tonn/anno</i>	7812	216	1382	239				5,145		7,4	114,6	26,515			
SO2	<i>tonn/anno</i>	7596	188	21	21				0,077		45		2,277			
CO	<i>tonn/anno</i>	2249	0,66	71	19				0,100		0,459	77,4	9,580			
PM10/PTS	<i>tonn/anno</i>	546	59	21	3,27			0,033	0,133	4,4E-05	2,754	8,02	0,021		1,555	
VOC	<i>tonn/anno</i>				1077	437,9	0,013	44	0,545	4,6E-05	2,912	2,69				
C6H6	<i>tonn/anno</i>		0,00007	0,4	34,85	11,5			0,004	4,1E-06	0,005	0,0009				
HCl	<i>tonn/anno</i>	80		10,6					0,006		15,6	0,072	0,089			
NH3	<i>tonn/anno</i>	6,2	0,001	10,6					0,022	4,6E-05		4,68		0,688		0,162
HF	<i>tonn/anno</i>	205		10,6								0,072	0,067			
PM2.5	<i>tonn/anno</i>	546	34	21	3,27						2,523	6,48				
H2S	<i>tonn/anno</i>			2,1							0,030			13,761		3,230
HBr	<i>tonn/anno</i>											0,072				
CH2O	<i>tonn/anno</i>											0,173				
Naftalene	<i>kg/anno</i>	7,91	0,000001													
BaP	<i>kg/anno</i>	0,18	0,000301	0,02	0,000091							0,072				
Be	<i>kg/anno</i>	12,5	0,174	11								0,072				
As	<i>kg/anno</i>	72,2	0,018	11					0,020		0,026	0,155				
Cd	<i>kg/anno</i>	12,53	0,036	11							0,026	0,072				
Cr totale	<i>kg/anno</i>	737	1,174	11					0,137		15,0	21,6				
Cu	<i>kg/anno</i>	1042	0,344	11					0,083		0,055	43,2				
Hg	<i>kg/anno</i>	45,62	0,004	11					0,040		0,024	14,5				
Ni	<i>kg/anno</i>	742	1,157	11					0,205		0,008	258,9				
Pb	<i>kg/anno</i>	792	0,372	11					0,049		1,197	10,1				
Se	<i>kg/anno</i>	650	0,023	11							0,044	1,440				
Zn	<i>kg/anno</i>	1298	0,664						2,832		0,024					
Tl	<i>kg/anno</i>	12,5		11												
Co	<i>kg/anno</i>	45,1		11												
Te	<i>kg/anno</i>	12,5		11												
Sb	<i>kg/anno</i>	12,5														
Mn	<i>kg/anno</i>	1538	1,342	11								89,2				
Pd	<i>kg/anno</i>	3,77		11												
Pt	<i>kg/anno</i>	2,63		11												
Rh	<i>kg/anno</i>	2,63		11												
Sn	<i>kg/anno</i>	509		11												
V	<i>kg/anno</i>	298	1,310	11								4,3				
PCDD+PCDF	<i>gr I-TEQ /anno</i>	0,46		0,04					0,00084		0,00025	0,00023				
PCB	<i>kg/anno</i>	1,75		0,06												

7.4 Sistema modellistico

Per le simulazioni annuali ed il calcolo dei valori di concentrazione e deposizione al suolo è stata utilizzata la suite di programmi, contenuta nel pacchetto ARIA/Industry, costituita dal codice Minerve/Swift per la ricostruzione diagnostica dei campi di vento su terreno complesso, dal codice SurfPro 3.0 per la ricostruzione dei campi di turbolenza e dal modello di dispersione lagrangiano a particelle SPRAY 3.1 (Fig. 7.25). L'insieme dei programmi citati consente di tenere conto in maniera diretta sia dell'orografia che di eventuali disomogeneità del terreno (come ad esempio la presenza di interfaccia terra-mare), simulando condizioni meteo-dispersive che presentano variazioni nelle tre dimensioni e nel tempo. Nei prossimi paragrafi è contenuta una descrizione più dettagliata di ognuno dei codici e delle loro principali funzionalità.

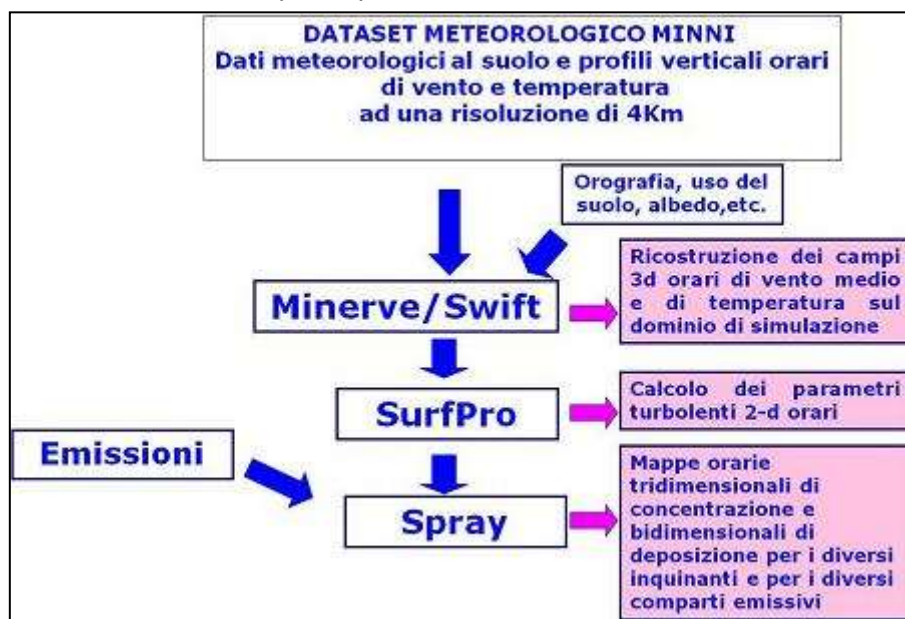


Figura 7.25: Schema del sistema modellistico utilizzato

7.4.1 Modello meteorologico diagnostico e micro-meteorologico

Il modello Minerve/Swift, sviluppato da EDF e ARIA Technologies S.A. (Aria Technologies, 2001, Finardi et al. 1998), è un codice "mass-consistent" di tipo diagnostico in grado di ricostruire i campi tridimensionali di vento e temperatura. Per la ricostruzione del campo di vento il modello opera essenzialmente in due fasi: nella prima effettua l'interpolazione sul dominio di calcolo tridimensionale dei dati di vento forniti in input; nella seconda, detta di analisi oggettiva, applica il principio fluidodinamico di conservazione della massa ad ogni cella del dominio e produce un campo di vento definito e aggiustato. La ricostruzione del campo di temperatura viene effettuata mediante una interpolazione tridimensionale di Cressman.

Il codice SurfPro, sviluppato da ARIANET S.r.l. (Silibello, 2006), è un preprocessore micrometeorologico in grado di ricostruire le principali variabili che descrivono la turbolenza atmosferica su terreno complesso, necessarie in input ai modelli di dispersione. Il codice riceve in input i campi tridimensionali di vento e temperatura, generati dal codice MINERVE/Swift 7.1, eventuali variabili meteorologiche disponibili sul territorio in esame (quali ad esempio la nuvolosità ora per ora, disponibile dai campi provenienti da un modello prognostico) e la matrice di dati di uso del suolo su un grigliato orizzontale, corrispondente a quello dei dati di vento. In questo modo si riesce a tener conto della non omogeneità orizzontale del terreno nella risposta alla forzante radiativa solare e la conseguente disomogeneità nei campi di turbolenza che si vengono a determinare.

Utilizzando diversi schemi di parametrizzazione della turbolenza, consolidati in letteratura, il codice ricostruisce i campi bidimensionali delle seguenti variabili:

- altezza di rugosità z_0 ;
- altezza dello strato limite notturno o dello strato limite convettivo diurno H_{mix} ;
- velocità di frizione u^* ;
- altezza di Monin-Obukhov L ;
- velocità convettiva di scala w^* ;
- velocità di deposizione secca per specie chimiche gassose e particolato.

Lo schema, utilizzato nelle simulazioni, per la stima dell'altezza dello strato limite si basa sull'algoritmo di Batchvarova-Gryning: tale algoritmo, in alternativa a quello di Maul e Carson, permette di ricostruire la fenomenologia di crescita dello strato limite interno per i siti costieri in modo qualitativamente congruente con quanto previsto dalle formulazioni analitiche di descrizione del fenomeno.

SURFPro stima la velocità di deposizione secca mediante un modello resistivo che considera l'inverso della somma delle diverse resistenze.

Il programma tiene inoltre conto sia dell'inclinazione dei pendii rispetto a quella dei raggi solari che degli effetti d'ombra presenti a causa dell'eventuale mascheramento, provocato dall'orografia.

7.4.2 Pre-processore delle emissioni

L'input emissivo al modello di simulazione SPRAY è stato messo a punto a partire dai dati illustrati ai paragrafi precedenti, che provengono dall'inventario regionale INEMAR. Il codice utilizzato per le simulazioni necessita di un input su base oraria per tutto il periodo di simulazione (8760 ore). I dati emissivi, espressi in t/anno per ogni inquinante di interesse, sono stati disaggregati nello spazio e nel tempo, utilizzando i moduli di calcolo di Emission Manager (ARIA Technologies, 2008), gestiti attraverso la shell EMMA (Calori, 2006).

7.4.3 Modello di dispersione

SPRAY 3.1, sviluppato da ARIANET S.r.l. e ARIA Technologies S.A. (Tinarelli et al., 1994, 1999, 2007), è un modello tridimensionale lagrangiano per la simulazione della dispersione di inquinanti in atmosfera, in grado di tenere conto delle variazioni del flusso e della turbolenza atmosferica sia nello spazio (condizioni disomogenee) che nel tempo (condizioni non stazionarie). È in grado di ricostruire campi di concentrazione determinati da sorgenti puntiformi, lineari, areali o volumetriche.

L'inquinante è simulato da "particelle virtuali", il cui movimento è definito sia dal vento medio locale che da velocità casuali, che riproducono le caratteristiche statistiche della turbolenza atmosferica. In questo modo, differenti parti del pennacchio emesso possono "vedere" differenti condizioni atmosferiche, permettendo simulazioni più realistiche in condizioni difficili da riprodurre con modelli tradizionali (calma di vento, inversione di temperatura con la quota, impatto con orografia complessa, dispersione in siti con forti discontinuità spaziali, tipo terra-mare o città-campagna). SPRAY è in grado di simulare il sovrainnalzamento termico di effluenti caldi mediante opportune formule dinamiche (Anfossi, 1993), in grado di tenere conto delle variazioni verticali e orizzontali di vento e stabilità atmosferica.

SPRAY 3.1 è in grado di simulare i fenomeni di deposizione secca ed umida. La deposizione secca viene simulata mediante un metodo di rimozione probabilistico, orientato alla particella, derivato dalla soluzione dell'equazione di Fokker-Planck (Boughton et al., 1987), che impone una condizione al contorno al suolo tale da garantire, in ogni intervallo di tempo Δt , che il flusso di deposizione sia proporzionale alla concentrazione al suolo, secondo un coefficiente rappresentato dalla velocità di deposizione. La massa rimossa dalla particella viene accumulata nella cella sottostante, consentendo il calcolo dei flussi di deposizione per ogni specie considerata. La deposizione umida viene calcolata in presenza di precipitazione, ipotizzando che, in ogni intervallo di tempo Δt , vi sia un decadimento o rimozione della massa di una specie, associata alla particella, secondo la legge esponenziale:

$$m(t + \Delta t) = m(t)e^{-S\Delta t}$$

dove - S è definito come coefficiente di washout, proporzionale alla precipitazione $S = S_1 R$; R rappresenta il rateo di precipitazione in mm/ora; S_1 è il coefficiente standardizzato di washout, dipendente dalla specie o dalla granulometria di particolato e riferito alla precipitazione standard di 1 mm/ora. In presenza di specie di particolato di granulometria elevata (tipicamente superiore a $10\mu\text{m}$) il codice è in grado di tenere conto del settling gravitazionale delle particelle, mediante velocità verticali di equilibrio sulle particelle, calcolate mediante la formulazione seguente:

$$w_s = \frac{g\rho d^2 C_c}{18\mu}$$

dove g è l'accelerazione di gravità, ρ la densità delle particelle espresso in kg/m^3 (supposta $\gg \rho_{\text{air}}$), d il diametro delle particelle, μ viscosità dinamica dell'aria ($18 \cdot 10^{-6} \text{ kg/(m s)}$), C_c Cunningham slip-flow correction factor.

7.5 Risultati delle simulazioni

Il sistema di modelli descritto è stato utilizzato per simulare il trasporto e la dispersione degli inquinanti atmosferici, emessi dagli impianti ricadenti nell'area del territorio brindisino ed indicati nella Regolamento Regionale n.24 del 03/10/2012, ai fini della valutazione del danno sanitario relativamente alla situazione emissiva definita al paragrafo 7.3.

Le simulazioni hanno prodotto mappe di concentrazione al suolo di macroinquinanti convenzionali (SO_2 , NO_x , benzene, PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$) e dei microinquinanti organici (diossine, PCB e IPA) ed inorganici (metalli). In particolare di seguito (dalla figura 7.26 alla figura 7.47) si mostrano per il PM_{10} e per ogni inquinante, considerato ai fini della valutazione del danno sanitario per via inalatoria (vedasi paragrafo 4.2), le mappe di concentrazione media annuale relativamente al dominio 1, sul quale sono stati calcolati gli impatti prodotti dalle aziende Enel, Enipower, Versalis, Basell, Sanofi, Sfir e Agusta, al dominio 2, sul quale sono stati calcolati gli impatti prodotti dalle discariche Autigno e Formica Ambiente ed al dominio intersezione dei precedenti, sul quale si sommano i contributi di tutte le aziende trattate nello studio.

Per alcuni inquinanti le scale utilizzate, per rappresentare le isolinee di concentrazione, possono risultare differenti sui domini di simulazione "1" e "2" a causa delle differenze in termini di ordini di grandezza degli impatti al suolo degli impianti trattati nei due domini⁶.

Si precisa infine che per i microinquinanti la stima delle concentrazioni al suolo tiene conto degli effetti di rimozione, dovuti ai processi di deposizione umida e secca: le mappe di deposizione, prodotte per tali specie, non vengono qui mostrate, in quanto non utili ai fini della valutazione del danno sanitario per via inalatoria.

⁶ Si precisa che per alcuni inquinanti (come ad esempio Benzene, BaP, Naftalene, metalli pesanti, PCB e PCDD/F) le mappe mostrate si riferiscono al solo dominio 1, poiché le corrispondenti emissioni dalle discariche (i cui impatti sono calcolati sul dominio2) sono nulle, come mostrato in Tabella 7.20.



Mappa della concentrazione media annuale di PM10 (2010) – dominio 1



Mappa della concentrazione media annuale di PM10 (2010) – dominio 2 (*scala diversa)



Mappa della concentrazione media annuale di PM10 (2010) – intersezione dominio 1 e 2

Figura 7.26: Mappa di concentrazione media annuale al suolo di PM10 relativa alla situazione emissiva 2010

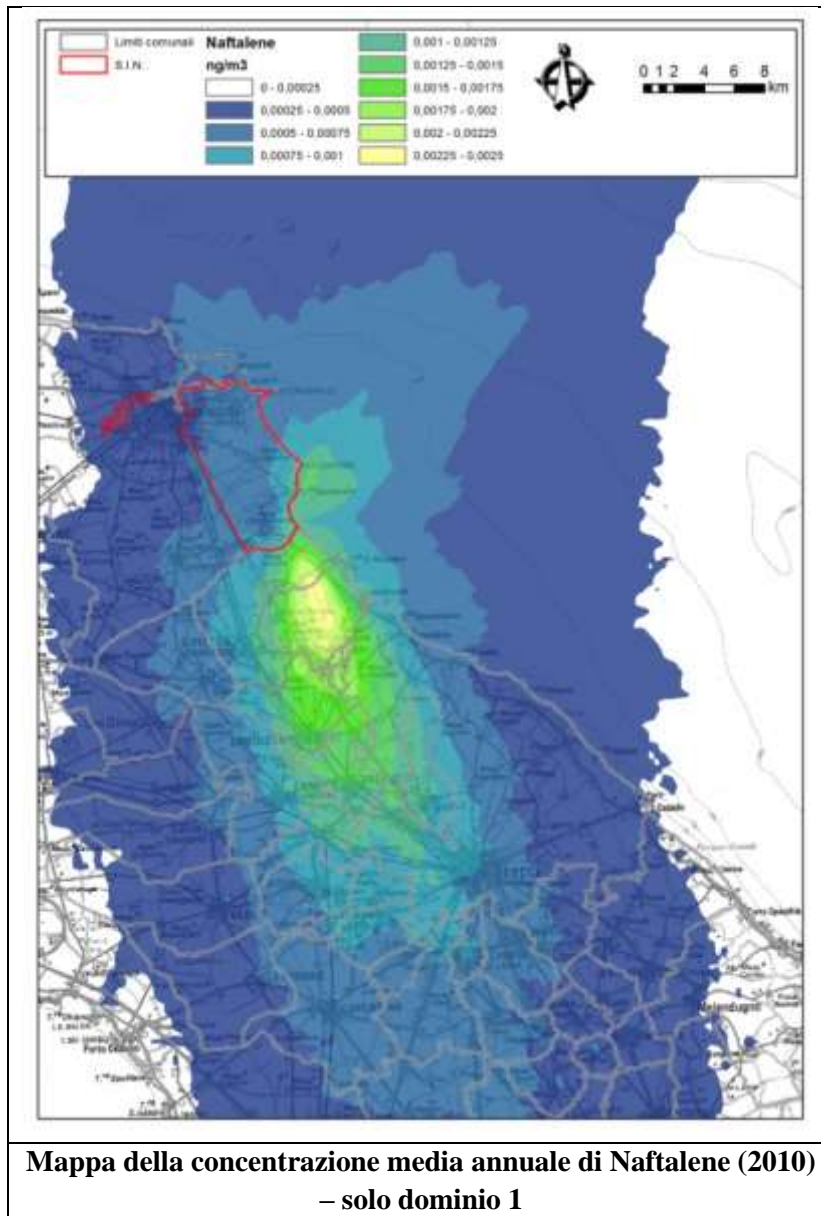


Figura 7.28: Mappa di concentrazione media annuale al suolo di Naftalene relative alla situazione emissiva 2010

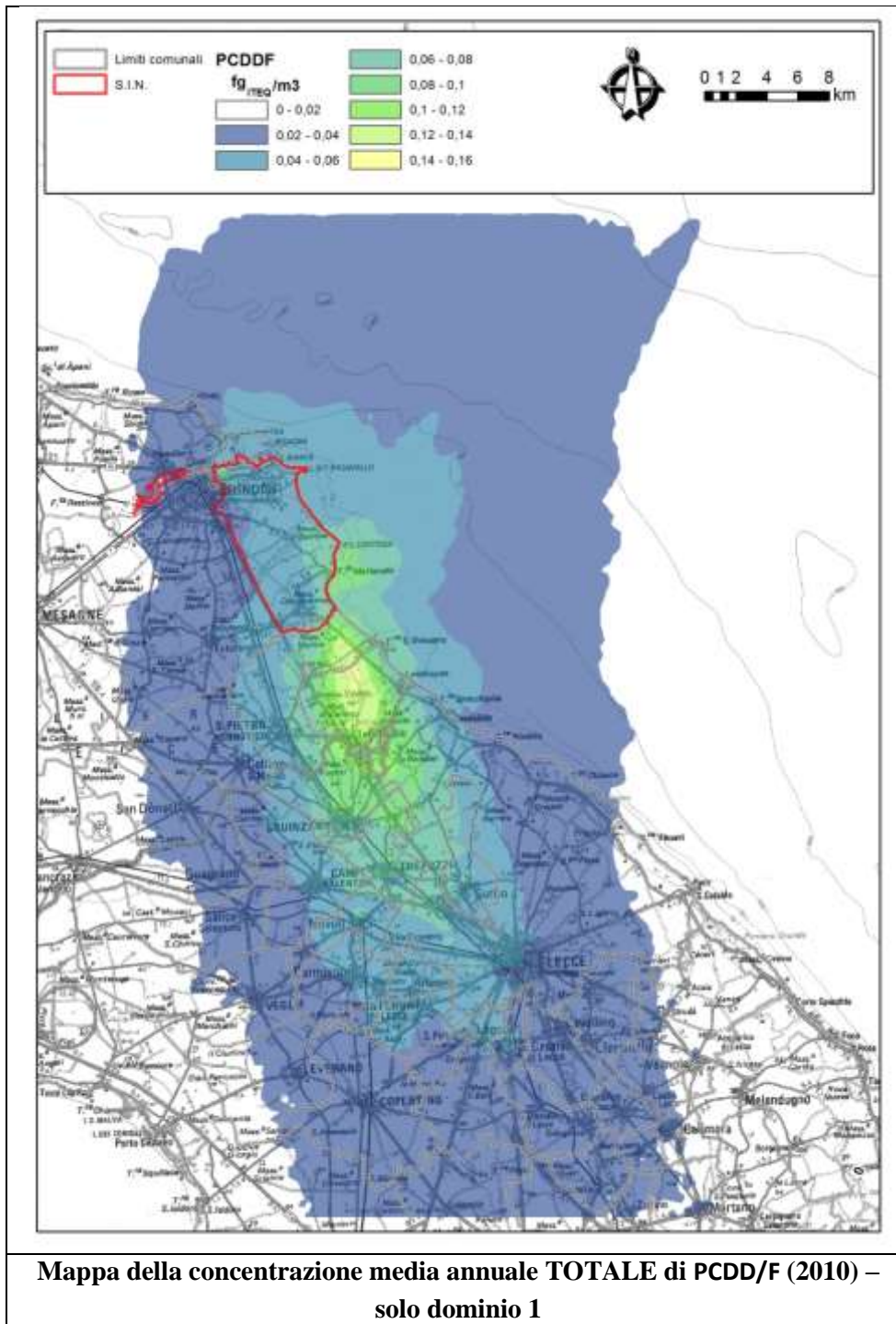


Figura 7.29: Mappa di concentrazione media annuale al suolo di PCDD/F relative alla situazione emissiva 2010

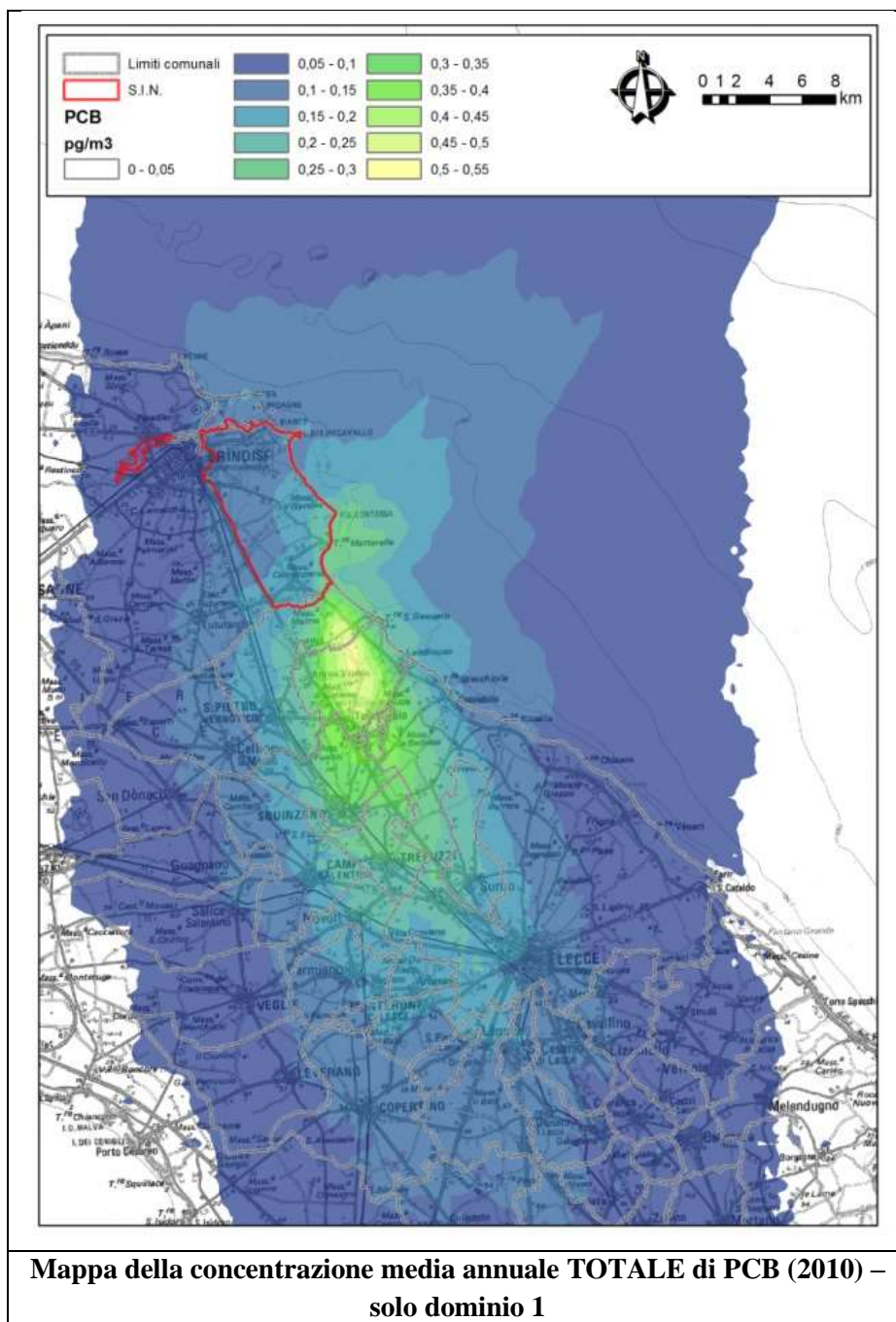


Figura 7.30: Mappa di concentrazione media annuale al suolo di PCB relativa alla situazione emissiva 2010

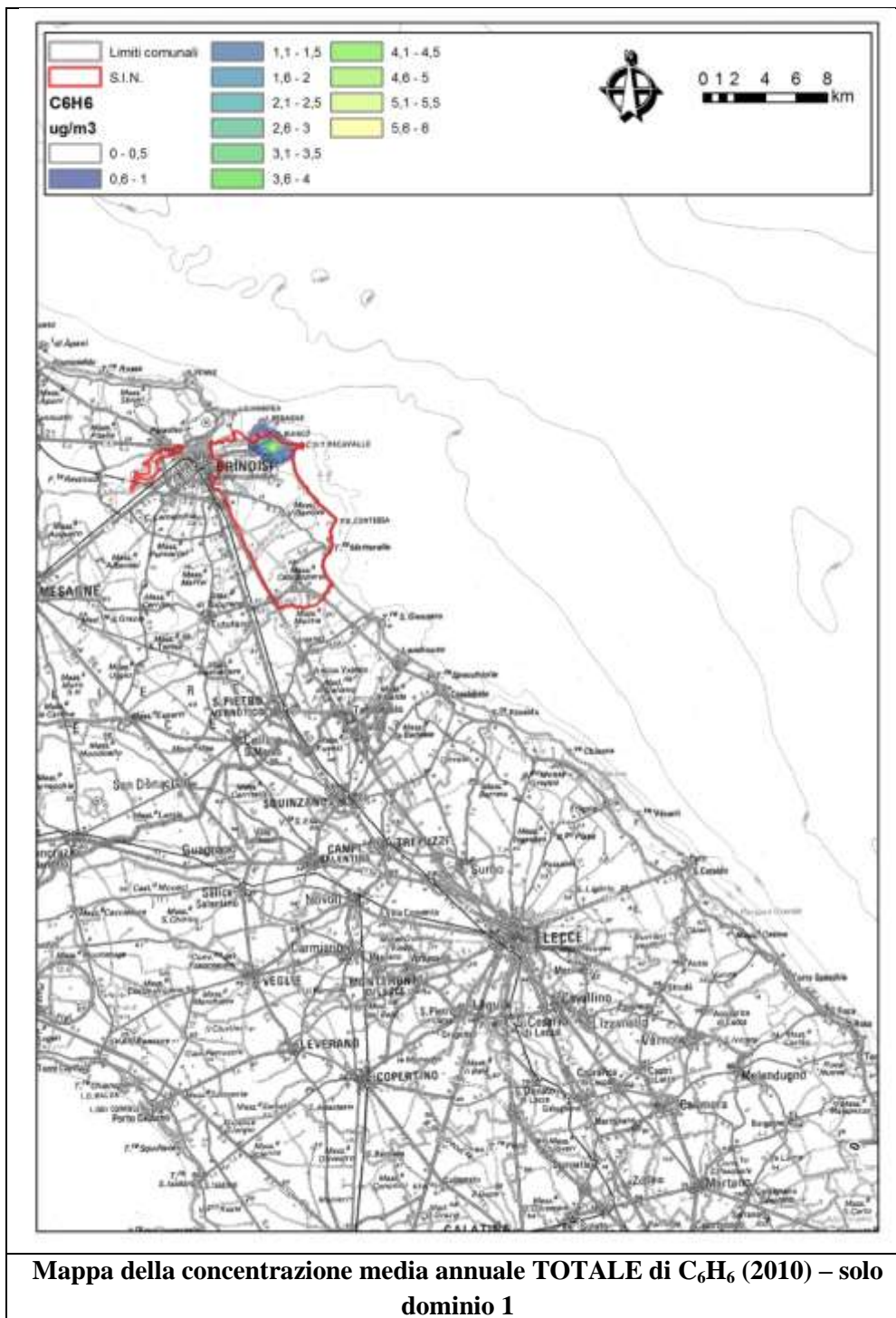


Figura 7.31: Mappa di concentrazione media annuale al suolo di Benzene relativa alla situazione emissiva 2010

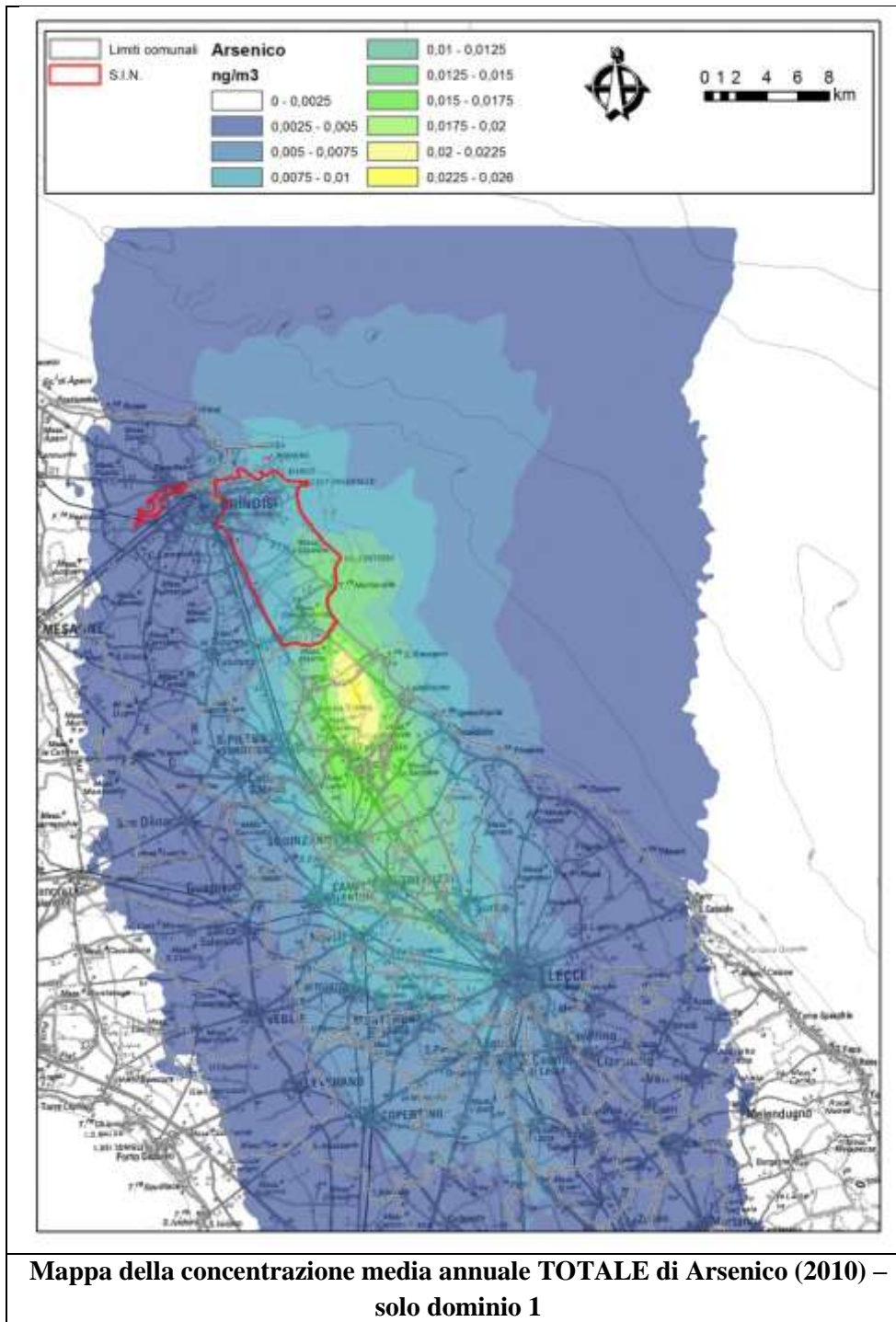


Figura 7.32: Mappa di concentrazione media annuale al suolo di Arsenico relativa alla situazione emissiva 2010

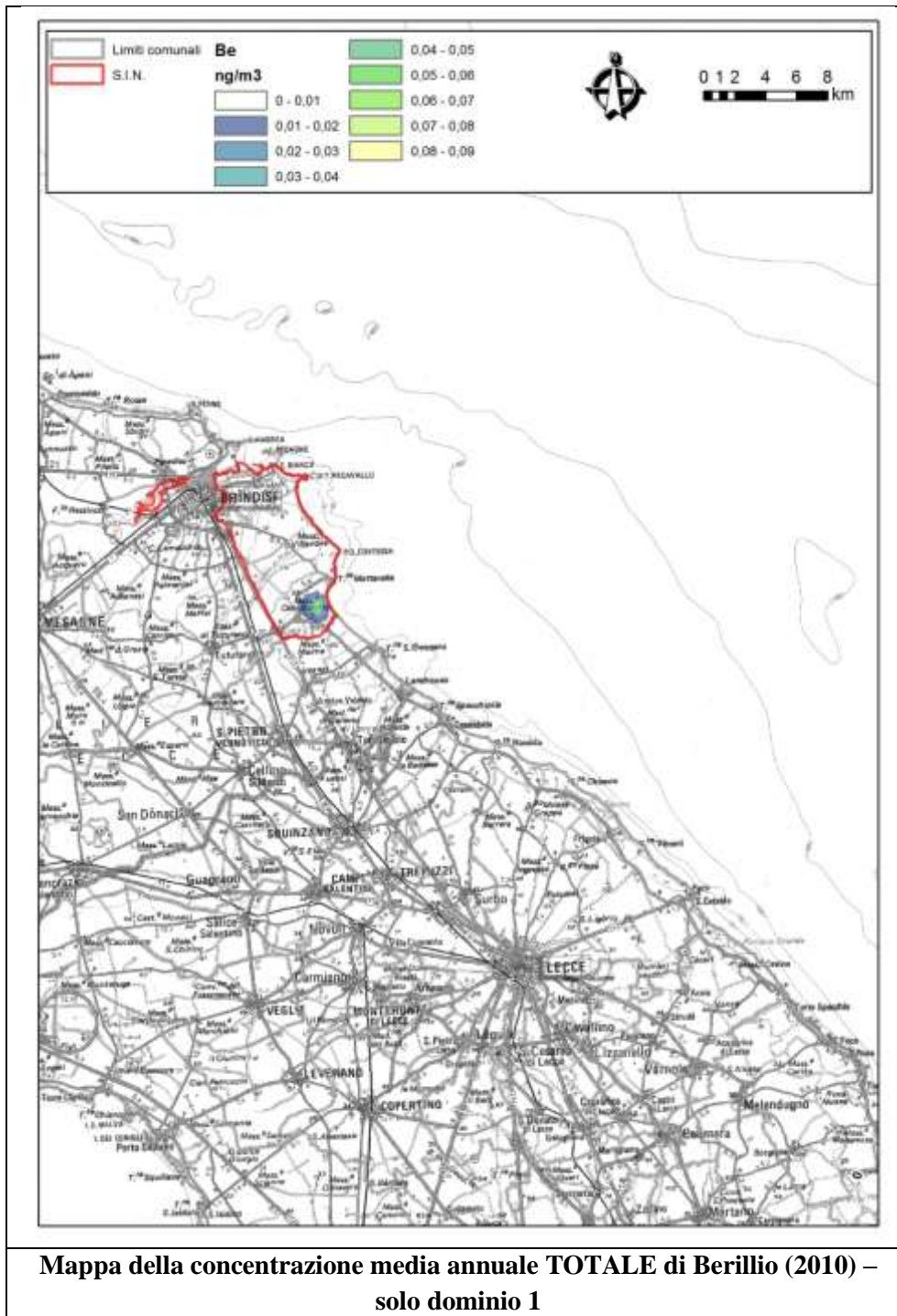


Figura 7.33: Mappa di concentrazione media annuale al suolo di Berillio relativa alla situazione emissiva 2010

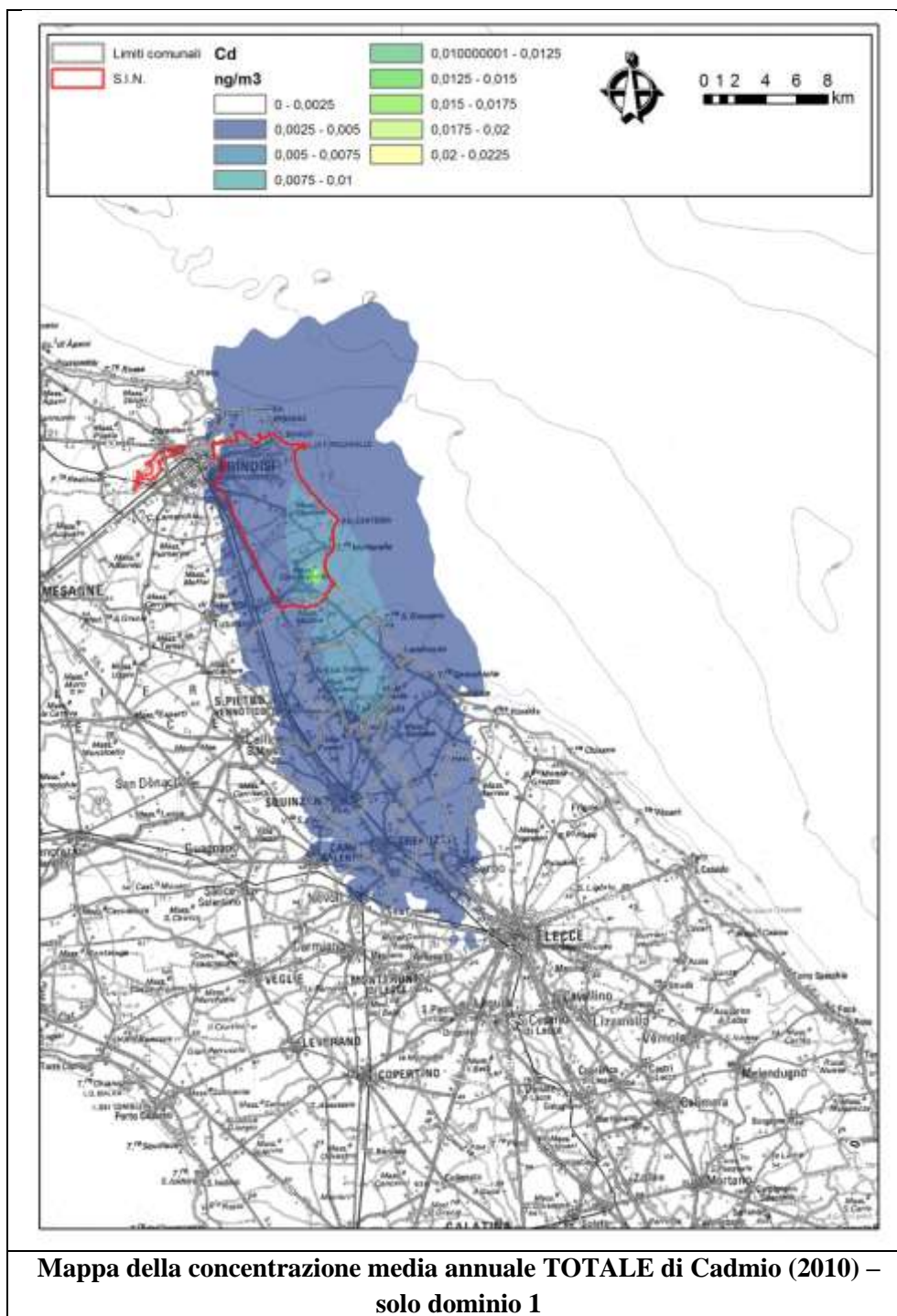


Figura 7.34: Mappa di concentrazione media annuale al suolo di Cadmio relativa alla situazione emissiva 2010

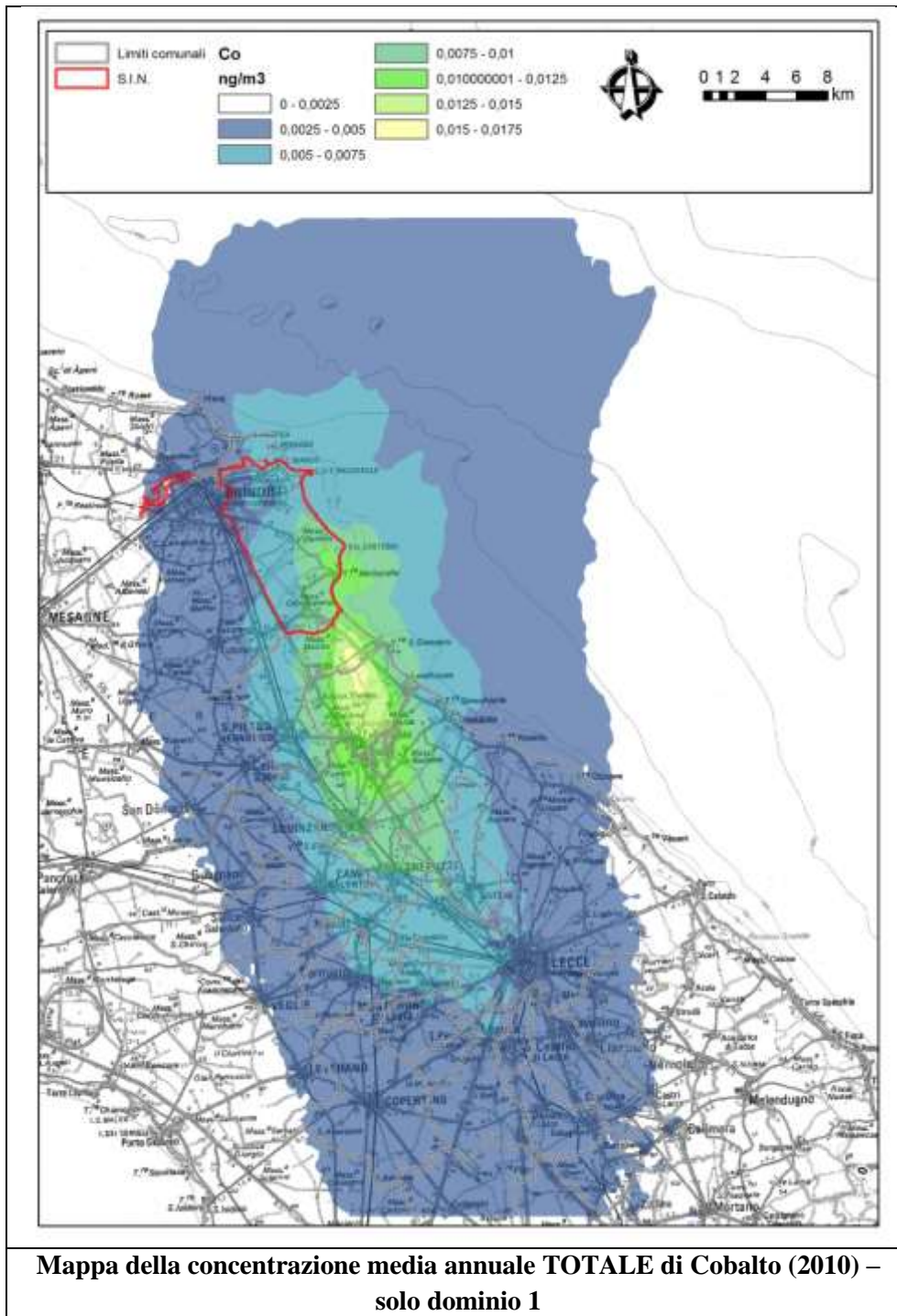


Figura 7.35: Mappa di concentrazione media annuale al suolo di Cobalto relativa alla situazione emissiva 2010

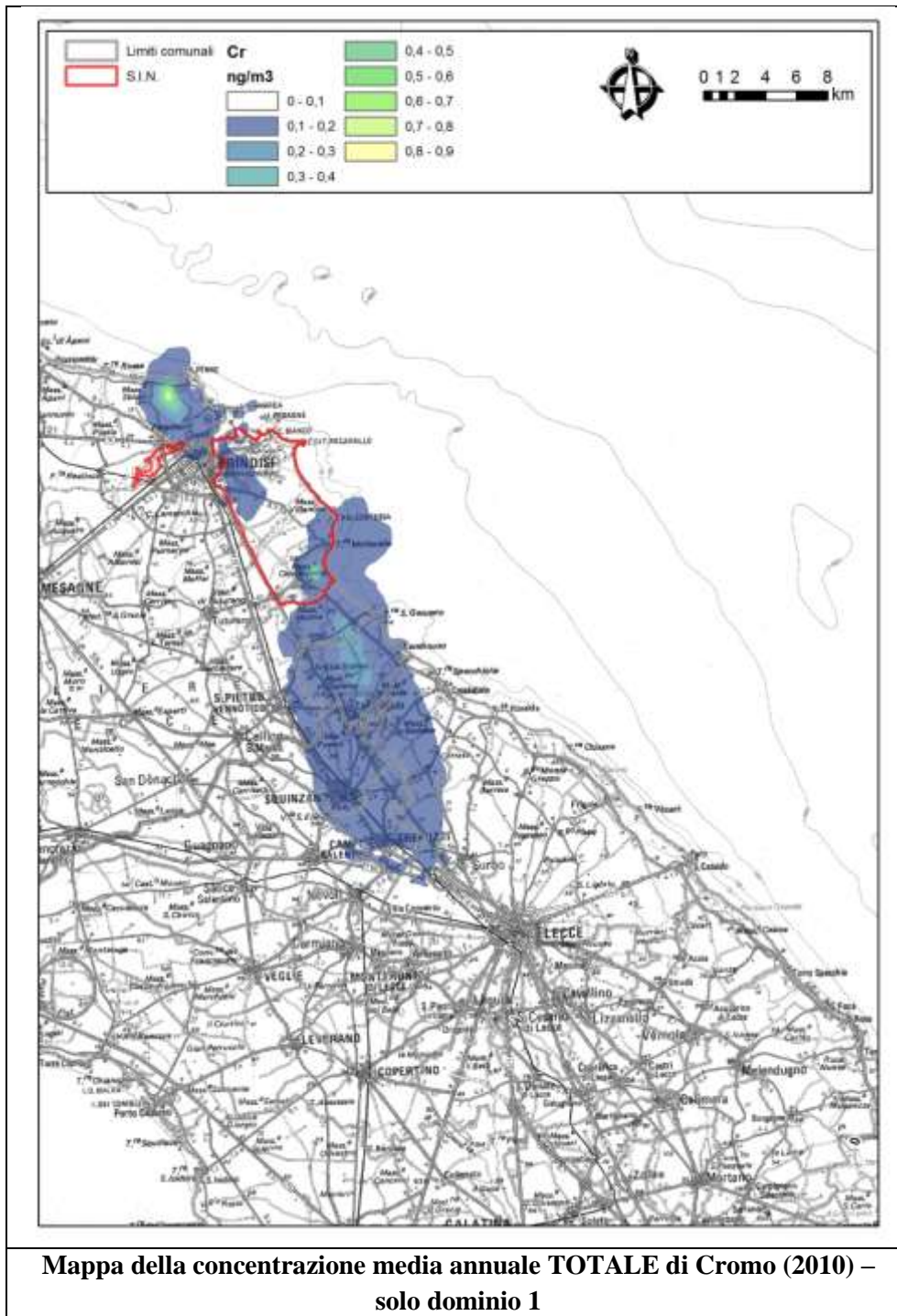
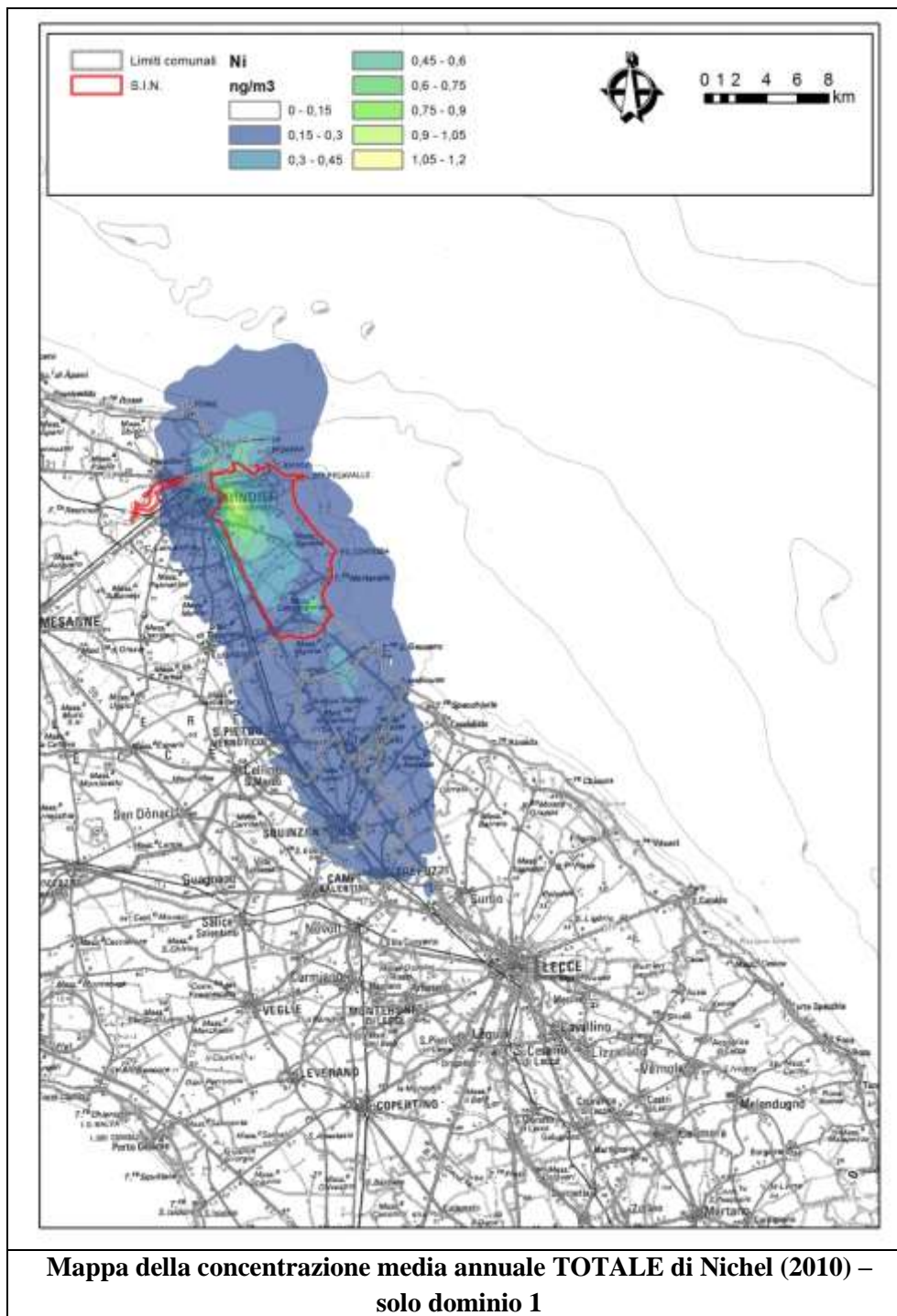


Figura 7.36: Mappa di concentrazione media annuale al suolo di Cromo relativa alla situazione emissiva 2010



Mappa della concentrazione media annuale TOTALE di Nichel (2010) – solo dominio 1

Figura 7.37: Mappa di concentrazione media annuale al suolo di Nichel relativa alla situazione emissiva 2010

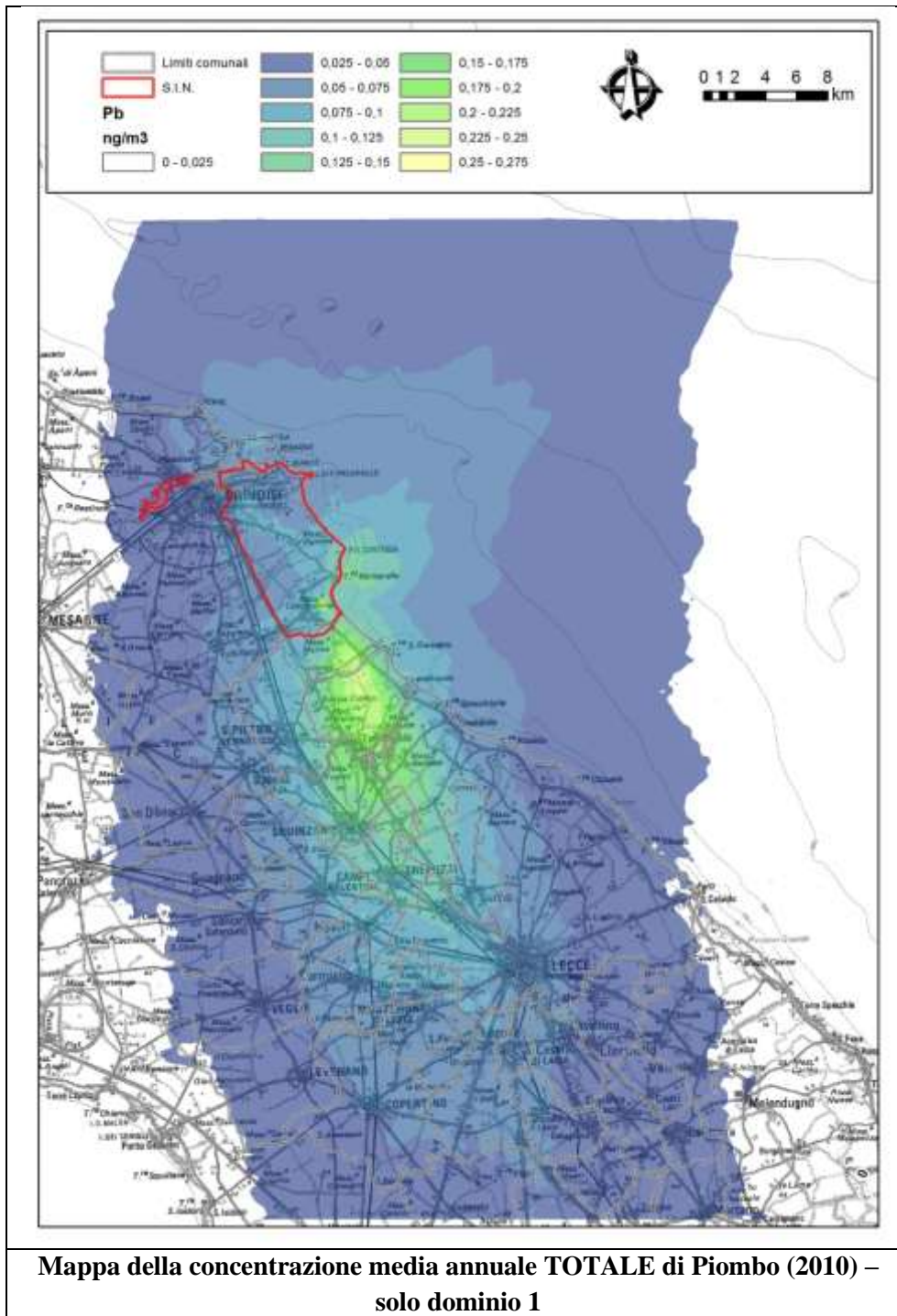


Figura 7.38: Mappa di concentrazione media annuale al suolo di Piombo relativa alla situazione emissiva 2010

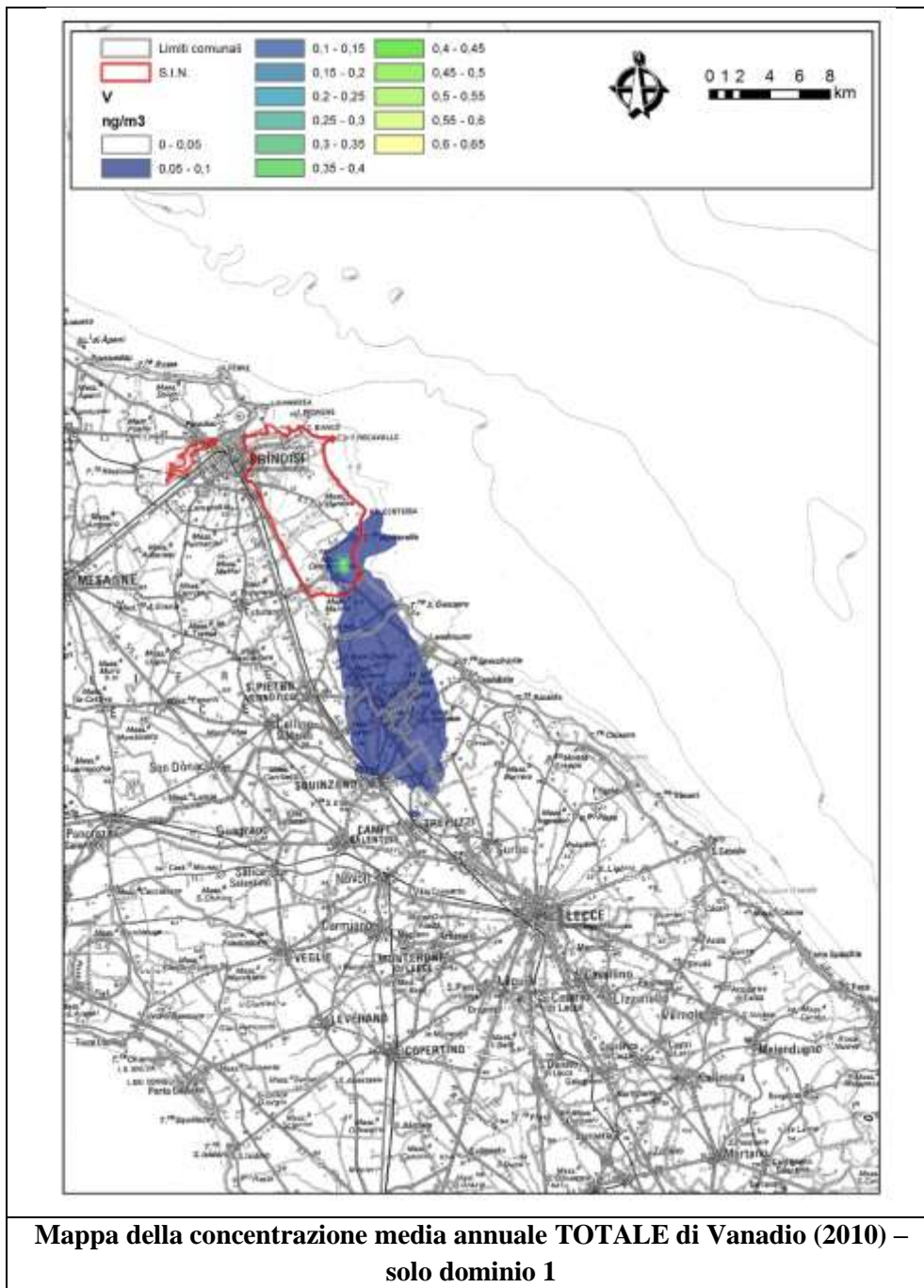


Figura 7.39: Mappa di concentrazione media annuale al suolo di Vanadio relativa alla situazione emissiva 2010

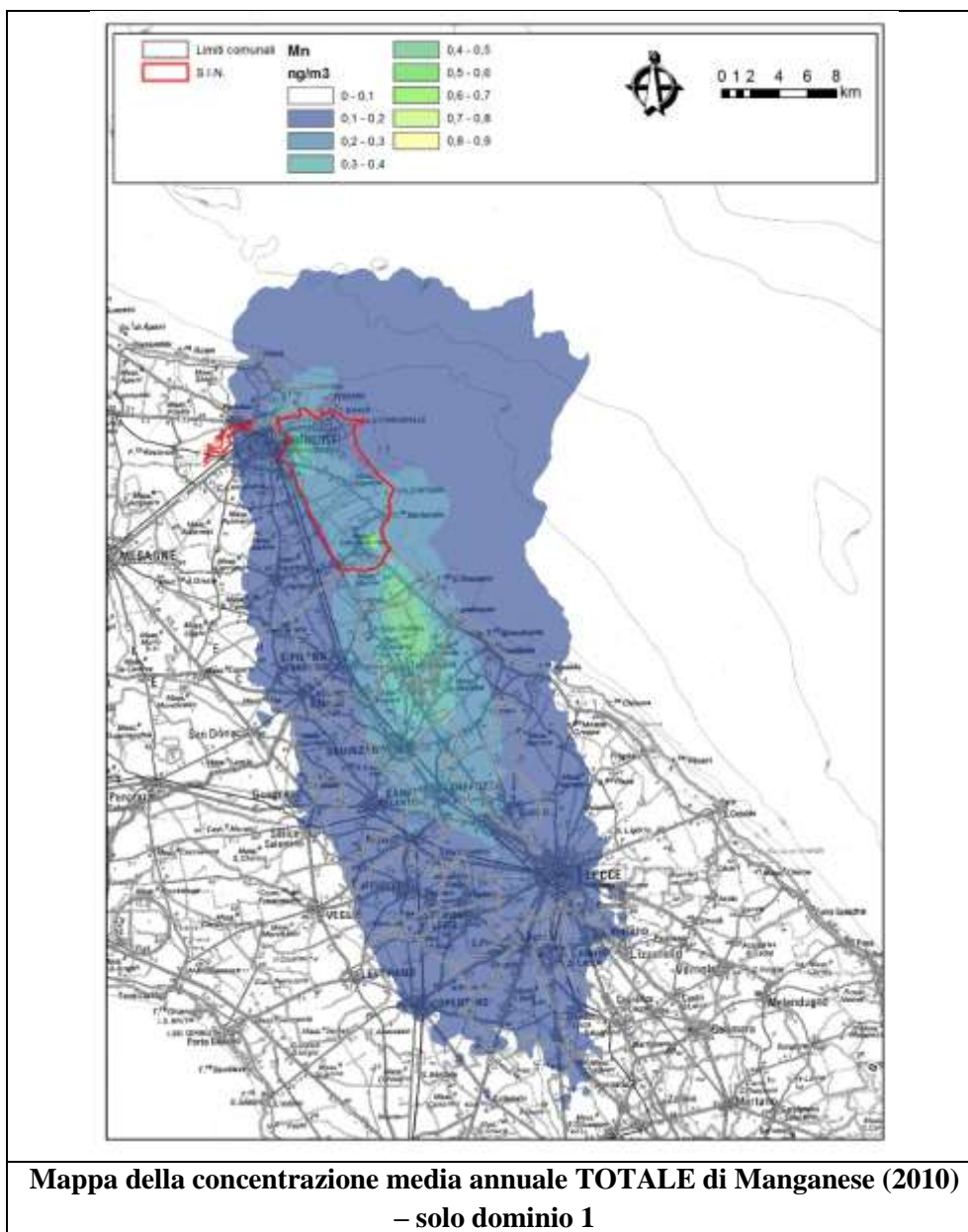


Figura 7.40: Mappa di concentrazione media annuale al suolo di Manganese relativa alla situazione emissiva 2010

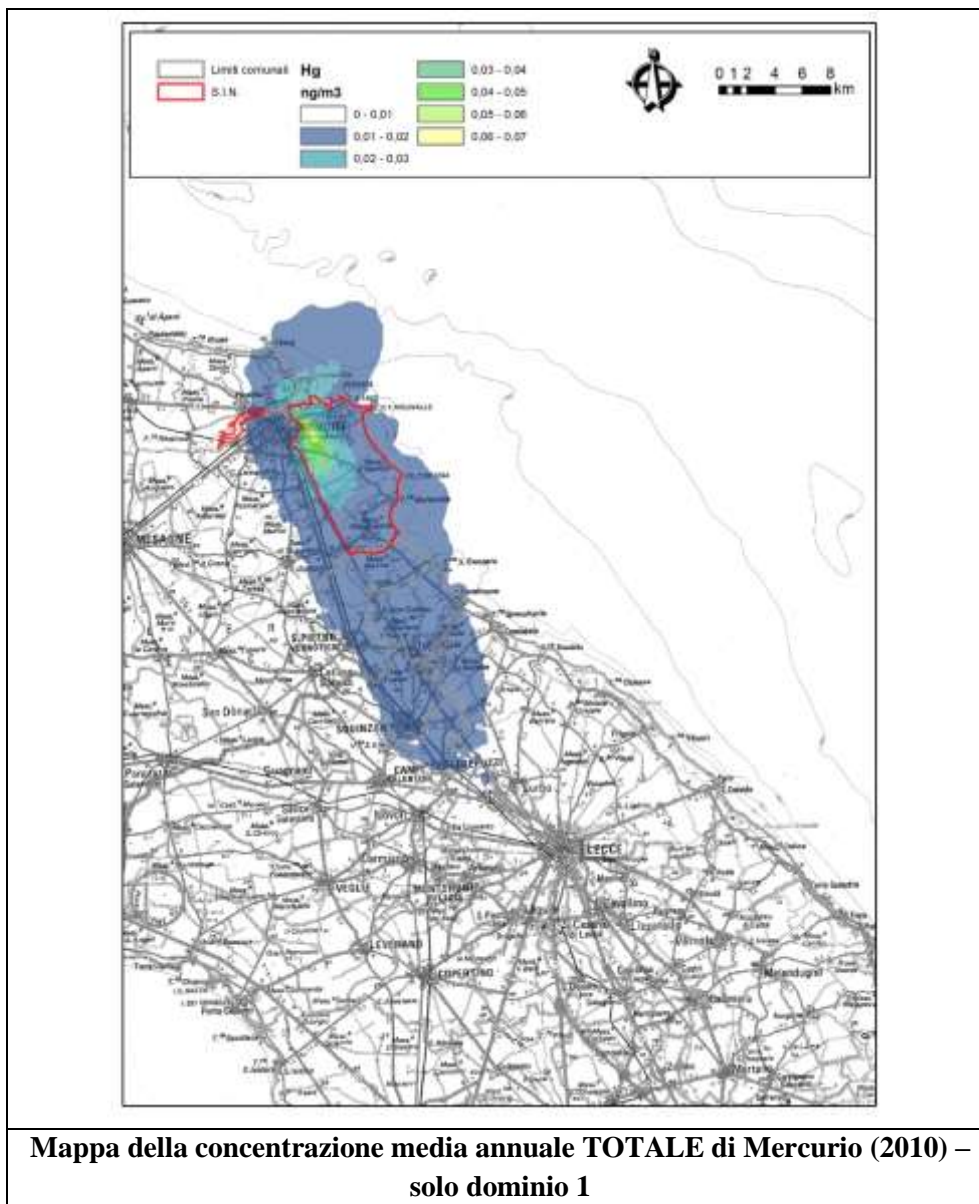


Figura 7.41: Mappa di concentrazione media annuale al suolo di Mercurio relativa alla situazione emissiva 2010

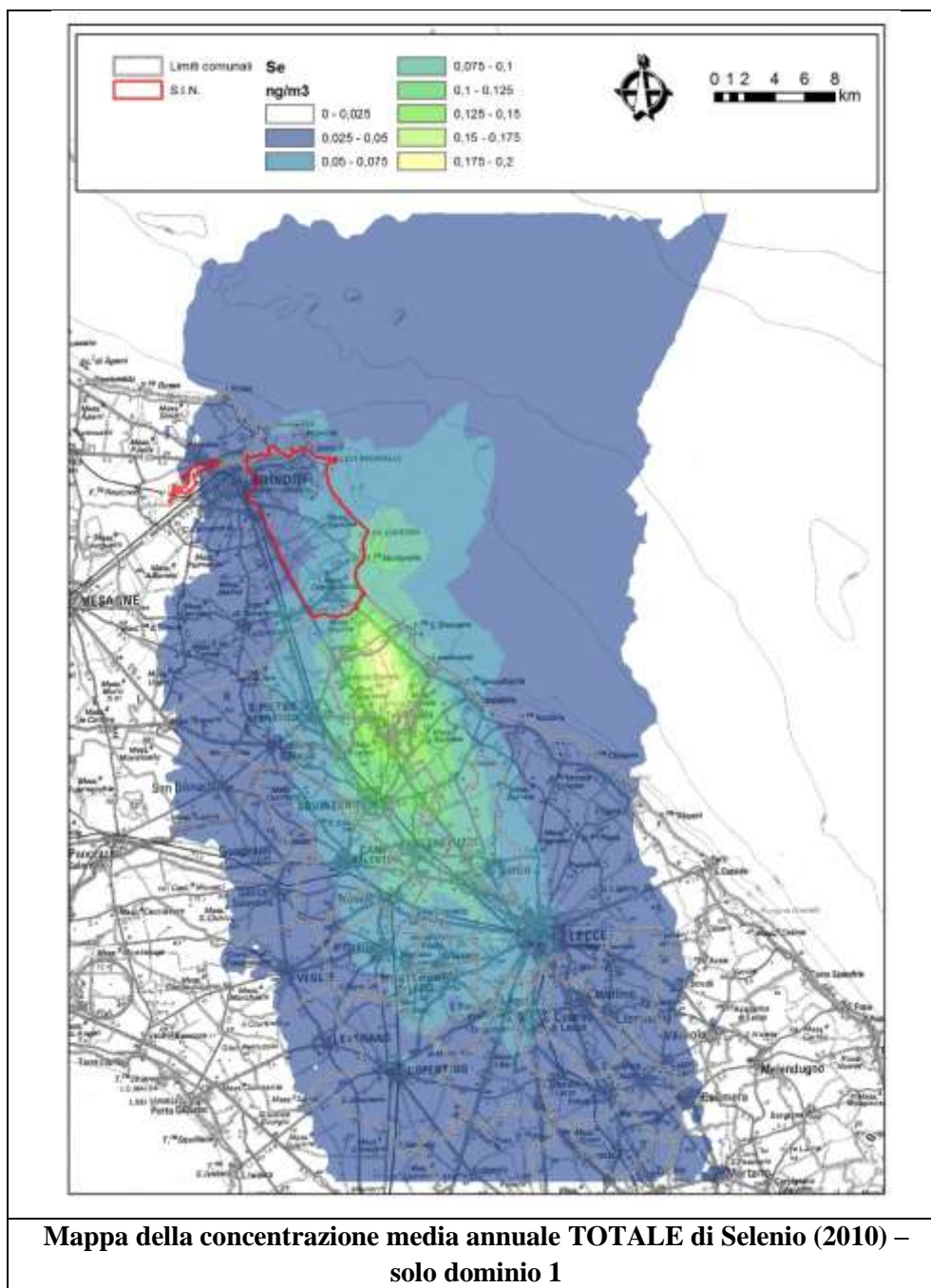
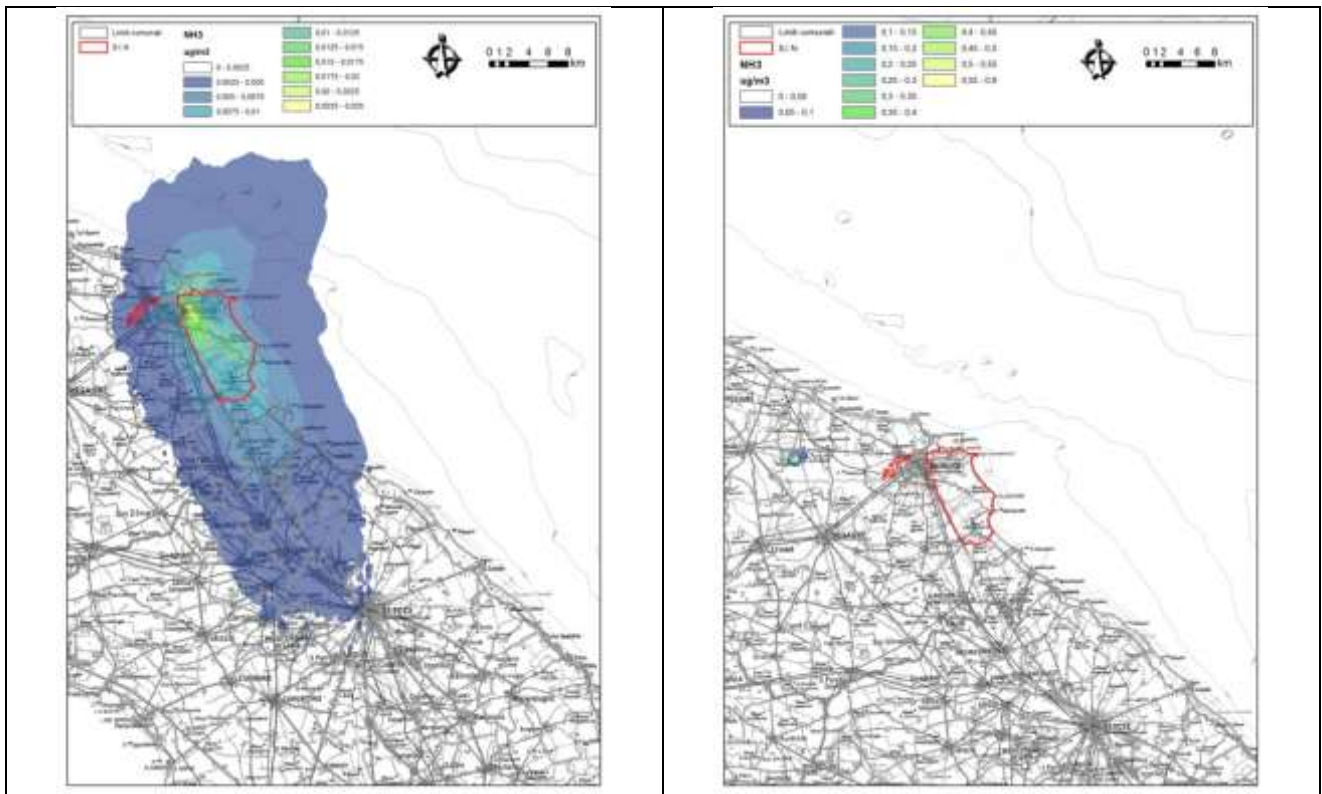
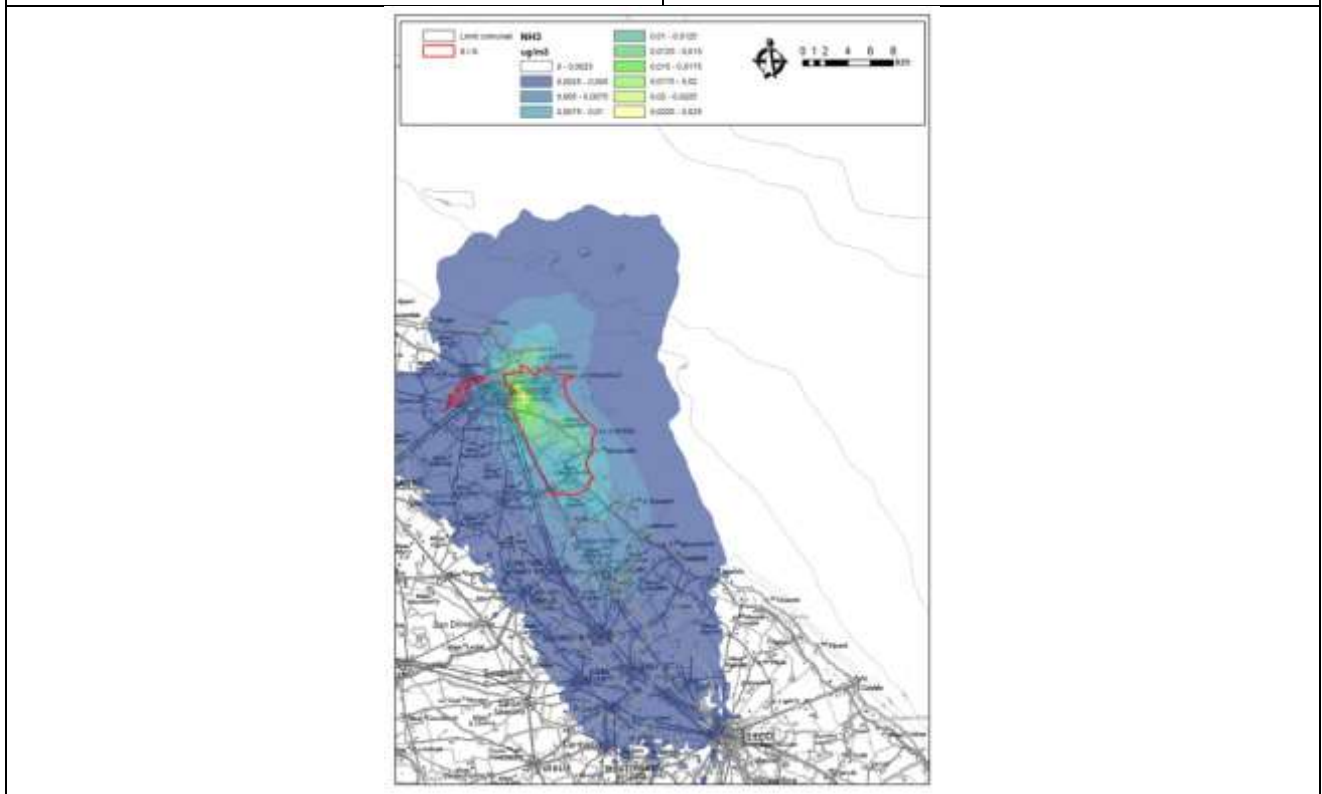


Figura 7.42: Mappa di concentrazione media annuale al suolo di Selenio relativa alla situazione emissiva 2010



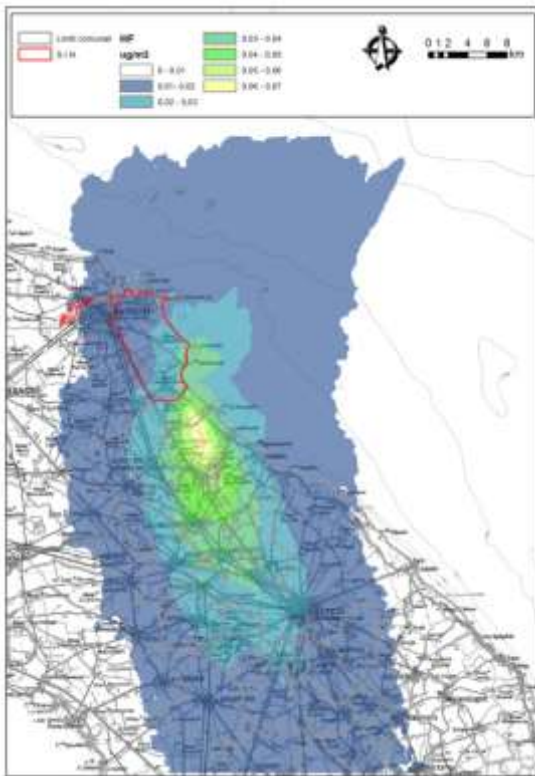
Mappa della concentrazione media annuale di NH3 (2010) – dominio 1

Mappa della concentrazione media annuale di NH3 (2010) – dominio 2 (*scala diversa)

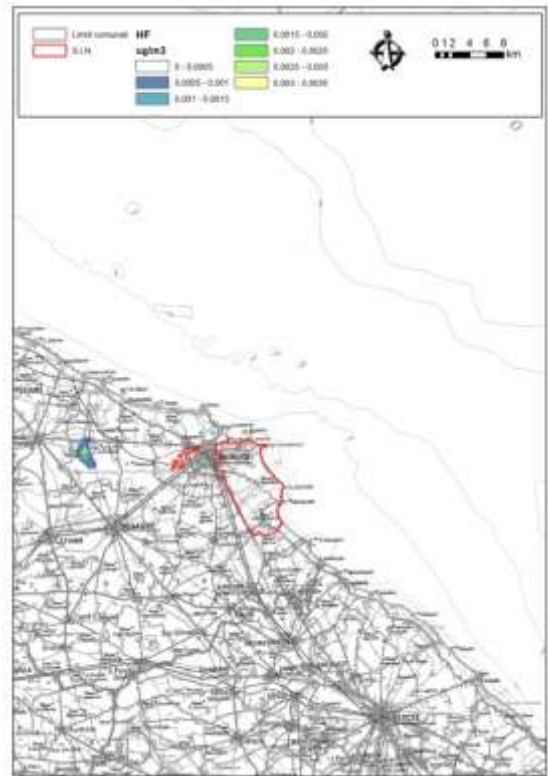


Mappa della concentrazione media annuale di NH3 (2010) – intersezione dominio 1 e 2

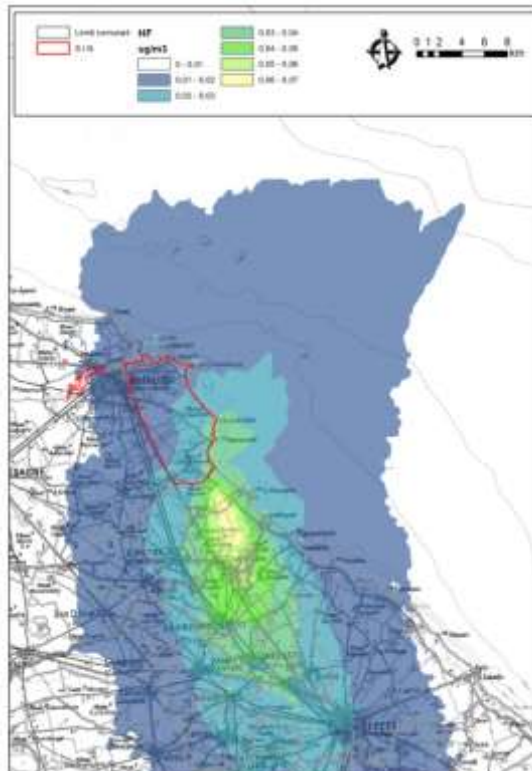
Figura 7.43: Mappe di concentrazione media annuale al suolo di ammoniaca relative alla situazione emissiva 2010



Mappa della concentrazione media annuale di HF (2010) – dominio 1

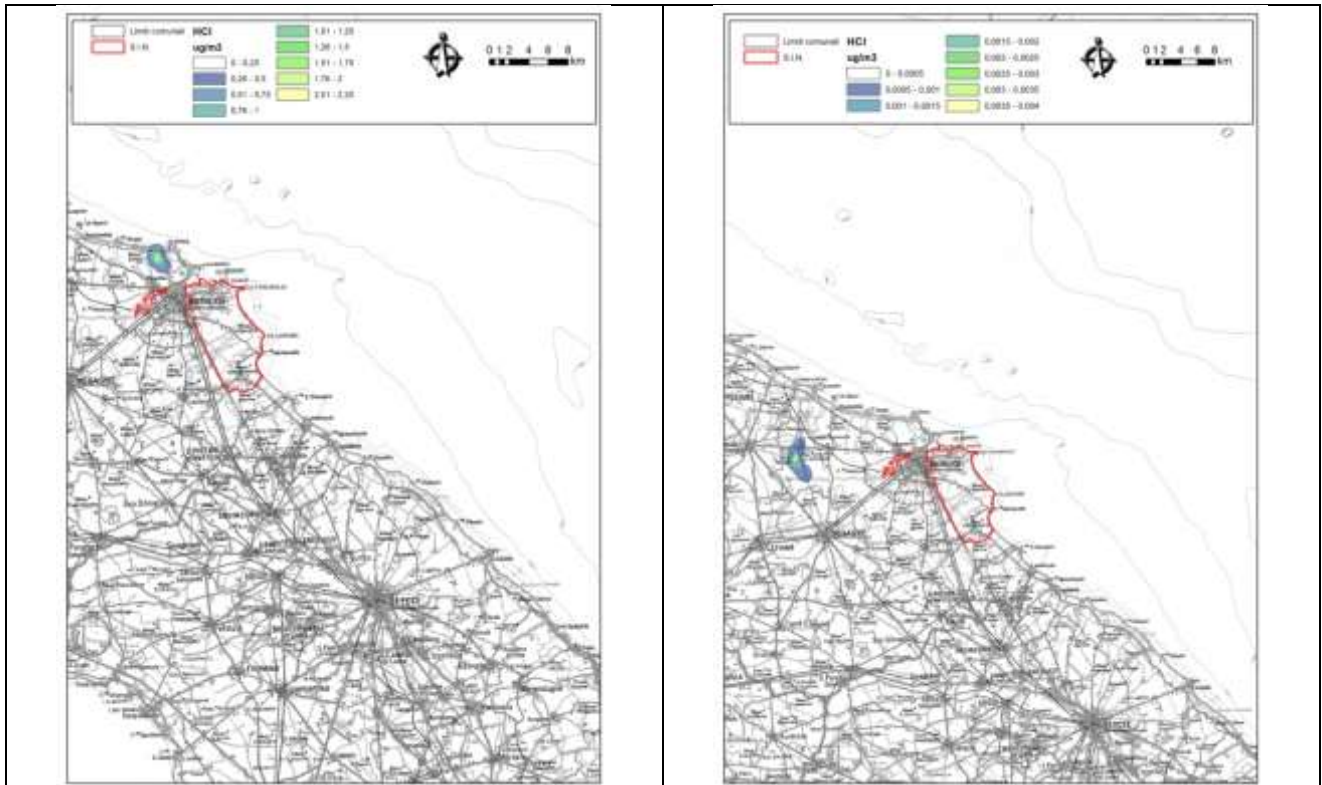


Mappa della concentrazione media annuale di HF (2010) – dominio 2 (*scala diversa)



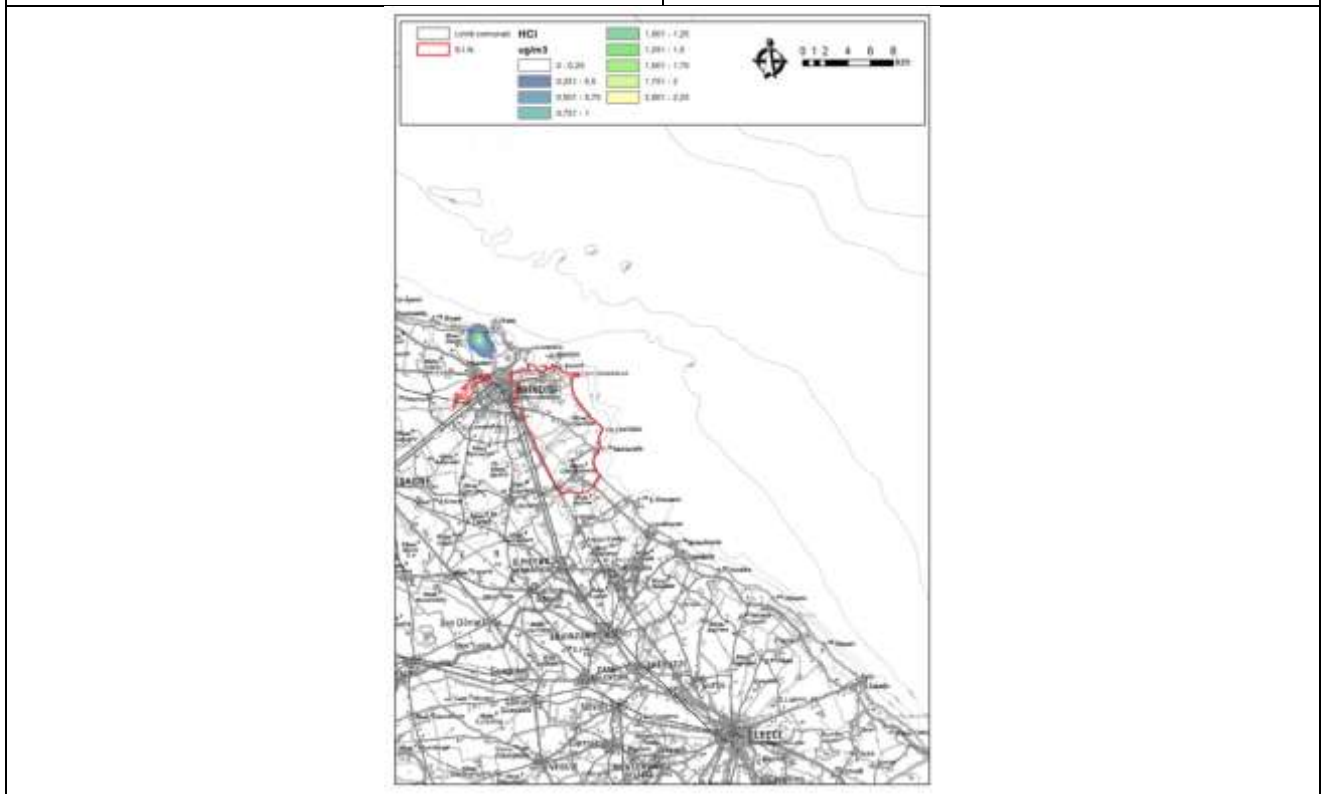
Mappa della concentrazione media annuale di HF (2010) – intersezione dominio 1 e 2

Figura 7.44 Mappe di concentrazione media annuale al suolo di acido fluoridrico relative alla situazione emissiva 2010



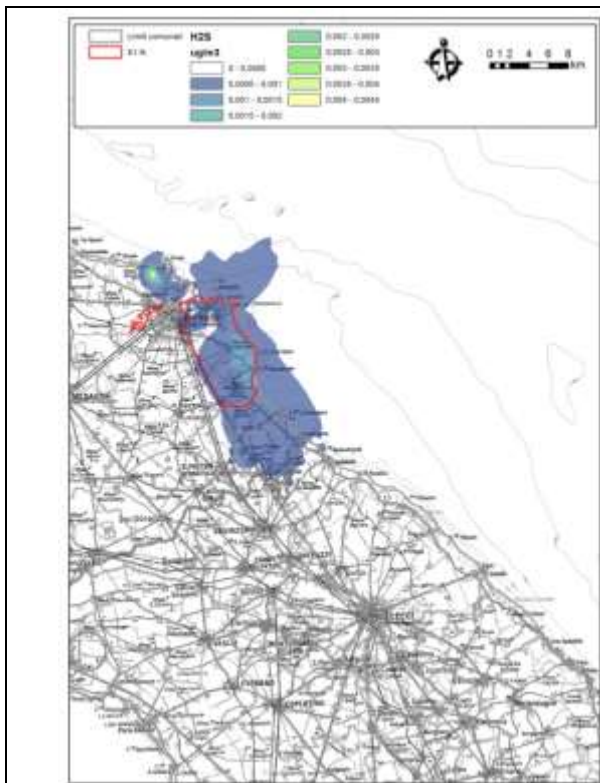
Mappa della concentrazione media annuale di HCl (2010) – dominio 1

Mappa della concentrazione media annuale di HCl (2010) – dominio 2 (*scala diversa)

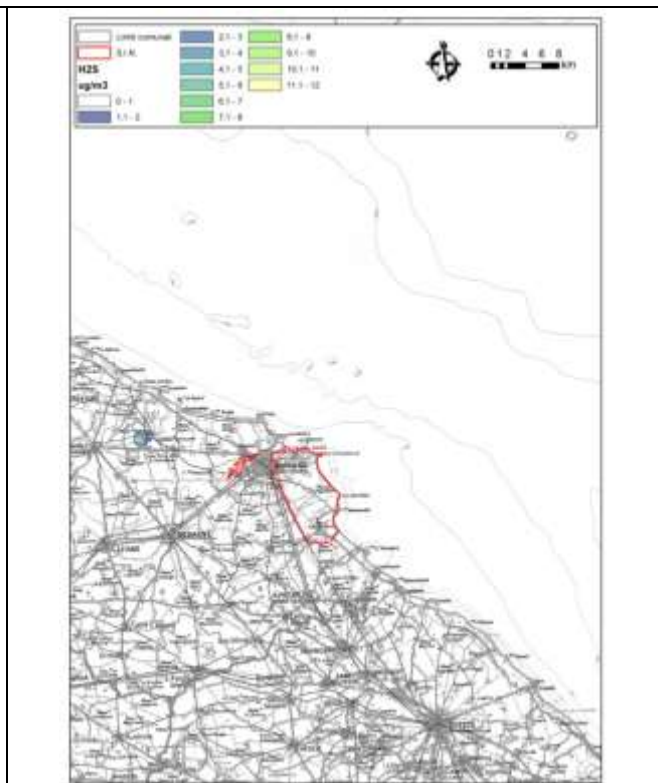


Mappa della concentrazione media annuale di HCl (2010) – intersezione dominio 1 e 2

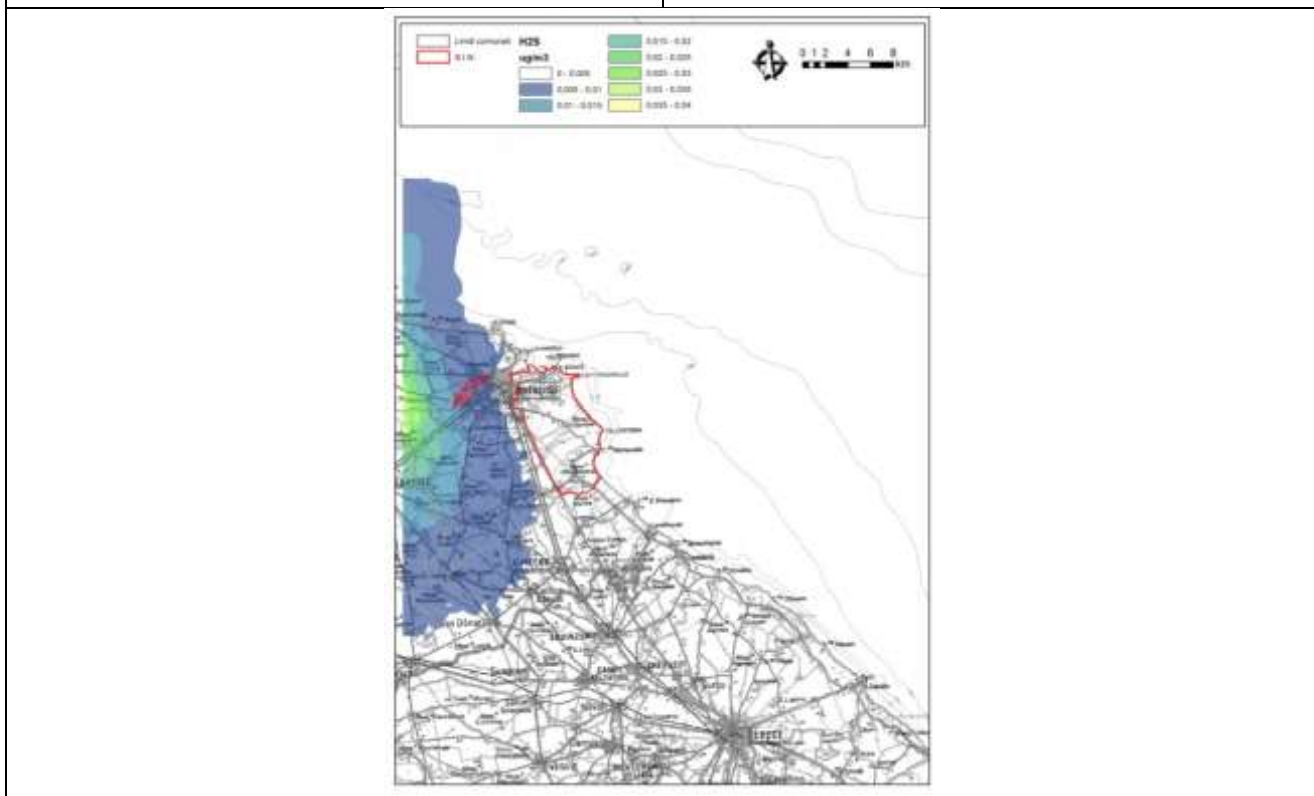
Figure 7.45: Mappe di concentrazione media annuale al suolo di acido cloridrico relative alla situazione emissiva 2010



Mappa della concentrazione media annuale di H2S(2010) – dominio 1 – *scala diversa



Mappa della concentrazione media annuale di H2S (2010) – dominio 2)



Mappa della concentrazione media annuale di H2S (2010) – intersezione dominio 1 e 2

Figure 7.46: Mappe di concentrazione media annuale al suolo di acido solfidrico relative alla situazione emissiva 2010

In generale dalle mappe di concentrazione media annuale mostrate è possibile notare come le sorgenti convogliate e le sorgenti diffuse simulate siano caratterizzate da una diversa “impronta” al suolo. Per le sorgenti convogliate (si veda quale esempio la mappa della concentrazione media annuale di Co, specie emessa solo dalle sorgenti convogliate delle centrali Enel ed Enipower) si osservano delle concentrazioni medie annue modellate che si distribuiscono prevalentemente lungo l’asse N-S rispetto alle sorgenti, con un contributo al suolo che si allunga nella direzione SE all’aumentare dell’altezza dei camini. I campi di concentrazione simulati relativi alle emissioni diffuse si distribuiscono invece prevalentemente attorno alle sorgenti, nel raggio di alcune centinaia di metri da esse.

Di seguito alcune brevi considerazioni per ciascun inquinante simulato sul dominio intersezione.

PM10: nella mappa della concentrazione media annuale di PM10, relativa al dominio intersezione (Figura 7.26), è evidente l’area di ricaduta prodotta dalle emissioni del parco carbonile ENEL, circoscritta, nel raggio di poche centinaia di metri, attorno alla sorgente.

B(a)P: nella mappa totale (Figura 7.27) è evidente l’area di ricaduta prodotta dalle emissioni convogliate dello stabilimento SFIR.

Naftalene: nella mappa della concentrazione media annuale totale di Naftalene (Figura 7.28) è possibile riconoscere l’impronta al suolo delle emissioni convogliate Enel.

PCDD/F e PCB: nelle mappe totali (Figure 7.29 e 7.30) è possibile riconoscere l’impronta al suolo delle emissioni convogliate Enel. **Benzene:** la mappa totale (Figura 7.31) mostra come le concentrazioni medie annuali modellate al suolo siano prodotte essenzialmente dalle emissioni diffuse e convogliate di Versalis.

Arsenico e Cobalto: nelle mappe totali (Figura 7.32 e Fig. 7.35) è possibile riconoscere l’area di ricaduta prodotta dalle emissioni convogliate Enel ed Enipower.

Berillio: la mappa totale (Figura 7.33) mostra come le concentrazioni medie annuali modellate al suolo siano dovute essenzialmente alle emissioni della centrale Enel (in particolare alle emissioni del parco carbonile).

Cadmio: la mappa totale (Figura 7.34) mostra il contributo delle emissioni del carbonile Enel e delle emissioni convogliate Enel ed Enipower.

Cromo: la mappa totale (Figura 7.36) mostra come alle concentrazioni medie annuali modellate al suolo contribuiscano le emissioni convogliate Augusta, le emissioni delle sorgenti convogliate e del parco carbonile della centrale Enel e le emissioni convogliate della Sfir.

Nichel: la distribuzione spaziale della concentrazione media annuale totale di Nichel, mostrata in Figura 7.37, è caratterizzata da 2 distinte aree di massima ricaduta, dovute rispettivamente alle emissioni della SFIR ed alle emissioni della centrale Enel.

Piombo: nella mappa totale (Figura 7.38) è possibile riconoscere l’area di ricaduta prodotta dalle emissioni Enel.

Vanadio: la mappa totale (Figura 7.39) mostra come alle concentrazioni medie annuali modellate al suolo contribuiscano essenzialmente le emissioni della centrale Enel (diffuse e convogliate).

Manganese: la distribuzione spaziale della concentrazione media annuale totale di Manganese, mostrata in Figura 7.40, è caratterizzata da 2 distinte aree di massima ricaduta, dovute rispettivamente alle emissioni della SFIR ed alle emissioni della centrale Enel (in particolare alle emissioni dovute al parco carbonile).

Mercurio: la distribuzione spaziale della concentrazione media annuale totale di Mercurio, mostrata in Figura 7.41, è caratterizzata da una singola area di massima ricaduta, dovuta alle emissioni convogliate della SFIR.

Selenio: nella distribuzione spaziale della concentrazione media annuale totale di Selenio, mostrata in Figura 7.42, è chiaramente identificabile l'impronta delle emissioni convogliate Enel.

Ammoniaca: nella mappa totale (Fig. 7.43) è possibile riconoscere l'area di ricaduta prodotta dalle emissioni convogliate di SFIR.

Acido fluoridrico: nella mappa totale (Fig. 7.44) è possibile riconoscere l'area di ricaduta prodotta dalle emissioni convogliate Enel.

Acido cloridrico: la mappa totale (Fig. 7.45) mostra come alle concentrazioni medie annuali modellate al suolo contribuiscano le emissioni convogliate Agusta.

Acido solfidrico: la mappa totale (Fig. 7.46) mostra come alle concentrazioni medie annuali modellate al suolo contribuiscano le emissioni diffuse prodotte dalle discariche Autigno e Formica.

Al fine di valutare da un punto di vista qualitativo la capacità del modello di ricostruire la distribuzione spaziale degli inquinanti nell'area in esame, si riportano di seguito (Figura 7.47) gli scatterplot di confronto tra le concentrazioni medie annuali osservate nell'anno 2010 e le medie annuali modellate relative alla situazione emissiva simulata. La scelta dell'SO₂ è legata al fatto che tale inquinante rappresenta un tracciante per le attività industriali; il confronto viene effettuato presso le centraline di qualità dell'aria di tipo industriale della rete ARPA (Figura 7.47) e della rete ENEL (Figura 7.48). Gli scatterplot mostrano un accordo soddisfacente tra le concentrazioni medie modellate e misurate, nonostante sia doveroso ricordare che le simulazioni modellistiche sono state condotte su un periodo meteorologico (anno 2007) differente dal periodo temporale cui fa riferimento lo scenario emissivo considerato.

E' possibile comunque notare come nelle postazioni "Surbo" e Terminal Passeggeri il modello tenda a sottostimare la concentrazione media osservata. Ciò è presumibilmente dovuto al fatto che al dato misurato probabilmente contribuiscono emissioni (industriali nel primo caso, navali nel secondo) non considerate nella modellizzazione.

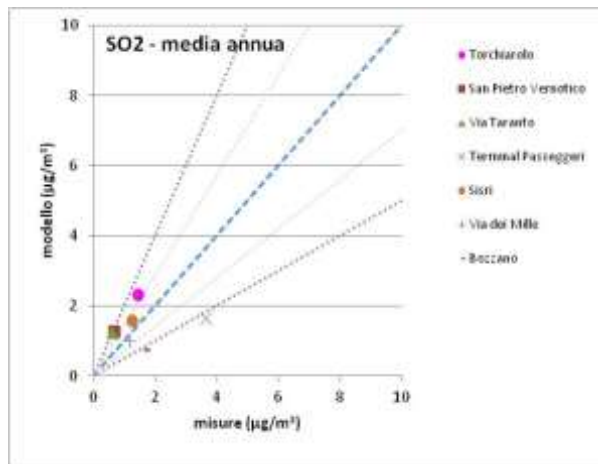


Figura 7.48 Confronto tra le concentrazioni medie annuali di SO₂ misurato nel 2010 e modellato presso le postazioni della rete di monitoraggio ARPA

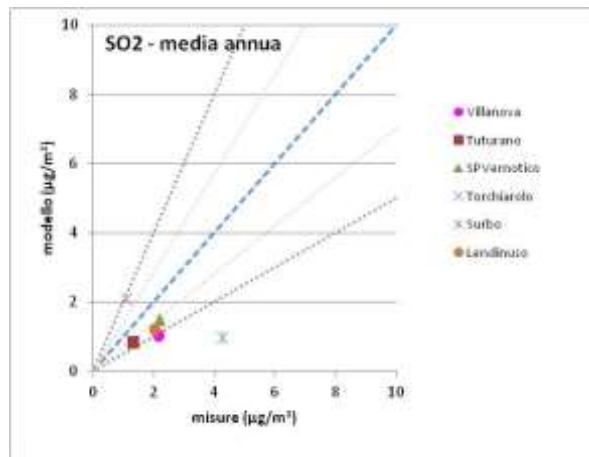


Figura 7.49 Confronto tra le concentrazioni medie annuali di SO₂ misurato nel 2010 e modellato presso le postazioni della rete di monitoraggio Enel

8. Stima del rischio sanitario

8.1 Stima del rischio cancerogeno per via inalatoria

8.1.1 Scelta degli Unit Risk e degli slope factor e valutazione dose-risposta

La valutazione dose-risposta, terzo step del processo di risk assessment, quantifica il prodotto tra l'esposizione, in termini di dose inalatoria, e la risposta, in termini di effetto sanitario avverso. Si ricorda che le sostanze cancerogene aumentano la probabilità che gli essere umani possano sviluppare un tumore senza che sia riconosciuta una soglia di non-effetto. Il potenziale cancerogeno di una sostanza chimica può essere valutato attraverso studi epidemiologici (soprattutto di epidemiologia occupazionale) o studi tossicologici su animale di esperimento. I rischi incrementali unitari, stimati attraverso i predetti studi epidemiologici o tossicologici, sono espressi come Unit Risk o come Slope Factor. In particolare, lo Unit Risk (UR) rappresenta il rischio addizionale di sviluppare un tumore nel tempo vita (*life-time*), all'interno di una ipotetica popolazione, nella quale tutti gli individui sono esposti continuamente alla concentrazione di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di sostanza cancerogena nell'aria che respirano (unità di misura: $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$). Il potenziale cancerogeno (o Slope Factor, SF) di una sostanza rappresenta il rischio che essa causi un tumore nel corso di tutta la vita, per unità di assunzione giornaliera per unità di peso corporeo (unità di misura: $(\text{mg}/\text{Kg}\cdot\text{day})^{-1}$). Gli Slope Factor (e gli Unit Risk) sono sviluppati attraverso modelli di estrapolazione statistica e, in accordo con l'EPA, i valori scelti corrispondono al limite di confidenza superiore del 95° percentile, rappresentando dunque un valore conservativo. Dal momento che diversi enti scientifici e regolatori propongono diversi UR o SF si è deciso di sceglierli in base al seguente ordine di priorità:

- 1) WHO;
- 2) US-EPA;
- 3) Californian-EPA;
- 4) Altra fonte.

Le formule utilizzate in questo studio per il calcolo del rischio si avvalgono degli Slope Factor per sostanza cancerogena, per cui sono stati utilizzati quelli direttamente reperibili in letteratura, ove esistenti. Negli altri casi sono stati derivati dal rispettivo Unit Risk secondo la formula [2] (Fonte: Documento di supporto alla Banca dati "ISS-INAIL" Novembre 2013. INAIL, ISS).

$$SF_{\text{inal}} = \text{UR} \left(\frac{70 \text{ kg}}{20 \text{ m}^3/\text{giorno}} \right) 1000 \frac{\mu\text{g}}{\text{mg}} \quad [2]$$

Per le sostanze cancerogene considerate nello studio sono state ricercate in letteratura i rispettivi Unit Risk e i rispettivi Slope Factor riportati in Tabella 8.1.1.

Tabella 8.1.1 Unit risk ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)⁻¹ e Slope Factor delle sostanze stimate ($\text{mg}/\text{Kg}\cdot\text{day}$)⁻¹.

Sostanza	Inhalation Unit Risk ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Fonte	Slope factor ($\text{mg}/\text{Kg}\cdot\text{day}$) ⁻¹	Fonte	Classificazione IARC * e monografia di riferimento
Arsenico (As)	1,50E-03	WHO	5,25E+00	-	1 Volume 23, Sup 7, 100C Anno 2012
Benzo[a]Pirene	8,70E-02	WHO	3,05E+02	-	1 Volume 92, Sup 7, 100F Anno 2012
Benzene	6,00E-06	WHO	2,10E-02	-	1 Volume 29, Sup 7, 100F , Anno 2012
Berillio (Be)	2,40E-03	US-EPA http://www.epa.gov/iris/subst/0012.htm#carc	8,40E+00	-	1 Volume 58, Sup 7, 100C Anno 2012
Cadmio (Cd)	1,80E-03	US-EPA, http://www.epa.gov/iris/subst/0141.htm#carc	6,30E+00	-	1 Volume 58, 100C Anno 2012
Cobalto (Co)	9,00E-03	US-EPA PPRTV, RESIDENTIAL AIR http://www.epa.gov/region9/superfund/prg/index.html	3,15E+01	-	2B Volume 52 Anno 1991
Cromo (Cr) **	4,00E-02		1,40E+02		3 Volume 49, Anno 1990
Diossine (Teq)	3,30E+01	http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/dioxin.html	1,50E+05	-	1 Volume 69, Sup 7, 100F Anno 2012
Naftalene (C10H8)	8,70E-05	WHO	3,05E-01	-	2B Volume 82 Anno 2002
Nichel (Ni)	4,00E-04	WHO	1,40E+00	-	1 Volume 49, Sup7, 100C Anno 2012
PCB	1,00E-04	US-EPA, http://www.epa.gov/iris/subst/0294.htm#refinhal	3,50E-01	-	1 Volume 18, Sup 7, 107 in prep.
Piombo (Pb)			4,20E-02	Cal-EPA, OEHHA 2011, http://oehha.ca.gov/air/hot_spots/tsd052909.html AppendixA	2A Volume 87 Anno 2006

* Classificazione IARC (Last update: Gennaio 2014): Gruppo 1, Cancerogeno per l'uomo (sulla base di sufficiente evidenza negli animali da esperimento); Gruppo 2A, Probabile cancerogeno per l'uomo (sulla base di evidenza limitata nell'uomo ed evidenza sufficiente negli animali da esperimento); Gruppo 2B, Possibile cancerogeno per l'uomo (sulla base di evidenza limitata nell'uomo e evidenza non del tutto sufficiente negli animali da esperimento oppure di evidenza sufficiente negli animali ed evidenza inadeguata nell'uomo); Gruppo 3, Non classificabile per la cancerogenicità per l'uomo; Gruppo 4, Probabile non cancerogeno per l'uomo. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsAlphaOrder.pdf>

** in via conservativa si è utilizzata la concentrazione di Cromo totale applicando lo UR del Cromo VI. ILLINOIS US-EPA: <http://www.epa.state.il.us/land/taco/toxicity-values.xls>;

OEHHA: http://www.energy.ca.gov/sitingcases/highgrove/documents/applicant/AFC_Supplement_C/Appendixes/Appendix%203.6A_Risk%20Assessment%20Health%20Values.pdf

Il calcolo del rischio cancerogeno inalatorio è stato effettuato secondo la seguente formula (Fonte: The Air Toxics Hot Spots Program Guidance Manual for Preparation of Health Risk Assessments, August 2003. Office of Environmental Health Hazard Assessment California Environmental Protection Agency):

$$\text{Cancer Risk} = \left(\text{Inhalation Dose} \frac{\text{mg}}{\text{kg-day}} \right) \left(\text{SF}_{\text{inal}} \frac{\text{kg-day}}{\text{mg}} \right) (1 \times 10^6) \quad [3]$$

8.2 Caratterizzazione del rischio cancerogeno per esposizione inalatoria

La formula [3] è stata utilizzata per calcolare il rischio cancerogeno inalatorio sostanza-specifico per tutte le sostanze cancerogene considerate in tabella 8.1.1. Secondo una modalità additiva i rischi delle sostanze sono stati combinati per ottenere la mappa di rischio cancerogeno totale.

Nella figura 8.2.1 si riporta la mappa del rischio cancerogeno *life-time* (70 anni) riferito alle concentrazioni modellizzate degli inquinanti considerati per gli stabilimenti in studio, ipotizzando che la popolazione sia esposta per 70 anni alle medesime concentrazioni nell'area in studio.

Nelle figure 8.2.2, 8.2.3, 8.2.4 si riportano i livelli di rischio nelle tre aree di massimo impatto e la distribuzione degli edifici nell'area in studio.

In particolare, come riportato nella figura 7.17 (par. 7.3), nell'area 1 è situato l'impianto Agusta spa, nell'area 2 sono localizzati gli impianti Sanofi, Sfir, Versalis, Basell ed Enipower, nell'area 3 la centrale ENEL.

Fig.8.2.1 - Mappa del rischio cancerogeno totale per via inalatoria (per milione).

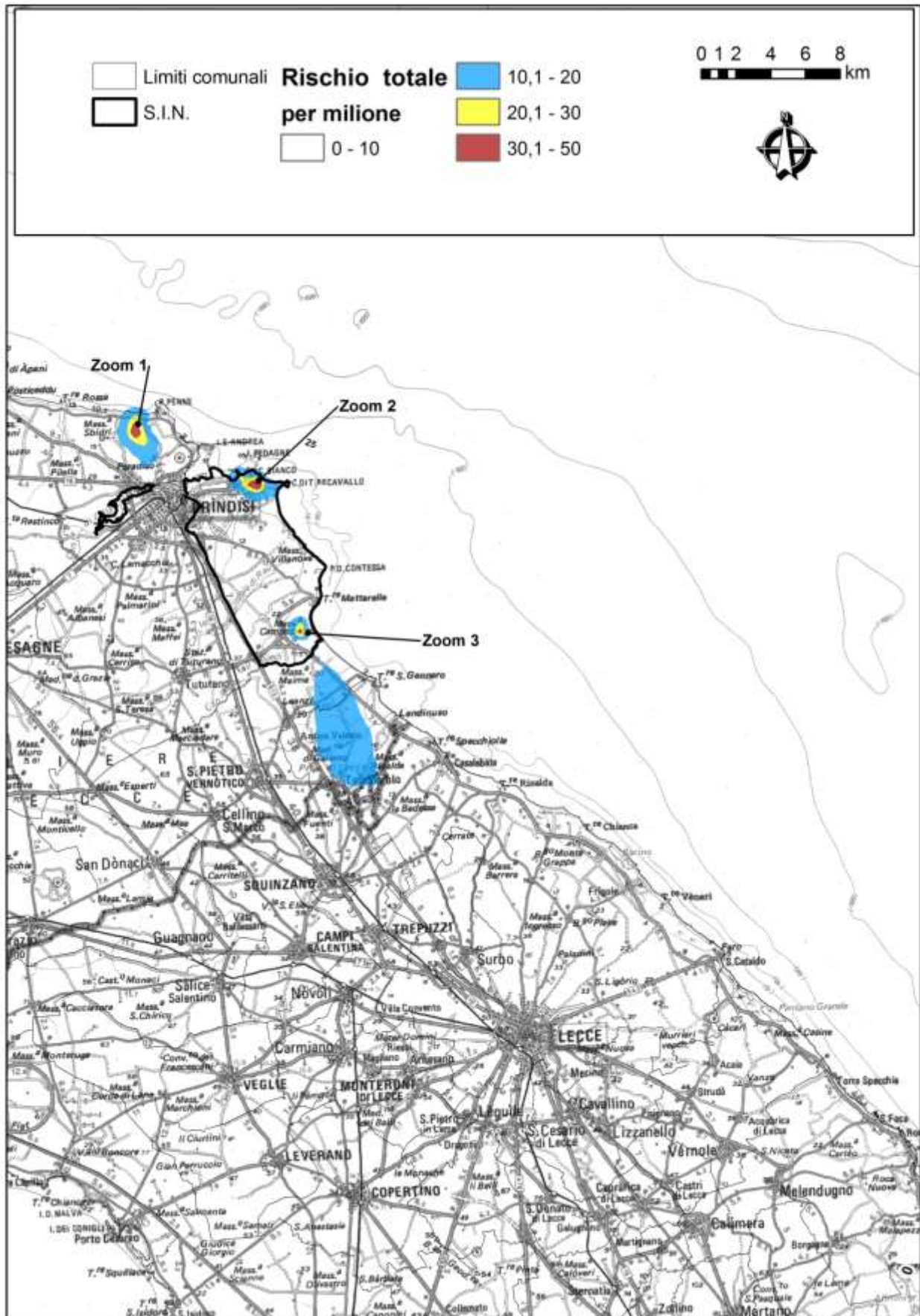


Fig.8.2.2 - Mappa del rischio cancerogeno totale per via inalatoria (per milione) nell'area 1. Zoom 1

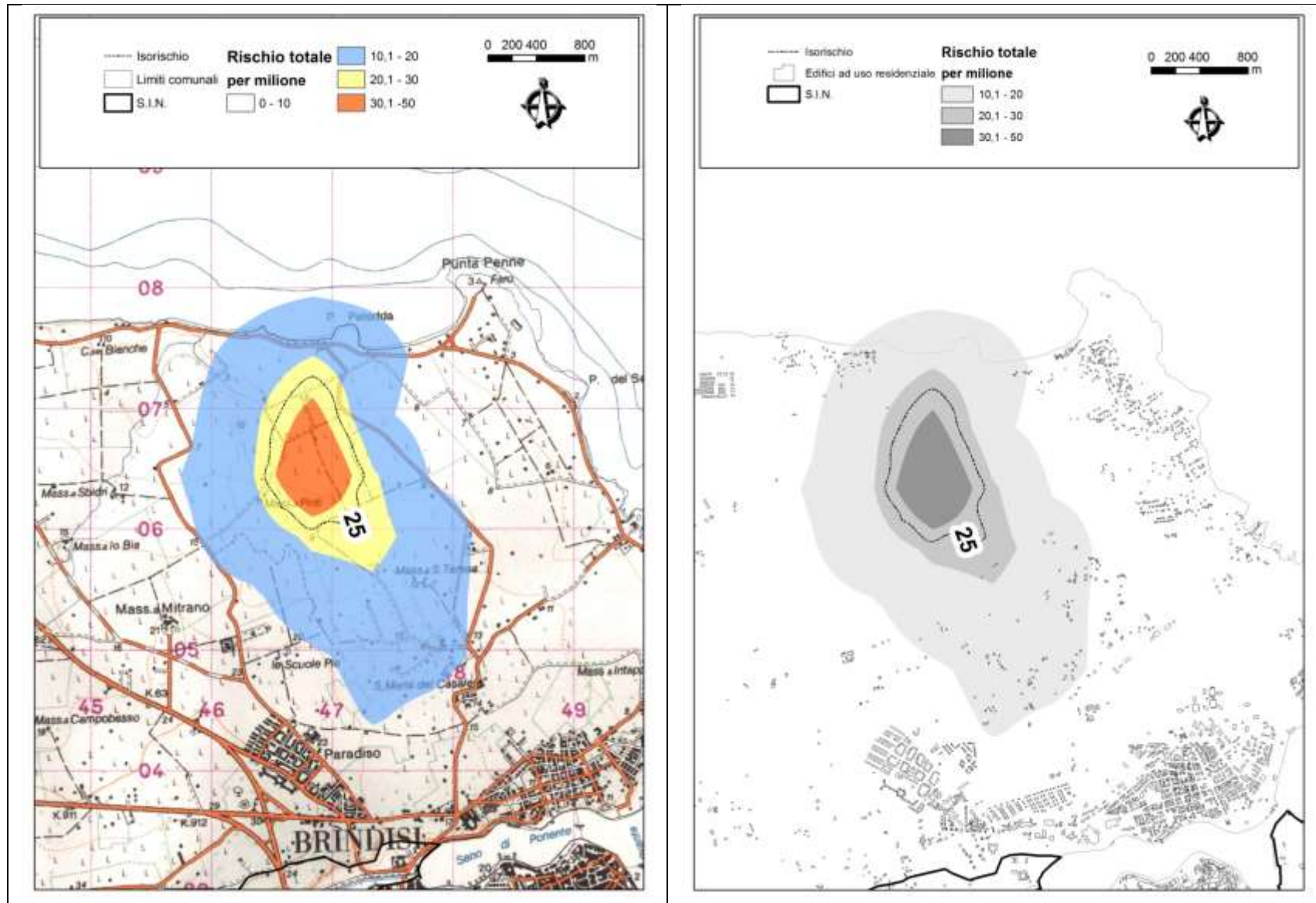


Fig.8.2.3 - Mappa del rischio cancerogeno totale per via inalatoria (per milione) nell'area 2. Zoom 2

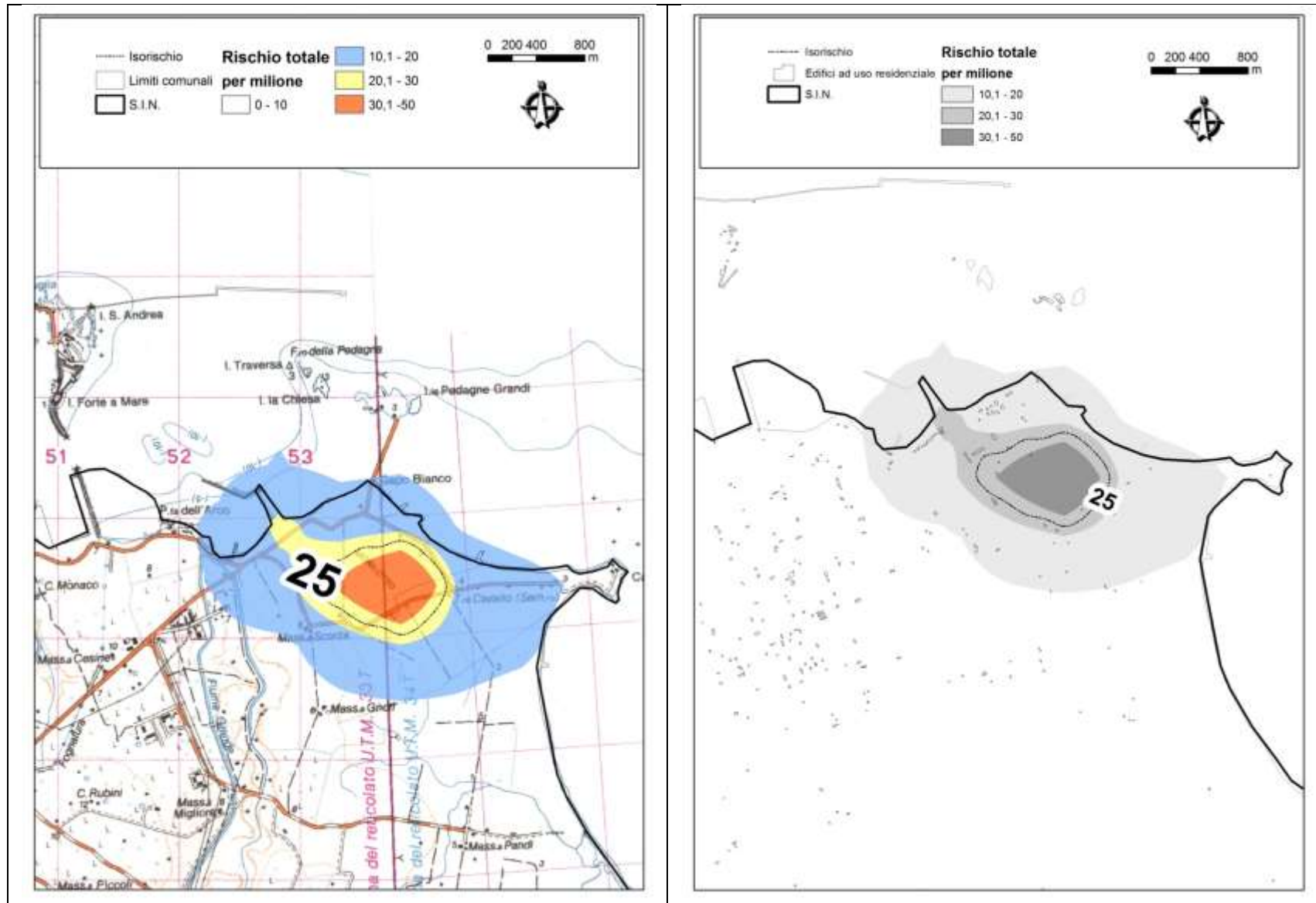
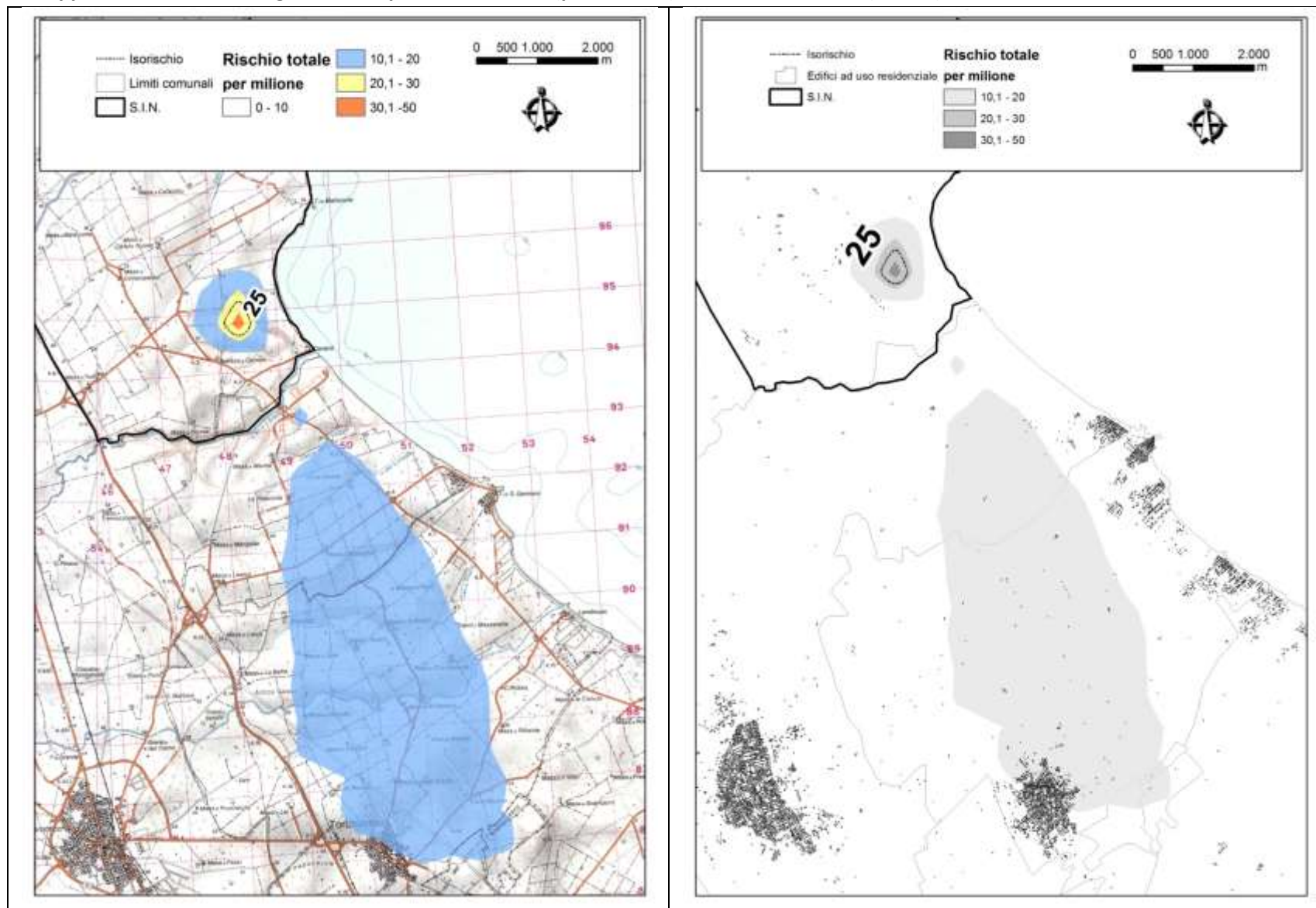


Fig.8.2.4 - Mappa del rischio cancerogeno totale per via inalatoria (per milione) nell'area 3. Zoom 3 (Area 3)



In tabella 8.2.1 si riporta una stima della popolazione residente esposta ai diversi livelli di rischio, la cui distribuzione spaziale all'interno dell'area indagine è stata effettuata utilizzando i dati delle sezioni di censimento ISTAT 2011 (<http://www.istat.it/it/archivio/104317>).

Tabella 8.2.1. Proporzione della popolazione esposta ai diversi livelli di rischio nelle aree di massimo impatto.

	Rischi per milione	Impatti	
		n°edifici (>70mq)	popolazione stimata (n)
Area 1	10-20	113	261
	20-30	3	6
	30-50	0	0
Area 2	10-20	14	7
	20-30	0	0
	30-50	0	0
Area 3	10-20	317	1937
	20-30	0	0
	30-50	0	0

In tabella 8.2.2 si riporta la proporzione di rischio attribuibile ai diversi inquinanti nelle tre aree di massimo impatto. Sulla base delle emissioni utilizzate per le simulazioni (tabella 7.20 - Emissioni totali per inquinante utilizzate per le simulazioni, paragrafo 7.3.9 "Emissioni totali considerate nella simulazione"), le maggiori concentrazioni di Cromo nell'area 1, 2 e 3 sono attribuibili all'impianto Agusta Westland spa, all'impianto SFIR ed alla Centrale ENEL, rispettivamente, mentre nell'area 2 le maggiori concentrazioni del benzene sono attribuibili allo stabilimento petrolchimico Versalis (ex Polimeri).

Tabella 8.2.2. Proporzione di rischio attribuibile ai diversi inquinanti nelle aree di massimo impatto.

INQUINANTI	Area 1	Area 2	Area 3
As	0,02%	0,03%	0,11%
Cd	0,02%	0,02%	0,14%
Ni	0,19%	0,24%	1,24%
Cr	99,38%	7,86%	96,15%
C6H6	0,28%	91,67%	1,21%
PCB	0,00%	0,00%	0,00%
Naft	0,00%	0,00%	0,00%
Pb	0,00%	0,00%	0,00%
Diox	0,00%	0,00%	0,00%
Co	0,06%	0,14%	0,32%
Be	0,02%	0,02%	0,80%
Bap	0,02%	0,01%	0,03%

8.3 Stima del rischio non cancerogeno per via inalatoria

A completamento dell'analisi sulla caratterizzazione del rischio, in questo paragrafo sono riportati i risultati del rischio non cancerogeno per via inalatoria.

Per le sostanze non cancerogene, il rischio viene calcolato attraverso la formula [4] (Fonte: Risk Assessment Document for CokeOven MACT Residual Risk. December 22, 2003) e gli Hazard Quotients (Fonte: Risk Assessment Document for CokeOven MACT Residual Risk. December 22, 2003):

$$HQ = \frac{\text{Concentration}}{Rfc} \quad [4]$$

dove

- HQ (Hazard Quotient) o quoziente di pericolo esprime di quanto l'esposizione alla sostanza supera la concentrazione di riferimento inalatoria (RfC);
- RfC che è la stima della quantità massima di sostanza che può essere inalata giornalmente e per tutta la vita senza comportare apprezzabili rischi per la salute umana.

Per calcolare il rischio associato all'esposizione a diverse sostanze, gli HQ sono stati calcolati per singola sostanza e infine sono stati sommati per ottenere l'Hazard Index (HI) o indice di Pericolosità:

$$HI = \sum(HQ) \quad [5]$$

Per il calcolo del rischio non cancerogeno per via inalatoria sono stati considerati due domini di simulazione, le cui caratteristiche sono riassunte nel paragrafo 7.1 Domini di simulazione. In particolare, nel dominio 1 sono stati simulati gli impatti delle aziende Agusta spa, Sanofi, Sfir, Versalis, Basell, Enipower, centrale ENEL, nel dominio 2 sono stati simulati gli impatti delle discariche Formica Ambiente e Discarica Comunale RSU.

Per la valutazione dei rischi non cancerogeni per via inalatorie associati alle sostanze in esame ci si è avvalsi delle concentrazioni di riferimento (RfC) disponibili in letteratura (<http://www.epa.gov/region9/superfund/prg/index.html>), riportati in tabella 8.3.1.

In tabella 8.3.2 sono indicati gli organi bersaglio per ciascuna sostanza (Fonte:The Air Toxics Hot Spots Program Guidance Manual for Preparation of Health Risk Assessments. August 2003.)

L'Hazard Index è stato calcolato per singolo apparato. Il rischio per sostanze non cancerogene si considera accettabile quando l'Hazard Index è inferiore o uguale a 1.

Con riferimento agli impatti degli stabilimenti ubicati nel dominio 1, l'Hazard Index è risultato inferiore ad 1 per tutti gli apparati considerati.

I valori degli Hazard Index per l'apparato respiratorio relativi all'impatto delle discariche Formica Ambiente e Discarica Comunale RSU (dominio 2) sono riportati nella mappa (Fig. 8.3.1). Al fine di fornire una stima della popolazione esposta ai diversi livelli di HI, sono stati

identificati 39 edifici a uso residenziale con superficie superiore a 70mq nell'area con HI >1, con il valore massimo di HI pari a 3.8 relativo al primo recettore sensibile.

Tabella 8.3.1. Concentrazioni di riferimento (Rfc in mg/m³) delle sostanze stimate.

Sostanze	Chronic Inhalation Rfc (mg/m ³)	Fonte	Classificazione IARC e monografia di riferimento
Acido cloridrico (HCl)	2,00E-02	US-EPA , http://www.epa.gov/iris/subst/0396.htm#refinhal	3 Volume 54, Anno 1992
Acido fluoridrico (Hf)	1,40E-02	Cal-EPA, http://www.epa.gov/region9/superfund/prg/index.html - RESIDENTIAL AIR	nessuna classificazione
Acido Solfidrico (H2s)	2,00E-03	US-EPA , http://www.epa.gov/iris/subst/0061.htm#refinhal	nessuna classificazione
Ammoniaca (NH3)	1,00E-01	US-EPA, http://www.epa.gov/iris/subst/0422.htm#refinhal	nessuna classificazione
Arsenico (As)	1,50E-05	Cal-EPA, http://www.epa.gov/region9/superfund/prg/index.html - RESIDENTIAL AIR	1 Volume 23, Sup 7, 100C Anno 2012
Benzene	3,00E-02	US-EPA, http://www.epa.gov/iris/subst/0276.htm#refinhal	1 Volume 29, Sup 7. 100F , Anno 2012
Berillio (Be)	2,00E-05	US-EPA, http://www.epa.gov/iris/subst/0012.htm#refinhal	1 Volume 58, 100C Anno 2012
Cadmio (Cd)	2,00E-05	Cal-EPA, OEHHA 2003	1 Volume 58, 100C Anno 2012
Cobalto (Co)	6,00E-06	US-EPA PPRTV , http://www.epa.gov/region9/superfund/prg/index.html - RESIDENTIAL AIR	2B Volume 52 Anno 1991
Cromo (Cr)**	1,00E-04	US-EPA, http://www.epa.gov/iris/subst/0144.htm#refinhal	3 Volume 49, Sup 7 Anno 1990
Diossine (Teq)	4,00E-08	Cal-EPA, http://www.epa.gov/region9/superfund/prg/index.html - RESIDENTIAL AIR	1 Volume 69, Sup 7, 100F Anno 2012
Manganese (Mn)	5,00E-05	US-EPA, http://www.epa.gov/iris/subst/0373.htm#refinhal	nessuna classificazione
Mercurio (Hg)	3,00E-04	US-EPA, http://www.epa.gov/iris/subst/0370.htm#refinhal	3 Volume 58, Anno 1993
Naftalene (C10H8)	3,00E-03	US-EPA, http://www.epa.gov/iris/subst/0436.htm#refinhal	2B Volume 82. Anno 2002
Nichel (Ni)	1,40E-05	Cal-EPA http://www.epa.gov/region9/superfund/prg/index.html - RESIDENTIAL AIR	1 Volume 49, Sup7 , 100C Anno 2012
Selenio (Se)	2,00E-02	Cal-EPA, http://www.epa.gov/region9/superfund/prg/index.html - RESIDENTIAL AIR	3 Volume 9, Sup 7 Anno 1987
Vanadio (V)	1,00E-04	US-EPA, ATSDR http://www.epa.gov/region9/superfund/prg/index.html - RESIDENTIAL AIR	2B Volume 86, Anno 2006

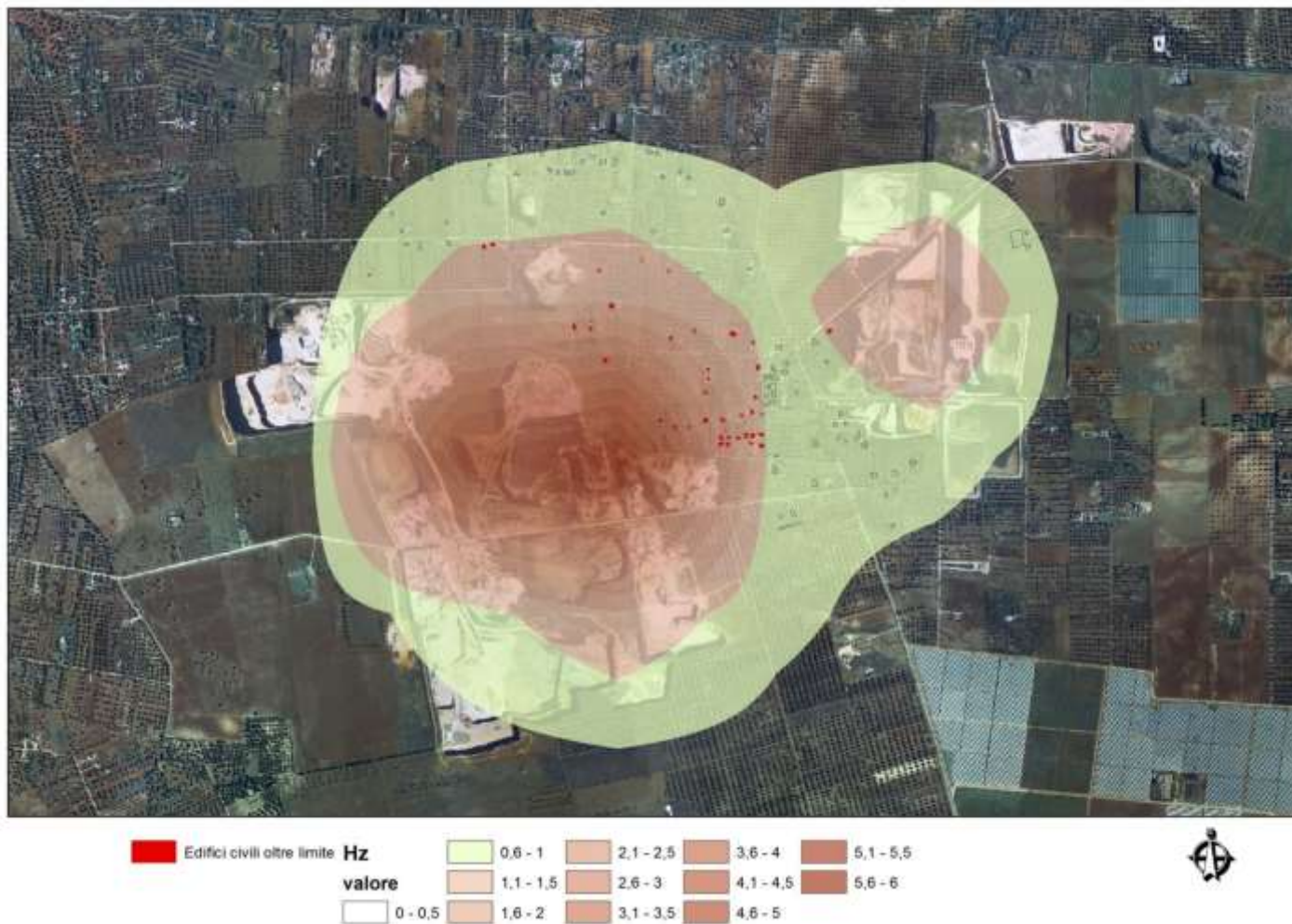
** in via conservativa si è utilizzata la concentrazione di Cromo totale applicando l'Rfc del Cromo VI. ILLINOIS US-EPA: <http://www.epa.state.il.us/land/taco/toxicity-values.xls> ;

OEHHA: http://www.energy.ca.gov/sitingcases/highgrove/documents/applicant/AFC_Supplement_C/Appendixes/Appendix%203.6A_Risk%20Assessment%20Health%20Values.pdf

Tabella 8.3.2- Organi bersaglio delle sostanze stimate.

Sostanze	Organi bersaglio per inalazione cronica										
	Apparato respiratorio	Apparato cardiovascolare	Apparato digerente	Sviluppo	Sistema nervoso	Organi emopoietici	Sistema endocrino	Sistema riproduttivo	Ossa e denti	Sistema immunitario	Rene
Acido cloridrico (HCl)	X										
Acido fluoridrico (Hf)	X								X		
Acido Solfidrico (H ₂ S)	X										
Ammoniaca (NH ₃)	X										
Arsenico (As)		X		X	X						
Benzene				X	X	X					
Berillio (Be)	X									X	
Cadmio (Cd)	X										X
Cobalto (Co)	X										
Cromo (Cr)	X										
Diossine (Teq)	X		X	X		X	X	X			
Manganese (Mn)					X						
Mercurio (Hg)					X						
Naftalene (C ₁₀ H ₈)	X										
Nichel (Ni)	X					X					
Selenio (Se)		X	X		X						
Vanadio (V)	X										

Fig. 8.3.1 Mappa hazard index per apparato respiratorio. Discariche Formica Ambiente e Discarica Comunale RSU (dominio 2)



Risultati e considerazioni

Per quanto riguarda il rischio cancerogeno, il livello massimo di rischio per le aree con edifici ad uso residenziale superiore a 70 mq è pari a 30 per milione ($0,3 \cdot 10^{-4}$), inferiore rispetto al valore di 1:10.000, utilizzato come riferimento nella valutazione del danno sanitario dello stabilimento ILVA di Taranto⁷.

Per quanto riguarda il rischio non cancerogeno, si riscontra una criticità sanitaria e ambientale⁸ nell'area in cui sono situate la discarica di Formica Ambiente e la discarica comunale di RSU.

Nella valutazione di tali risultati vanno tenuti in conto, oltre alle incertezze insite nelle metodologie applicate (di cui al successivo paragrafo), anche le assunzioni legate alla valutazione "speditiva" per le aziende differenti da ENEL ed ENIPOWER, per alcune delle quali⁹ una valutazione approfondita comporterebbe l'introduzione di un contributo emissivo addizionale, rispetto a quanto introdotto nella presente valutazione.

⁷ L'US-EPA prevede nella valutazione del rischio cumulativo un valore "de minimis" pari a 10^{-6} , interventi discrezionali nell'intervallo tra 10^{-4} e 10^{-6} , e un intervento pianificato in caso di rischio superiore a 10^{-4} .

⁸ Si intende con ciò un Hazard Index (HI) maggiore di 1.

⁹ In particolare: non sono stati introdotti i contributi emissivi derivanti dalle attività di movimentazione o stoccaggio di combustibili e rifiuti e non sono stati trattati i "transitori" e gli eventi di accensione dei sistemi di emergenza e sicurezza (torce).

9. Valutazione dell'incertezza

Il risk assessment è un processo utilizzato per la stima degli impatti sanitari all'interno di scenari di grande complessità dipendente da variabili fisiche, chimiche e biologiche, ed è intrinsecamente connotato da incertezza in ciascuna delle sue fasi. Le stime di impatto derivate dalle procedure di risk assessment devono sempre essere viste nella consapevolezza di tali fonti di incertezza.

9.1 Incertezza nelle stime delle emissioni

Le stime delle emissioni in atmosfera sono tipicamente soggette ad incertezze, dovute a numerose cause distribuite lungo tutta la procedura di stima. L'incertezza connessa con un dato di emissione varia notevolmente a seconda del tipo di inquinante, di attività e del livello di disaggregazione spaziale considerato. Le stime delle emissioni delle attività produttive non direttamente legate all'attività di combustione controllata (quindi non monitorate) sono in generale meno affidabili. Le emissioni non monitorate, attraverso controlli (continui e discontinui), sono stimate attraverso fattori di emissione e specifici indicatori legati all'attività emissiva (es. produzione annua). Le stime condotte ai fini degli inventari delle emissioni riguardano generalmente le emissioni medie annue relative alle normali condizioni di funzionamento degli impianti.

Alla luce di queste considerazioni, risulta dunque importante in un inventario delle emissioni poter disporre di un quadro riassuntivo delle emissioni. La metodologia solitamente utilizzata per la validazione dei dati delle emissioni è quella per "approssimazioni successive": i criteri di raccolta dei dati base (indicatori, fattori di emissione) dell'inventario delle emissioni vengono via via rivisti e perfezionati, sulla base delle risorse disponibili e dei risultati ottenuti nelle prime fasi. Va osservato che la precisione richiesta ad un inventario emissioni dipende dagli utilizzi e/o il contesto territoriale di riferimento. Sicuramente inventari locali, specifici di un territorio limitato (ad esempio un comune), possono essere più affidabili della stima dell'inventario regionale, che per sua natura non può considerare tutte le specificità locali.

Nel caso in questione, la stima è stata elaborata al massimo dettaglio disponibile, prendendo in considerazione quanto più possibile dati di controllo ed autocontrollo, dati di monitoraggio in continuo (SME), dichiarazioni ambientali e ad integrazione gli algoritmi di stima.

Pertanto in funzione di quanto sopra, i dati di monitoraggio utilizzati nell'inventario sito-specifico rientrano prevalentemente in una classe di incertezza basata su un consistente numero di misure rappresentative del settore, mentre alle stime emissive legate ai vari

processi (senza combustione) è attribuibile una classe di incertezza basata su indicatori statistici produttivi.

9.2 Incertezza nelle simulazioni modellistiche

Il risultato della simulazione modellistica è connotato da un certo grado di incertezza che risulta dalla composizione dell'incertezza intrinseca del modello (dovuta all'incapacità del modello di descrivere perfettamente i fenomeni fisici e chimici; incertezza inerente al modello dovuta alla natura stocastica di fenomeni atmosferici, quali, ad esempio, la turbolenza) e da quella associata ai dati di ingresso, in particolare alle emissioni e ai parametri meteo climatici.

Sebbene alcuni studi precedenti abbiano evidenziato che la principale incertezza nella caratterizzazione del rischio sanitario sia legata al dataset emissivo specifico del sito e alla quantificazione dose-risposta (EPA, 2009), la valutazione modellistica dei valori di concentrazione può sicuramente determinare un bias non trascurabile. In particolare ciascuno degli elementi di una cascata modellistica introduce un grado di incertezza nei risultati delle simulazioni, legate alla capacità dei modelli di ricostruire:

- l'evoluzione spazio temporale della dinamica e termodinamica dell'atmosfera
- i fenomeni turbolenti
- le reazioni chimiche che avvengono in atmosfera.

A tal riguardo la legislazione (D. Lgs. 155/2010) evidenzia come una corretta applicazione modellistica necessiti di una rigorosa procedura di confronto con le misure o analisi statistica, che consenta di valutare l'accuratezza e l'incertezza del modello, anche attraverso il calcolo di indicatori statistici standard di performance dei modelli che valutino la capacità del modello di avvicinarsi alle misure. Questo ovviamente presuppone un disegno ottimale della rete di monitoraggio, sufficiente affidabilità, accuratezza e rappresentatività delle misure.

Nel confronto con i modelli si possono elencare almeno quattro elementi di difficoltà nel confronto tra misure di concentrazione e stime ottenute dai modelli:

- le stime dai modelli rappresentano generalmente valori medi su un volume definito in relazione alla risoluzione spaziale del modello e su un intervallo di tempo definito dalla frequenza delle osservazioni meteorologiche e dei dati di emissione, mentre le misure sono puntuali e relative a intervalli di tempo non necessariamente uguali a quelli del modello;
- le misure sono affette a loro volta da errori ed incertezze;

- il modello rappresenta comunque la realtà dei fenomeni fisici con un certo grado di approssimazione e di accuratezza;
- errori ed incertezze nei dati e nei parametri di ingresso ai modelli influenzano i risultati dei modelli.

9.3 Incertezza nei coefficienti di tossicità

Gli Unit Risk e gli Slope Factors reperibili in letteratura sono connotati anch'essi da un grado di incertezza, in genere sono derivati da studi epidemiologici e/o tossicologici attraverso l'utilizzo di assunzioni conservative per cui difficilmente portano ad una sottostima del rischio.

Essi rappresentano infatti la stima *upper bound* della potenza cancerogena al 95° percentile, e questo influenza in particolare le sostanze classificate nel gruppo 2B della IARC, ovvero per i quali ci sono meno evidenze di una cancerogenicità certa della sostanza. I dati epidemiologici e tossicologici utilizzati per costruire i coefficienti sono spesso legati a concentrazioni più alte, anche di diversi ordini di grandezza, di quelle presenti negli ambienti di vita e spesso vengono interpolate fino alle basse concentrazioni utilizzando una relazione lineare senza soglia.

I cancerogeni inoltre poi possono interagire tra di loro portando a fenomeni di sinergismo e antagonismo e questi fenomeni, connotati anch'essi da incertezza, sono difficili da valutare, per cui è stato deciso di utilizzare un approccio additivo degli effetti.

Si ricorda infine che i diversi organismi scientifici e regolatori forniscono coefficienti per una stessa sostanza che possono differire anche per più di un ordine di grandezza.

10. Valutazione del quadro epidemiologico attraverso le stime più aggiornate disponibili di mortalità, ospedalizzazione e di incidenza dei tumori

Ai sensi dell'art.5 del Regolamento Regionale n. 24 del 03.10.2012, "Linee guida per l'attuazione della Legge regionale n. 21 del 24 luglio 2012, recante Nome a tutela della salute, dell'ambiente e del territorio sulle emissioni industriali inquinanti per le aree pugliesi già dichiarate a elevato rischio di crisi ambientale" il Gruppo di Lavoro Valutazione del Danno Sanitario, supportato dal personale del centro di coordinamento del Registro Tumori Puglia, ha predisposto una valutazione del quadro epidemiologico basato sulle stime più aggiornate di mortalità, di ospedalizzazione e di incidenza dei tumori, riferite ai territori dell'area di Brindisi.

Tale valutazione ha l'obiettivo di verificare la presenza di eventuali criticità sotto il profilo sanitario, associate ai dati ambientali come definiti dall'art. 4 del citato regolamento. Sulla base delle risultanze delle valutazioni modellistiche, ai fini del rapporto VDS, nell'ambito dell'Area a rischio sono considerati i comuni di Brindisi, Cellino San Marco, San Pietro Vernotico e Torchiarolo.

10.1 Analisi della mortalità nella Provincia, nell'Area di Rischio e nel comune di Brindisi nel periodo 2006-2011

Si fornisce un aggiornamento dei dati di mortalità per causa della popolazione residente nella Provincia, nell'Area a Rischio (comprendente, come detto, Cellino San Marco, San Pietro Vernotico, Torchiarolo, e Brindisi) e nel comune di Brindisi. Il periodo di studio comprende gli anni dal 2006 al 2011.

I dati sono stati elaborati dal Centro di Coordinamento del Registro Tumori Puglia.

Popolazione in studio e fonte dei dati

La popolazione in studio è costituita dai residenti della Provincia e dei comuni dell'Area a Rischio di Brindisi, come sopra definita.

Sono stati utilizzati i dati di mortalità forniti dall'ISTAT, distinti per causa secondo la 10^a Revisione della Classificazione Internazionale delle Malattie e delle Cause di Morte (ICD-10). La popolazione residente, invece, è stata calcolata a partire dalle ricostruzioni intercensuarie dell'Istituto Nazionale di Statistica.

Metodi

L'analisi condotta riguarda la mortalità per causa dei residenti della Provincia, dei comuni dell'Area di Rischio e del comune di Brindisi nel periodo 2006-2011, sulla base della metodologia descritta nello studio Sentieri.

E' stata considerata la causa iniziale di decesso riportata sulla scheda di morte.

Il dato relativo alla popolazione residente è stato ricavato dall'ISTAT al 1° gennaio dell'anno successivo quello di interesse.

Per le diverse cause di decesso sono stati calcolati i Rapporti Standardizzati di Mortalità (SMR, con relativi Intervalli di Confidenza al 90% - IC 90), che corrispondono al rapporto tra casi osservati di decessi per una specifica patologia e il numero di casi attesi nella popolazione di riferimento regionale. Gli SMR rappresentano una misura di associazione utilizzata per confrontare l'esperienza di mortalità per cause specifiche nel territorio di interesse, con quella di una popolazione di riferimento (ovvero la popolazione della Regione Puglia). Valori degli SMR superiori a 1 indicano un eccesso di mortalità per la causa considerata rispetto alla popolazione di riferimento, valori inferiori segnalano una diminuzione del rischio. Oltre alla stima puntuale dell'indicatore è stato calcolato l'intervallo di confidenza al 90%, ricorrendo al modello di Poisson per un numero di decessi osservati inferiore a 100 e all'approssimazione di Byar per un numero di decessi osservati uguale o superiore a 100. Gli intervalli di confidenza, infatti, indicano la significatività statistica del risultato quando non contengono il valore nullo, in questo caso l'1.

Sono stati infine calcolati i tassi di mortalità attraverso il metodo della standardizzazione diretta, utilizzando come popolazione di riferimento la popolazione italiana al censimento 2001, e sono stati prodotti dei grafici per evidenziare l'andamento dei tassi di mortalità in due periodi: 2006-2008 e 2009-2011, confrontando il comune di Brindisi, l'area a rischio, la regione Puglia e il SIN di Taranto e Statte.

Risultati

La tabella 10.1.1, relativa alla Provincia di Brindisi, evidenzia un **eccesso significativo della mortalità per tutte le cause, per le cause violente, per le malattie del sistema circolatorio e per le malattie polmonari croniche, nel sesso maschile**. Valori in difetto si rilevano per il tumore maligno del colon-retto, del fegato e della tiroide, oltre che per i tumori del sistema emolinfopoietico, per le malattie respiratorie acute e per le malformazioni congenite. **Nel sesso femminile**, non si riscontrano eccessi per cause tumorali ma piuttosto per **infarto miocardico acuto, per disturbi circolatori dell'encefalo, per malattie polmonari croniche ed asma**. Viceversa, sia tutti i tumori considerati nel complesso che tutti quelli maligni fanno registrare valori in difetto e, oltre a questi, malattie infettive e

parassitarie, tumore maligno dello stomaco, tumori del sistema emolinfopoietico, malattie respiratorie acute e cirrosi.

La tabella 10.1.2, relativa all'Area a Rischio, mostra un **eccesso di mortalità per tumore maligno della pleura e della vescica e, tra le cause non tumorali, per malattie ischemiche del cuore ed infarto miocardico acuto, nel sesso maschile**. Valori in difetto si evidenziano per tumore maligno del colon-retto, per cirrosi, per malattie dell'apparato genito-urinario e per malformazioni congenite. **Per il sesso femminile, si registrano eccessi per tumore maligno della trachea, bronchi e polmone, malattie polmonari croniche e per quelle dell'apparato digerente**. Risultano, invece, in difetto tutte le cause di morte e, tra tutti i tumori, quello del fegato. Tra le cause non tumorali, risultano in difetto le malattie del sistema circolatorio e le malattie respiratorie acute.

La tabella 10.1.3, relativa al comune di Brindisi, presenta un **eccesso significativo della mortalità per tutti i tumori e per i tumori maligni nel sesso maschile**. Le sedi tumorali che presentano eccessi sono: **pleura e vescica**. Tra le altre cause si evidenziano eccessi per **epilessia, malattie ischemiche del cuore ed infarto acuto del miocardio**. Si registrano, invece, valori in difetto per tumori maligni del colon-retto, malattia ipertensiva, cirrosi, insufficienza renale acuta e cronica e per disturbi circolatori dell'encefalo. **Nelle donne, si evidenziano eccessi per tumore polmonare, per malattie polmonari croniche e malattie dell'apparato digerente**; viceversa, se si considerano tutte le cause di morte, il valore risulta in difetto. Tra le cause che fanno registrare un tasso più basso rispetto alla popolazione di riferimento (Regione Puglia) si evidenziano: tumore maligno dello stomaco, leucemie, malattie del sistema circolatorio e malattie respiratorie acute.

L'analisi del trend temporale evidenzia nel comune di Brindisi, per il sesso maschile, una riduzione della mortalità per tutti i tumori, ma in costante eccesso rispetto alle altre aree; in eccesso anche le malattie ischemiche del cuore, ma con un trend in diminuzione, come avviene nelle altre aree a confronto; i tumori polmonari presentano un andamento crescente nel tempo, con eccesso nel secondo periodo.

Per le donne, si evidenzia un trend in crescita di mortalità per malattie polmonari croniche ostruttive per Brindisi e area a rischio, un trend stabile per infarto miocardico acuto che porta il valore comunale a superare gli altri nell'ultimo periodo, un trend in diminuzione per il tumore del polmone nelle tre aree in studio, laddove il dato regionale si mantiene stabile.

Tabella 10.1.1 Mortalità nella Provincia di Brindisi nel periodo 2006-2011, distinta per sesso. Totali decessi osservati, decessi attesi, SMR, Intervallo di confidenza esatto al 90% per SMR.

Causa	ICD-10	Maschi				Femmine			
		OSS	Attesi	SMR	[IC 90]	OSS	Attesi	SMR	[IC 90]
		Valori in eccesso		Valori in difetto		Valori in eccesso		Valori in difetto	
Malattie infettive e parassitarie	A00-B99	156	165.35	0.94	[0.82, 1.08]	134	155.48	0.86	[0.74, 0.99]
Tubercolosi	A15-A19, B90	6	6.59	0.91	[0.40, 1.80]	7	5.58	1.26	[0.59, 2.36]
Epatite virale	B15-B19	65	70.39	0.92	[0.74, 1.14]	51	62.46	0.82	[0.64, 1.03]
Tutti i Tumori	C00-D48	3423	3499.56	0.98	[0.95, 1.01]	2450	2568.28	0.95	[0.92, 0.99]
Tutti i tumori maligni	C00-C97	3267	3340.22	0.98	[0.95, 1.01]	2312	2425.87	0.95	[0.92, 0.99]
Tumore maligno dell'esofago	C15	25	27.73	0.90	[0.63, 1.26]	7	7.91	0.89	[0.42, 1.66]
Tumore maligno dello stomaco	C16	163	177.53	0.92	[0.80, 1.05]	96	126.2	0.76	[0.64, 0.90]
Tumore maligno del colon-retto	C18-C21	282	311.37	0.91	[0.82, 1.00]	305	300.05	1.02	[0.92, 1.12]
Tumore maligno primitivo del fegato e dei dotti biliari intraepatici	C22	232	258.98	0.90	[0.80, 1.00]	129	147.57	0.87	[0.75, 1.01]
Tumore maligno del pancreas	C25	140	148.42	0.94	[0.82, 1.09]	139	150.63	0.92	[0.80, 1.06]
Tumore maligno della laringe	C32	50	53.02	0.94	[0.73, 1.19]	2	3.55	0.56	[0.10, 1.77]
Tumore maligno della trachea, dei bronchi e del polmone	C33-C34	929	922.84	1.01	[0.95, 1.06]	180	183.37	0.98	[0.86, 1.11]
Tumore maligno della pleura	C450	25	21.03	1.19	[0.83, 1.66]	7	8.44	0.83	[0.39, 1.56]
Tumore maligno del connettivo e di altri tessuti molli	C49	13	14.90	0.87	[0.52, 1.39]	15	12.48	1.20	[0.74, 1.85]
Melanoma della pelle	C43	32	36.65	0.87	[0.64, 1.17]	29	25.10	1.16	[0.83, 1.58]
Tumore maligno della mammella	C50	7	6.65	1.05	[0.49, 1.98]	430	436.22	0.99	[0.91, 1.07]
Tumore maligno dell'utero	C53-C55					114	111.57	1.02	[0.87, 1.19]
Tumore maligno dell'ovaio e degli altri annessi uterini	C56-C57					117	122.25	0.96	[0.82, 1.12]
Tumore maligno della prostata	C61	322	305.89	1.05	[0.96, 1.15]				
Tumore maligno del testicolo	C62	3	3.57	0.84	[0.23, 2.17]				
Tumore maligno della vescica	C67	204	195.22	1.05	[0.93, 1.17]	37	39.23	0.94	[0.70, 1.24]
Tumore maligno del rene e di altri non specificati organi urinari	C64-C66, C68	70	72.9	0.96	[0.78, 1.17]	44	36.45	1.21	[0.92, 1.55]
Tumore maligno del sistema nervoso centrale	C70-C72	78	73.08	1.07	[0.88, 1.29]	52	61.68	0.84	[0.66, 1.06]
Tutti i tumori del sistema nervoso centrale	C70-C72, D42-D43, D32-D33	130	118.12	1.10	[0.95, 1.27]	103	98.13	1.05	[0.89, 1.24]
Tumore maligno della ghiandola tiroidea	C73	2	6.34	0.32	[0.06, 0.99]	9	13.11	0.69	[0.36, 1.20]
Linfoematopoietico totale	C81-C96	240	267.8	0.90	[0.80, 1.00]	176	228.72	0.77	[0.68, 0.87]
Linfomi non Hodgkin	C82-C85, C96	74	80.99	0.91	[0.75, 1.11]	37	64.93	0.57	[0.42, 0.75]

Malattia di Hodgkin	C81	3	7.31	0.41	[0.11, 1.06]	12	7.85	1.53	[0.88, 2.48]
Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi	C88, C90	52	57.53	0.90	[0.71, 1.14]	51	60.39	0.85	[0.66, 1.07]
Leucemie	C91-C95	111	121.97	0.91	[0.77, 1.07]	76	95.55	0.80	[0.65, 0.96]
Leucemia linfoide (acuta e cronica)	C91	43	40.48	1.06	[0.81, 1.37]	16	26.97	0.59	[0.37, 0.90]
Leucemia mieloide (acuta e cronica)	C92	43	58.47	0.74	[0.56, 0.95]	41	47.22	0.87	[0.66, 1.13]
Diabete Mellito	E10-E14	423	398.52	1.06	[0.98, 1.15]	663	642.58	1.03	[0.97, 1.10]
Demenze	F00-F03,G30,G310	239	240.31	1.00	[0.89, 1.11]	472	473.94	1.00	[0.92, 1.07]
Morbo di Parkinson	G20-G22	90	91.94	0.98	[0.82, 1.17]	83	87.49	0.95	[0.78, 1.14]
Malattia dei neuroni motori	G122	24	28.83	0.83	[0.57, 1.17]	23	21.54	1.07	[0.73, 1.51]
Sclerosi multipla	G35	2	5.07	0.39	[0.07, 1.24]	10	8.77	1.14	[0.62, 1.93]
Epilessia	G40-G41	18	14.09	1.28	[0.83, 1.89]	13	12.51	1.04	[0.61, 1.65]
Malattie del sistema circolatorio	I00-I99	3668	3474.18	1.06	[1.03, 1.08]	4586	4619.63	0.99	[0.97, 1.02]
Malattia ipertensiva	I10-I15	514	521.28	0.99	[0.92, 1.06]	949	974.02	0.97	[0.92, 1.03]
Malattie ischemiche del cuore	I20-I25	1436	1249.07	1.15	[1.10, 1.20]	1325	1294.95	1.02	[0.98, 1.07]
Infarto miocardico acuto	I21-I22	657	523.87	1.25	[1.17, 1.34]	476	414.73	1.15	[1.06, 1.24]
Disturbi circolatori dell'encefalo	I60-I69	817	811.86	1.01	[0.95, 1.07]	1230	1172.17	1.05	[1.00, 1.10]
Malattie apparato respiratorio	J00-J99	946	929.82	1.02	[0.96, 1.07]	625	623.07	1.00	[0.94, 1.07]
Malattie respiratorie acute	J00-J06, J10-J18, J20-J22	55	85.66	0.64	[0.51, 0.80]	74	121.89	0.61	[0.50, 0.74]
Malattie polmonari croniche	J41-J44, J47	721	669.94	1.08	[1.01, 1.14]	413	350.07	1.18	[1.09, 1.28]
Asma	J45-J46	9	8.55	1.05	[0.55, 1.84]	14	7.73	1.81	[1.09, 2.83]
Pneumoconiosi	J60-J64	6	9.80	0.61	[0.27, 1.21]	0	0.00	-	-
Malattie dell'apparato digerente	K00-K93	469	458.07	1.02	[0.95, 1.11]	480	471.05	1.02	[0.94, 1.10]
Cirrosi e altre malattie croniche del fegato	K70,K73-K74	208	222.17	0.94	[0.83, 1.05]	149	173.65	0.86	[0.75, 0.98]
Malattie dell'apparato genitourinario	N00-N99	195	192.66	1.01	[0.90, 1.14]	259	242.75	1.07	[0.96, 1.18]
Nefrosi	N00-N07	1	4.05	0.25	[0.01, 1.17]	4	3.82	1.05	[0.36, 2.39]
Insufficienza renale acuta e cronica	N17-N19	170	165.24	1.03	[0.90, 1.17]	233	218.47	1.07	[0.95, 1.19]
Malformazioni congenite	Q00-Q99	16	26.45	0.61	[0.38, 0.92]	22	23.11	0.95	[0.64, 1.36]
Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti	R00-R99	115	109.23	1.05	[0.90, 1.23]	197	193.04	1.02	[0.90, 1.15]
Traumatismi ed avvelenamenti	V00- Y98	589	536.39	1.10	[1.02, 1.18]	427	402.29	1.06	[0.98, 1.15]
TUTTE LE CAUSE	A00-Y89	10697	10486.51	1.02	[1.00, 1.04]	10879	10991.98	0.99	[0.97, 1.01]

Tabella 10.1.2 Mortalità nell'Area di rischio (Cellino San Marco, San Pietro Vernotico, Torchiarolo, Brindisi) nel periodo 2006-2011, distinta per sesso. Totali decessi osservati, decessi attesi, SMR, Intervallo di confidenza al 90% per SMR.

Causa	ICD-10	Valori in eccesso Valori in difetto				Valori in eccesso Valori in difetto			
		Maschi				Femmine			
		OSS	Attesi	SMR	[IC 90]	OSS	Attesi	SMR	[IC 90]
Malattie infettive e parassitarie	A00-B99	48	46.46	1.03	[0.80, 1.31]	39	43.35	0.90	[0.68, 1.18]
Tubercolosi	A15-A19, B90	2	1.84	1.09	[0.19, 3.43]	3	1.56	1.93	[0.53, 4.98]
Epatite virale	B15-B19	20	19.84	1.01	[0.67, 1.47]	17	17.38	0.98	[0.62, 1.47]
Tutti i Tumori	C00-D48	1021	984.05	1.04	[0.98, 1.09]	693	724.87	0.96	[0.90, 1.02]
Tutti i tumori maligni	C00-C97	975	939.66	1.04	[0.98, 1.09]	652	685.11	0.95	[0.89, 1.02]
Tumore maligno dell'esofago	C15	9	7.93	1.13	[0.59, 1.98]	3	2.20	1.36	[0.37, 3.52]
Tumore maligno dello stomaco	C16	52	50.01	1.04	[0.81, 1.31]	27	35.58	0.76	[0.54, 1.05]
Tumore maligno del colon-retto	C18-C21	64	87.46	0.73	[0.59, 0.90]	70	84.24	0.83	[0.67, 1.01]
Tumore maligno primitivo del fegato e dei dotti biliari intraepatici	C22	70	72.93	0.96	[0.78, 1.17]	29	41.18	0.7	[0.50, 0.96]
Tumore maligno del pancreas	C25	40	42.08	0.95	[0.72, 1.24]	46	42.28	1.09	[0.84, 1.39]
Tumore maligno della laringe	C32	14	14.96	0.94	[0.57, 1.46]	1	1.01	0.99	[0.05, 4.69]
Tumore maligno della trachea, dei bronchi e del polmone	C33-C34	270	260.22	1.04	[0.94, 1.15]	66	52.1	1.27	[1.02, 1.55]
Tumore maligno della pleura	C450	12	6.03	1.99	[1.15, 3.22]	2	2.41	0.83	[0.15, 2.62]
Tumore maligno del connettivo e di altri tessuti molli	C49	2	4.25	0.47	[0.08, 1.48]	3	3.58	0.84	[0.23, 2.17]
Melanoma della pelle	C43	13	10.42	1.25	[0.74, 1.98]	9	7.22	1.25	[0.65, 2.18]
Tumore maligno della mammella	C50	1	1.86	0.54	[0.03, 2.55]	117	124.63	0.94	[0.80, 1.09]
Tumore maligno dell'utero	C53-C55					28	31.62	0.89	[0.63, 1.21]
Tumore maligno dell'ovaio e degli altri annessi uterini	C56-C57					35	34.93	1.00	[0.74, 1.33]
Tumore maligno della prostata	C61	95	84.69	1.12	[0.94, 1.33]				
Tumore maligno del testicolo	C62	1	1.00	1.00	[0.05, 4.74]				
Tumore maligno della vescica	C67	74	54.22	1.37	[1.11, 1.66]	11	10.92	1.01	[0.57, 1.67]
Tumore maligno del rene e di altri non specificati organi urinari	C64-C66, C68	23	20.55	1.12	[0.76, 1.59]	13	10.18	1.28	[0.76, 2.03]
Tumore maligno del sistema nervoso centrale	C70-C72	28	21.03	1.33	[0.95, 1.83]	12	17.63	0.68	[0.39, 1.10]
Tutti i tumori del sistema nervoso centrale	C70-C72, D42-D43, D32-D33	39	33.75	1.16	[0.87, 1.51]	28	27.82	1.01	[0.72, 1.38]
Tumore maligno della ghiandola tiroidea	C73	1	1.81	0.55	[0.03, 2.62]	2	3.72	0.54	[0.10, 1.69]
Linfoematopoietico totale	C81-C96	79	75.34	1.05	[0.86, 1.26]	55	64.2	0.86	[0.68, 1.07]

Linfomi non Hodgkin	C82-C85,C96	22	22.85	0.96	[0.65, 1.37]	16	18.28	0.88	[0.55, 1.33]
Malattia di Hodgkin	C81	1	2.07	0.48	[0.02, 2.29]	2	2.22	0.90	[0.16, 2.84]
Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi	C88, C90	15	16.14	0.93	[0.57, 1.43]	18	16.92	1.06	[0.69, 1.58]
Leucemie	C91-C95	41	34.28	1.20	[0.91, 1.55]	19	26.78	0.71	[0.46, 1.04]
Leucemia linfoide (acuta e cronica)	C91	12	11.32	1.06	[0.61, 1.72]	4	7.53	0.53	[0.18, 1.22]
Leucemia mieloide (acuta e cronica)	C92	19	16.55	1.15	[0.75, 1.68]	9	13.3	0.68	[0.35, 1.18]
Diabete Mellito	E10-E14	122	110.91	1.10	[0.94, 1.28]	161	177.46	0.91	[0.79, 1.03]
Demenze	F00-F03,G30,G310	65	66.22	0.98	[0.79, 1.21]	146	130.2	1.12	[0.97, 1.29]
Morbo di Parkinson	G20-G22	26	25.16	1.03	[0.72, 1.43]	18	23.98	0.75	[0.49, 1.11]
Malattia dei neuroni motori	G122	3	8.19	0.37	[0.10, 0.95]	8	6.15	1.30	[0.65, 2.35]
Sclerosi multipla	G35	1	1.47	0.68	[0.03, 3.22]	2	2.55	0.78	[0.14, 2.46]
Epilessia	G40-G41	8	4.00	2.00	[1.00, 3.61]	5	3.52	1.42	[0.56, 2.99]
Malattie del sistema circolatorio	I00-I99	981	970.15	1.01	[0.96, 1.07]	1149	1274.7	0.90	[0.86, 0.95]
Malattia ipertensiva	I10-I15	126	145.54	0.87	[0.74, 1.00]	236	268.4	0.88	[0.79, 0.98]
Malattie ischemiche del cuore	I20-I25	408	349.36	1.17	[1.07, 1.27]	316	357.26	0.89	[0.80, 0.97]
Infarto miocardico acuto	I21-I22	203	147.3	1.38	[1.22, 1.55]	115	114.89	1.00	[0.85, 1.17]
Disturbi circolatori dell'encefalo	I60-I69	210	225.58	0.93	[0.83, 1.04]	309	323.27	0.96	[0.87, 1.05]
Malattie apparato respiratorio	J00-J99	243	257.64	0.94	[0.85, 1.05]	184	172.13	1.07	[0.94, 1.21]
Malattie respiratorie acute	J00-J06, J10-J18, J20-J22	17	23.97	0.71	[0.45, 1.06]	19	33.69	0.56	[0.37, 0.83]
Malattie polmonari croniche	J41-J44, J47	180	185.24	0.97	[0.86, 1.10]	133	96.48	1.38	[1.19, 1.59]
Asma	J45-J46	1	2.38	0.42	[0.02, 1.99]	1	2.14	0.47	[0.02, 2.22]
Pneumoconiosi	J60-J64	1	2.64	0.38	[0.02, 1.79]	0	0	-	-
Malattie dell'apparato digerente	K00-K93	120	128.75	0.93	[0.80, 1.08]	155	130.92	1.18	[1.03, 1.35]
Cirrosi e altre malattie croniche del fegato	K70,K73-K74	47	62.86	0.75	[0.58, 0.95]	38	48.59	0.78	[0.59, 1.03]
Malattie dell'apparato genitourinario	N00-N99	40	53.71	0.75	[0.56, 0.97]	57	67.10	0.85	[0.67, 1.06]
Nefrosi	N00-N07	0	1.12	0.00	-	2	1.06	1.88	[0.33, 5.93]
Insufficienza renale acuta e cronica	N17-N19	32	46.08	0.69	[0.51, 0.93]	48	60.37	0.80	[0.62, 1.01]
Malformazioni congenite	Q00-Q99	2	7.64	0.26	[0.05, 0.82]	8	6.75	1.19	[0.59, 2.14]
Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti	R00-R99	36	30.95	1.16	[0.86, 1.54]	52	53.35	0.98	[0.76, 1.23]
Traumatismi ed avvelenamenti	V00- Y98	156	151.44	1.03	[0.90, 1.18]	123	111.69	1.10	[0.94, 1.28]
TUTTE LE CAUSE	A00-Y89	2972	2935.99	1.01	[0.98, 1.04]	2948	3053.51	0.97	[0.94, 1.00]

Tabella 10.1.3. Mortalità nel comune di Brindisi nel periodo 2006-2011, distinta per sesso. Totali decessi osservati, decessi attesi, SMR, Intervallo di confidenza al 90% per SMR.

Causa	ICD-10	Valori in eccesso				Valori in difetto			
		Maschi				Femmine			
		OSS	Attesi	SMR	[IC 90]	OSS	Attesi	SMR	[IC 90]
Malattie infettive e parassitarie	A00-B99	41	35.07	1.17	[0.89, 1.52]	36	32.31	1.11	[0.83, 1.47]
Tubercolosi	A15-A19, B90	2	1.36	1.47	[0.26, 4.63]	3	1.16	2.59	[0.71, 6.69]
Epatite virale	B15-B19	16	14.93	1.07	[0.67, 1.63]	16	12.88	1.24	[0.78, 1.89]
Tutti i Tumori	C00-D48	788	735.06	1.07	[1.01, 1.14]	529	544.46	0.97	[0.90, 1.04]
Tutti i tumori maligni	C00-C97	760	702.24	1.08	[1.02, 1.15]	498	514.82	0.97	[0.90, 1.04]
Tumore maligno dell'esofago	C15	5	6.02	0.83	[0.33, 1.75]	3	1.64	1.83	[0.50, 4.72]
Tumore maligno dello stomaco	C16	38	37.5	1.01	[0.76, 1.33]	15	26.74	0.56	[0.35, 0.86]
Tumore maligno del colon-retto	C18-C21	49	65.15	0.75	[0.58, 0.95]	55	62.98	0.87	[0.69, 1.09]
Tumore maligno primitivo del fegato e dei dotti biliari intraepatici	C22	61	54.54	1.12	[0.89, 1.38]	22	30.58	0.72	[0.49, 1.03]
Tumore maligno del pancreas	C25	34	31.66	1.07	[0.79, 1.43]	36	31.53	1.14	[0.85, 1.51]
Tumore maligno della laringe	C32	9	11.23	0.80	[0.42, 1.40]	1	0.76	1.31	[0.07, 6.21]
Tumore maligno della trachea, dei bronchi e del polmone	C33-C34	207	194.92	1.06	[0.94, 1.19]	55	39.22	1.40	[1.11, 1.76]
Tumore maligno della pleura	C450	11	4.57	2.41	[1.35, 3.99]	2	1.81	1.10	[0.20, 3.47]
Tumore maligno del connettivo e di altri tessuti molli	C49	1	3.26	0.31	[0.02, 1.45]	3	2.73	1.10	[0.30, 2.84]
Melanoma della pelle	C43	13	7.99	1.63	[0.96, 2.59]	8	5.55	1.44	[0.72, 2.60]
Tumore maligno della mammella	C50	1	1.40	0.72	[0.04, 3.40]	94	94.57	0.99	[0.83, 1.18]
Tumore maligno dell'utero	C53-C55					20	23.84	0.84	[0.56, 1.22]
Tumore maligno dell'ovaio e degli altri annessi uterini	C56-C57					24	26.48	0.91	[0.63, 1.27]
Tumore maligno della prostata	C61	72	61.81	1.17	[0.95, 1.42]				
Tumore maligno del testicolo	C62	1	0.79	1.27	[0.07, 6.02]				
Tumore maligno della vescica	C67	59	39.91	1.48	[1.18, 1.84]	8	8.12	0.99	[0.49, 1.78]
Tumore maligno del rene e di altri non specificati organi urinari	C64-C66, C68	16	15.40	1.04	[0.65, 1.58]	8	7.59	1.05	[0.52, 1.90]
Tumore maligno del sistema nervoso centrale	C70-C72	22	16.20	1.36	[0.92, 1.94]	10	13.39	0.75	[0.41, 1.27]
Tutti i tumori del sistema nervoso centrale	C70-C72, D42-D43, D32-D33	28	25.80	1.09	[0.77, 1.49]	20	20.98	0.95	[0.63, 1.39]
Tumore maligno della ghiandola tiroidea	C73	0	1.37	0.00	-	2	2.79	0.72	[0.13, 2.26]
Linfeomatopoietico totale	C81-C96	64	56.55	1.13	[0.91, 1.39]	39	48.12	0.81	[0.61, 1.06]

Linfomi non Hodgkin	C82-C85,C96	19	17.27	1.10	[0.72, 1.61]	14	13.72	1.02	[0.62, 1.60]
Malattia di Hodgkin	C81	0	1.58	0.00	-	2	1.70	1.18	[0.21, 3.70]
Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi	C88, C90	11	12.01	0.92	[0.51, 1.52]	11	12.6	0.87	[0.49, 1.44]
Leucemie	C91-C95	34	25.69	1.32	[0.97, 1.76]	12	20.10	0.60	[0.34, 0.97]
Leucemia linfoide (acuta e cronica)	C91	11	8.45	1.30	[0.73, 2.15]	1	5.66	0.18	[0.01, 0.84]
Leucemia mieloide (acuta e cronica)	C92	15	12.47	1.20	[0.74, 1.85]	6	10.00	0.60	[0.26, 1.18]
Diabete Mellito	E10-E14	91	81.75	1.11	[0.93, 1.33]	126	131.35	0.96	[0.82, 1.11]
Demenze	F00-F03,G30,G310	51	48,00	1.06	[0.83, 1.34]	99	96.33	1.03	[0.86, 1.21]
Morbo di Parkinson	G20-G22	19	18.27	1.04	[0.68, 1.53]	16	17.68	0.91	[0.57, 1.37]
Malattia dei neuroni motori	G122	2	6.20	0.32	[0.06, 1.02]	7	4.63	1.51	[0.71, 2.84]
Sclerosi multipla	G35	1	1.15	0.87	[0.04, 4.11]	2	1.98	1.01	[0.18, 3.17]
Epilessia	G40-G41	8	3.07	2.60	[1.30, 4.70]	4	2.67	1.50	[0.51, 3.43]
Malattie del sistema circolatorio	I00-I99	703	712.92	0.99	[0.93, 1.05]	804	946.23	0.85	[0.80, 0.90]
Malattia ipertensiva	I10-I15	81	106.18	0.76	[0.63, 0.92]	146	199.25	0.73	[0.64, 0.84]
Malattie ischemiche del cuore	I20-I25	319	257.72	1.24	[1.13, 1.36]	238	265.04	0.90	[0.80, 1.00]
Infarto miocardico acuto	I21-I22	156	109.82	1.42	[1.24, 1.62]	96	85.28	1.13	[0.94, 1.33]
Disturbi circolatori dell'encefalo	I60-I69	136	165,00	0.82	[0.71, 0.95]	219	239.86	0.91	[0.81, 1.02]
Malattie apparato respiratorio	J00-J99	186	187.91	0.99	[0.87, 1.12]	145	127.9	1.13	[0.98, 1.30]
Malattie respiratorie acute	J00-J06, J10-J18, J20-J22	12	17.57	0.68	[0.39, 1.11]	14	25.08	0.56	[0.34, 0.87]
Malattie polmonari croniche	J41-J44, J47	135	134.71	1.00	[0.86, 1.16]	107	71.54	1.50	[1.27, 1.76]
Asma	J45-J46	1	1.75	0.57	[0.03, 2.71]	1	1.59	0.63	[0.03, 2.98]
Pneumoconiosi	J60-J64	1	1.91	0.52	[0.03, 2.49]	0	0	-	-
Malattie dell'apparato digerente	K00-K93	96	96.4	1.00	[0.83, 1.18]	124	97.36	1.27	[1.09, 1.48]
Cirrosi e altre malattie croniche del fegato	K70,K73-K74	35	47.64	0.74	[0.54, 0.97]	31	36.2	0.86	[0.62, 1.16]
Malattie dell'apparato genitourinario	N00-N99	29	39.32	0.74	[0.53, 1.01]	44	49.83	0.88	[0.68, 1.14]
Nefrosi	N00-N07	0	0.83	0.00	-	2	0.79	2.54	[0.45, 8.00]
Insufficienza renale acuta e cronica	N17-N19	23	33.73	0.68	[0.47, 0.97]	35	44.82	0.78	[0.58, 1.04]
Malformazioni congenite	Q00-Q99	2	5.93	0.34	[0.06, 1.06]	8	5.29	1.51	[0.75, 2.73]
Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti	R00-R99	20	22.80	0.88	[0.58, 1.27]	37	39.81	0.93	[0.69, 1.22]
Traumatismi ed avvelenamenti	V00- Y98	102	116.45	0.88	[0.74, 1.03]	93	83.88	1.11	[0.93, 1.32]
TUTTE LE CAUSE	A00-Y89	2214	2177.36	1.02	[0.98, 1.05]	2183	2275.23	0.96	[0.93, 0.99]

Grafico 10.1.1 Trend dei tassi diretti di mortalità (pop. standard Italia 2001) nei periodi 2006-2008, 2009-2011 per 100.000. Maschi

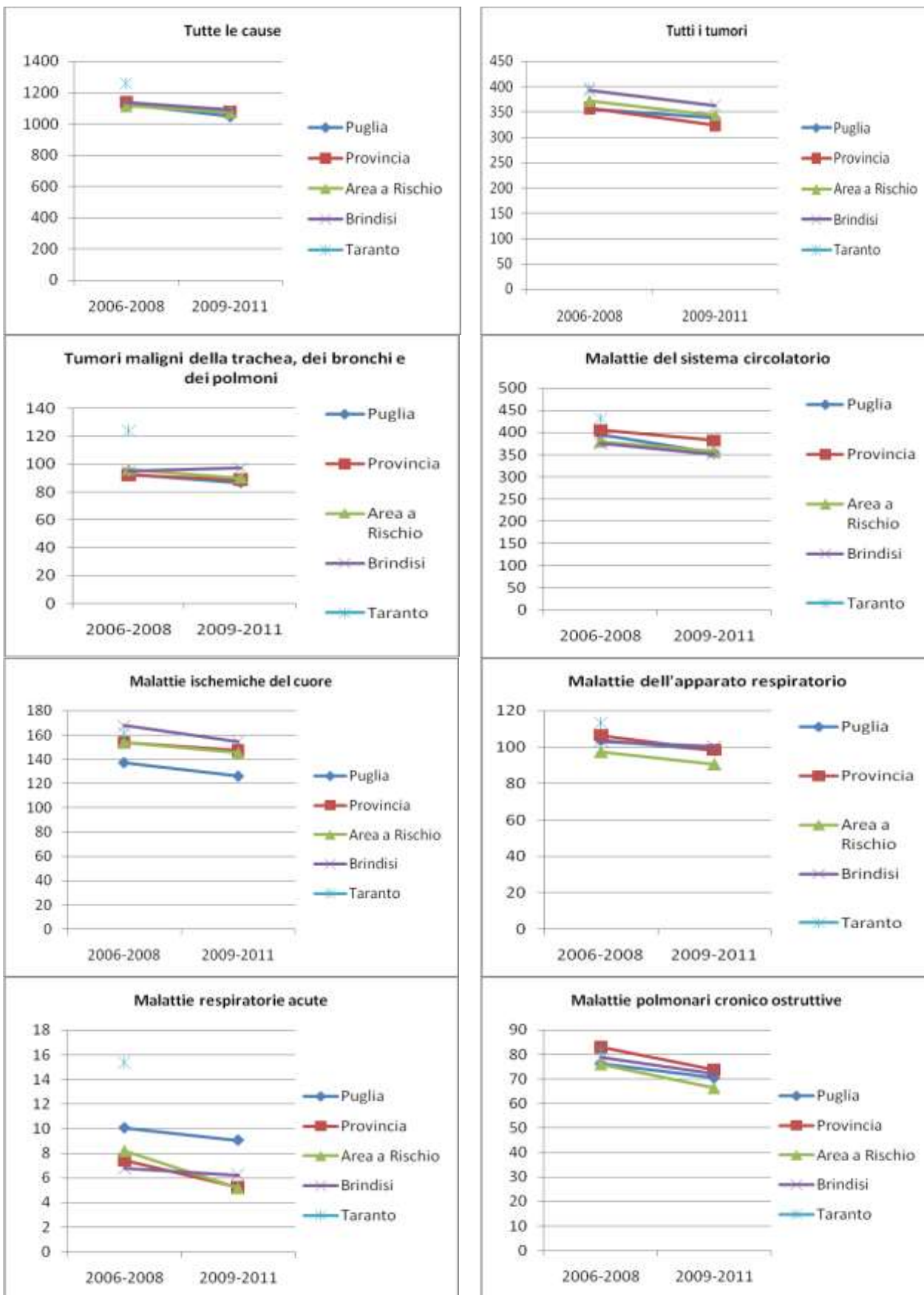
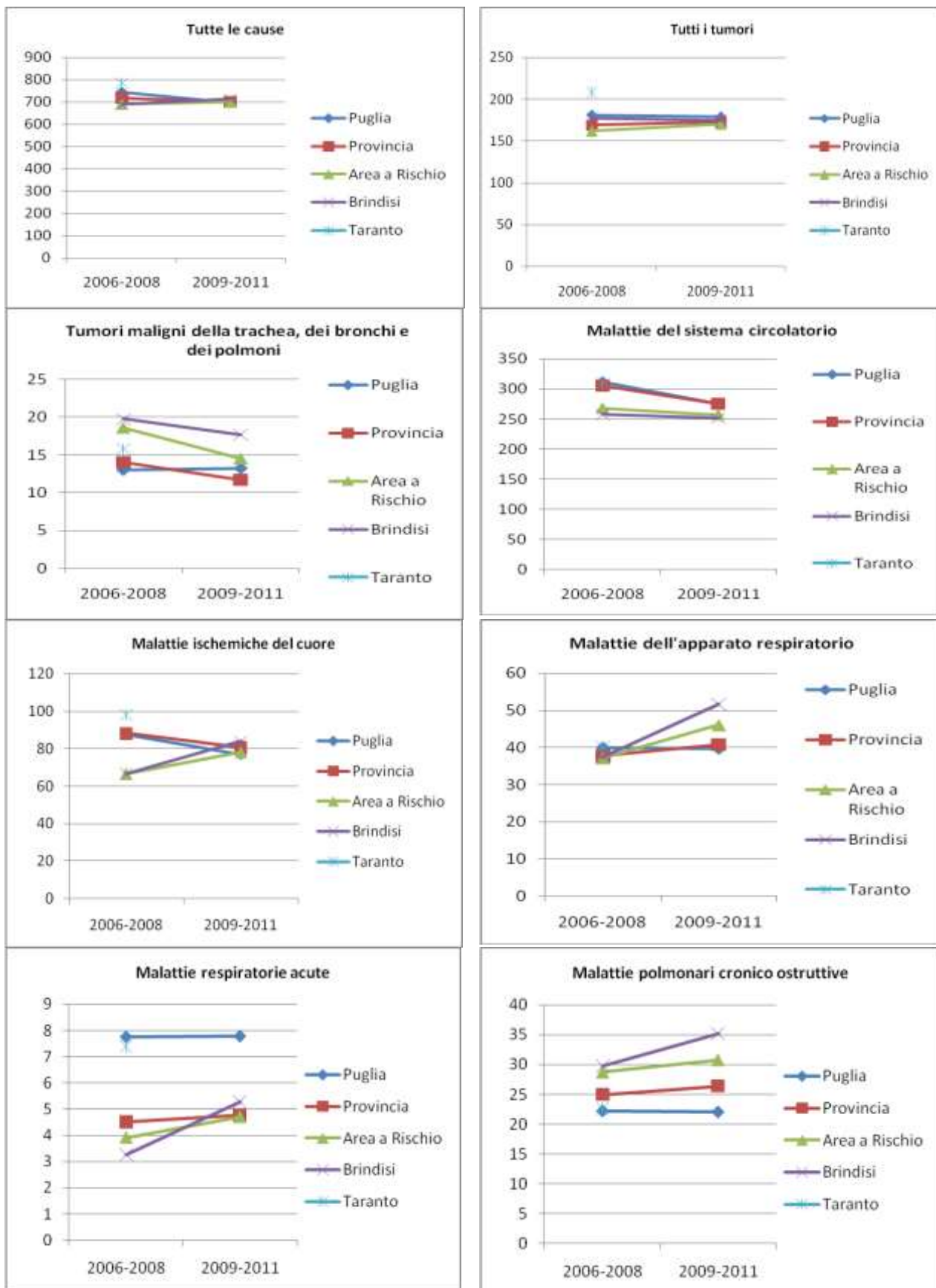


Grafico 10.1.2 Trend dei tassi diretti di mortalità (pop. standard Italia 2001) nei periodi 2006-2008, 2009-2011 per 100.000. Femmine



10.2 Analisi della ospedalizzazione nella Provincia, nell'Area di Rischio e nel Comune di Brindisi nel periodo 2006-2013

Si fornisce un aggiornamento dei dati di ospedalizzazione analizzati attraverso il progetto Sentieri per la Provincia, per l'Area a Rischio (comprendente Cellino San Marco, San Pietro Vernotico, Torchiarolo e Brindisi) e per il Comune di Brindisi. Il periodo di studio comprende gli anni dal 2006 al 2013.

I dati sono stati elaborati dal Centro di Coordinamento del Registro Tumori Puglia.

Popolazione in studio e fonte dei dati

La popolazione in studio è costituita dai residenti della Provincia e dei comuni dell'Area a Rischio di Brindisi.

La fonte di dati è rappresentata dalle Schede di Dimissione Ospedaliera (SDO) regionali. La SDO raccoglie tutte le informazioni relative al paziente nonché la diagnosi principale di ricovero, codificata secondo la 9^a Revisione della Classificazione Internazionale delle Malattie e delle Cause di Morte (ICD-9).

La popolazione residente è stata estratta dal database ISTAT.

Metodi

L'analisi condotta riguarda l'ospedalizzazione per patologia dei residenti della Provincia, dei comuni dell'Area di Rischio e del comune di Brindisi nel periodo 2006-2013.

La fonte di dati è rappresentata dalle Schede di Dimissione Ospedaliera (SDO) regionali. La SDO raccoglie tutte le informazioni relative al paziente nonché la diagnosi principale di ricovero, codificata secondo la 9^a Revisione della Classificazione Internazionale delle Malattie e delle Cause di Morte (ICD-9).

La popolazione residente è stata estratta dal database ISTAT.

In analogia alla metodologia impiegata in Sentieri, è stata considerata la diagnosi principale riportata nella Scheda di Dimissione Ospedaliera.

L'analisi è stata svolta sulle persone ricoverate (non sui 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 dei residenti nei comuni di interesse; sono stati esclusi i ricoveri nelle lungodegenze e nelle riabilitazioni, il DRG 391 ("neonato sano"), le complicanze del parto e del puerperio, i ricoveri per trattamenti sanitari obbligatori e volontari in psichiatria.

Per le diverse patologie, sono stati calcolati i Rapporti Standardizzati di Ospedalizzazione (SHR, con relativi Intervalli di Confidenza al 90% - IC 90) che corrispondono al rapporto tra ricoveri osservati per una specifica patologia e il numero di ricoveri attesi nella popolazione

di riferimento regionale. Gli SHR rappresentano una misura di associazione utilizzata per confrontare l'esperienza di ospedalizzazione causa-specifica nel territorio di interesse, con quella di una popolazione di riferimento (ovvero la popolazione pugliese). Valori del SHR superiori a 1 indicano un eccesso di ospedalizzazione per la patologia considerata rispetto alla popolazione di riferimento, valori inferiori segnalano una diminuzione del rischio. Gli intervalli di confidenza indicano la significatività statistica del risultato e sono stati calcolati avvalendosi del modello di Poisson.

Sono stati infine calcolati i tassi di ospedalizzazione attraverso il metodo della standardizzazione diretta (popolazione standard Italia 2001) e sono stati prodotti dei grafici per evidenziare l'andamento dei tassi di ospedalizzazione in tre periodi: 2006-2008; 2009-2011; 2012-2013, confrontando il comune, l'area a rischio, la provincia e la regione Puglia.

Risultati

Le tabelle 2.1, 2.2, 2.3 mostrano i tassi standardizzati indiretti (SHR) in riferimento al periodo 2006-2013.

Nell'area provinciale si riscontrano eccessi di ospedalizzazione in entrambi i sessi per le malattie ischemiche acute, cerebrovascolari, dell'apparato respiratorio, dell'apparato digerente, dell'apparato urinario e nefrite.

Nell'area a rischio si ritrova un eccesso di ricoveri per tutti i tumori maligni, tumore dell'esofago, tumore polmonare, malattie ischemiche acute, cerebrovascolari, dell'apparato respiratorio e malattie epatiche croniche e cirrosi in entrambi i sessi; per gli uomini si registrano eccessi per i tumori della vescica, del rene, pneumoconiosi e nefrite, mentre per le donne si evidenzia un eccesso per i ricoveri per tutte le cause naturali, per tumore dell'utero, della mammella, della ghiandola tiroidea, per malattie del sistema circolatorio e dell'apparato digerente.

Per il comune di Brindisi si osservano eccessi in entrambi i sessi per tutti i tumori maligni, per quelli dell'esofago, per malattie ischemiche acute, cerebrovascolari, malattie polmonari cronico ostruttive, asma, malattie epatiche croniche e cirrosi e nefrite; negli uomini in eccesso tumore del rene e del tessuto linfatico ed emopoietico, pneumoconiosi e malattie dell'apparato urinario; nelle donne per tumore del polmone, della mammella, dell'utero, della tiroide, per malattie del sistema circolatorio, dell'apparato respiratorio e dell'apparato digerente.

I grafici rappresentano il trend dei ricoveri per i periodi 2006-2008, 2009-2011, 2012-2013. La provincia sembra seguire l'andamento regionale per quasi tutte le patologie riportate

nei grafici, tranne che per le malattie polmonari cronico ostruttive, per le quali si evidenzia una riduzione della forbice nel periodo.

In riferimento all'area a rischio e al comune di Brindisi, per gli uomini non si registrano eccessi evidenti rispetto alla regione; nel sesso femminile si osservano scostamenti per il tumore polmonare, mentre per tutti i tumori, per le malattie respiratorie e per le malattie polmonari cronico ostruttive si evidenziano eccessi rispetto al dato regionale nei periodi 2006-2008 e 2009-2011 mentre nell'ultimo sotto-periodo studiato i tassi sono in linea con quello pugliese.

Tabella 10.2.1. Ospedalizzazione nella Provincia di Brindisi per il periodo 2006-2013, distinta per sesso. Totali ricoveri osservati, attesi, SHR, IC al 90% per SHR.

Cause	ICD-9	Maschi				Femmine			
		oss	attesi	SHR	IC 90%	oss	attesi	SHR	IC 90%
		Valori in eccesso		Valori in difetto		Valori in eccesso		Valori in difetto	
Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio)	001-629, 677-799	178726	180941	0.99	[0.98, 0.99]	185986	183850	1.01	[1.01, 1.02]
Malattie infettive e parassitarie	001-139	4069	4369.69	0.93	[0.91, 0.96]	3546	3846.13	0.92	[0.90, 0.95]
Tutti i tumori maligni	140-208	11560	12354.6	0.94	[0.92, 0.95]	10140	10494.5	0.97	[0.95, 0.98]
tumori maligni dell'esofago	150	56	58.28	0.96	[0.76, 1.20]	20	17.86	1.12	[0.74, 1.63]
tumori maligni dello stomaco	151	303	324.55	0.93	[0.85, 1.03]	216	221.18	0.98	[0.87, 1.09]
tumori maligni del colon, del retto, della giunzione rettosigmoidea e dell'ano	153-154	1199	1255.77	0.96	[0.91, 1.00]	977	1039.08	0.94	[0.89, 0.99]
tumori maligni primitivi del fegato	155	193	316.05	0.61	[0.54, 0.69]	94	140.65	0.67	[0.56, 0.79]
tumori maligni del pancreas	157	215	225.58	0.95	[0.85, 1.07]	185	207.5	0.89	[0.79, 1.01]
tumori maligni della laringe	161	174	185.89	0.94	[0.82, 1.06]	13	16.34	0.8	[0.47, 1.26]
tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni	162	1280	1288.82	0.99	[0.95, 1.04]	317	313.05	1.01	[0.92, 1.11]
tumori maligni della pleura	163	46	58.82	0.78	[0.60, 1.00]	11	24.9	0.44	[0.25, 0.73]
tumori maligni delle ossa e delle cartilagini articolari	170	48	46.41	1.03	[0.80, 1.32]	34	32.82	1.04	[0.76, 1.38]
tumori maligni del connettivo e di altri tessuti molli	171	74	82.08	0.9	[0.74, 1.09]	64	68.05	0.94	[0.76, 1.16]
melanoma maligno della cute	172	115	155.31	0.74	[0.63, 0.86]	119	154	0.77	[0.66, 0.90]
altri tumori maligni della cute	173	1313	1508.27	0.87	[0.83, 0.91]	952	1063.66	0.9	[0.85, 0.94]
tumori maligni della mammella	174					2344	2279.52	1.03	[0.99, 1.06]
tumori maligni dell'utero	179-180, 182					577	588.72	0.98	[0.91, 1.05]
tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini	183					274	286.68	0.96	[0.86, 1.06]
tumori maligni della prostata	185	1376	1402.44	0.98	[0.94, 1.03]				
tumori maligni del testicolo	186	138	139.83	0.99	[0.85, 1.14]				
tumori maligni della vescica	188	1223	1252.36	0.98	[0.93, 1.02]	240	247.19	0.97	[0.87, 1.08]
tumori maligni del rene e di altri non specificati organi urinari	189	334	337.72	0.99	[0.90, 1.08]	172	179.87	0.96	[0.84, 1.09]
tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del SN	191-192	231	221.54	1.04	[0.93, 1.16]	192	182.01	1.06	[0.93, 1.19]
tumori maligni dell'encefalo	191	204	196.37	1.04	[0.92, 1.17]	165	154.3	1.07	[0.94, 1.22]
tumori maligni della ghiandola tiroidea	193	134	133.78	1.00	[0.86, 1.16]	467	421.81	1.11	[1.02, 1.20]
tumori maligni del tessuto linfatico ed emopoietico	200-208	946	952.59	0.99	[0.94, 1.05]	794	828.85	0.96	[0.90, 1.02]
linfomi non Hodgkin	200,202	391	396.97	0.99	[0.90, 1.07]	341	348.61	0.98	[0.89, 1.07]
malattia di Hodgkin	201	74	67.1	1.10	[0.90, 1.34]	61	69.23	0.88	[0.70, 1.09]
mieloma multiplo	203	157	154.34	1.02	[0.89, 1.16]	139	141.79	0.98	[0.85, 1.13]

leucemie	204-208	324	334.18	0.97	[0.88, 1.06]	253	269.22	0.94	[0.84, 1.04]
malattie ereditarie e degenerative e altri disturbi del SNC	330-349	2155	2664.67	0.81	[0.78, 0.84]	2309	3182.52	0.73	[0.70, 0.75]
malattie del sistema circolatorio	390-459	33242	34240.9	0.97	[0.96, 0.98]	29285	29201.8	1	[0.99, 1.01]
malattie cardiache	390-429	21293	22785.8	0.93	[0.92, 0.95]	17178	18920.3	0.91	[0.90, 0.92]
malattie ischemiche del cuore	410-414	8244	8520.15	0.97	[0.95, 0.99]	4139	4231.41	0.98	[0.95, 1.00]
malattie ischemiche acute (infarto miocardico, altre forme acute e subacute di cardiopatia ischemica)	410-411	4714	4331.27	1.09	[1.06, 1.11]	2332	2260.67	1.03	[1.00, 1.07]
insufficienza cardiaca	428	2152	2595.98	0.83	[0.80, 0.86]	2356	3018.61	0.78	[0.75, 0.81]
malattie cerebrovascolari	430-438	5881	5478.72	1.07	[1.05, 1.10]	6002	5617.5	1.07	[1.05, 1.09]
malattie dell'apparato respiratorio	460-519	19723	18302.8	1.08	[1.07, 1.09]	15703	13666.1	1.15	[1.13, 1.16]
infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza	460-466,480-487	5737	6121.69	0.94	[0.92, 0.96]	4506	4742.55	0.95	[0.93, 0.97]
malattie polmonari cronico ostruttive	490-492,494,496	3738	2459.29	1.52	[1.48, 1.56]	3021	1770.95	1.71	[1.66, 1.76]
asma	493	994	690.42	1.44	[1.37, 1.52]	1131	630.56	1.79	[1.71, 1.88]
pneumoconiosi	500-505	29	16.5	1.76	[1.26, 2.40]	0	1.02	-	-
malattia dell'apparato digerente	520-579	27314	26512.9	1.03	[1.02, 1.04]	23581	21670	1.09	[1.08, 1.10]
malattia epatica cronica e cirrosi	571	1923	2123.92	0.91	[0.87, 0.94]	1380	1547.99	0.89	[0.85, 0.93]
malattie dell'apparato urinario	580-599	6857	6474.49	1.06	[1.04, 1.08]	5728	5541.41	1.03	[1.01, 1.06]
nefrite, sindrome nefrosica, e nefrosi	580-589	2611	2171.26	1.20	[1.16, 1.24]	2362	1962.58	1.2	[1.16, 1.25]

Tabella 10.2.2 Ospedalizzazione nell'Area a Rischio (Cellino San Marco, San Pietro Vernotico, Torchiarolo e Brindisi) per il periodo 2006-2013, distinta per sesso.
Totali ricoveri osservati, attesi, SHR, IC al 90% per SHR.

Cause	ICD-9	Maschi				Femmine			
		oss	attesi	SHR	IC 90%	oss	attesi	SHR	IC 90%
		Valori in eccesso Valori in difetto		Valori in eccesso Valori in difetto					
Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio)	001-629, 677-799	50999	51753.1	0.99	[0.98, 0.99]	55818	52937.4	1.05	[1.05, 1.06]
Malattie infettive e parassitarie	001-139	1206	1256.82	0.96	[0.91, 1.01]	1071	1112.73	0.96	[0.91, 1.01]
Tutti i tumori maligni	140-208	3624	3527.21	1.03	[1.00, 1.06]	3147	3024.24	1.04	[1.01, 1.07]
tumori maligni dell'esofago	150	26	16.63	1.56	[1.10, 2.17]	11	5.08	2.17	[1.21, 3.58]
tumori maligni dello stomaco	151	93	92.08	1.01	[0.84, 1.20]	64	62.95	1.02	[0.82, 1.25]
tumori maligni del colon, del retto, della giunzione rettosigmoidea e dell'ano	153-154	333	357.67	0.93	[0.85, 1.02]	269	297.1	0.91	[0.82, 1.00]
tumori maligni primitivi del fegato	155	52	90.31	0.58	[0.45, 0.73]	27	40	0.68	[0.48, 0.93]
tumori maligni del pancreas	157	68	64.49	1.05	[0.85, 1.29]	63	58.98	1.07	[0.86, 1.32]
tumori maligni della laringe	161	54	53.71	1.01	[0.79, 1.26]	7	4.74	1.48	[0.69, 2.78]
tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni	162	403	367.98	1.10	[1.01, 1.19]	128	90.27	1.42	[1.22, 1.64]
tumori maligni della pleura	163	18	16.92	1.06	[0.69, 1.58]	4	7.12	0.56	[0.19, 1.29]
tumori maligni delle ossa e delle cartilagini articolari	170	11	13.21	0.83	[0.47, 1.38]	8	9.49	0.84	[0.42, 1.52]
tumori maligni del connettivo e di altri tessuti molli	171	25	23.37	1.07	[0.74, 1.49]	13	19.61	0.66	[0.39, 1.05]
melanoma maligno della cute	172	31	44.46	0.70	[0.50, 0.94]	35	44.49	0.79	[0.58, 1.04]
altri tumori maligni della cute	173	433	426.45	1.02	[0.94, 1.10]	251	302.65	0.83	[0.75, 0.92]
tumori maligni della mammella	174					726	662.68	1.1	[1.03, 1.16]
tumori maligni dell'utero	179-180, 182					198	171.41	1.16	[1.02, 1.30]
tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini	183					80	83.12	0.96	[0.79, 1.16]
tumori maligni della prostata	185	433	404.34	1.07	[0.99, 1.16]				
tumori maligni del testicolo	186	45	39.46	1.14	[0.88, 1.46]				
tumori maligni della vescica	188	393	355.74	1.11	[1.01, 1.20]	76	70.46	1.08	[0.88, 1.31]
tumori maligni del rene e di altri non specificati organi urinari	189	118	96.77	1.22	[1.04, 1.42]	53	51.76	1.02	[0.80, 1.29]
tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del SN	191-192	71	63.7	1.12	[0.91, 1.36]	62	52.52	1.18	[0.95, 1.46]
tumori maligni dell'encefalo	191	68	56.48	1.20	[0.97, 1.47]	50	44.49	1.12	[0.88, 1.42]
tumori maligni della ghiandola tiroidea	193	49	38.43	1.28	[0.99, 1.62]	166	122.85	1.35	[1.18, 1.54]
tumori maligni del tessuto linfatico ed emopoietico	200-208	286	271.92	1.05	[0.95, 1.16]	244	237.74	1.03	[0.92, 1.14]
linfomi non Hodgkin	200,202	123	113.76	1.08	[0.93, 1.26]	107	100.4	1.07	[0.90, 1.25]
malattia di Hodgkin	201	15	19.09	0.79	[0.48, 1.21]	19	19.76	0.96	[0.63, 1.41]

mieloma multiplo	203	55	44	1.25	[0.99, 1.56]	44	40.62	1.08	[0.83, 1.39]
leucemie	204-208	93	95.08	0.98	[0.82, 1.16]	74	76.96	0.96	[0.79, 1.17]
malattie ereditarie e degenerative e altri disturbi del SNC	330-349	750	757.61	0.99	[0.93, 1.05]	817	909.38	0.90	[0.85, 0.95]
malattie del sistema circolatorio	390-459	9660	9752.04	0.99	[0.97, 1.01]	8727	8315.25	1.05	[1.03, 1.07]
malattie cardiache	390-429	5725	6505.08	0.88	[0.86, 0.90]	4626	5389.08	0.86	[0.84, 0.88]
malattie ischemiche del cuore	410-414	2319	2451.54	0.95	[0.91, 0.98]	1168	1206.89	0.97	[0.92, 1.02]
malattie ischemiche acute (infarto miocardico, altre forme acute e subacute di cardiopatia ischemica)	410-411	1427	1242.42	1.15	[1.10, 1.20]	680	640.73	1.06	[1.00, 1.13]
insufficienza cardiaca	428	536	724.2	0.74	[0.69, 0.79]	557	838.91	0.66	[0.62, 0.71]
malattie cerebrovascolari	430-438	1883	1542.27	1.22	[1.18, 1.27]	1894	1575.82	1.20	[1.16, 1.25]
malattie dell'apparato respiratorio	460-519	5564	5220.63	1.07	[1.04, 1.09]	4694	3915.49	1.20	[1.17, 1.23]
infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza	460-466,480-487	1441	1759.75	0.82	[0.78, 0.86]	1174	1370.02	0.86	[0.82, 0.90]
malattie polmonari cronico ostruttive	490-492,494,496	1078	693.17	1.56	[1.48, 1.64]	1000	500.73	2.00	[1.89, 2.10]
asma	493	353	200.14	1.76	[1.61, 1.93]	398	183.82	2.17	[1.99, 2.35]
pneumoconiosi	500-505	13	4.71	2.76	[1.63, 4.39]	0	0.3	-	-
malattia dell'apparato digerente	520-579	7443	7588.76	0.98	[0.96, 1.00]	6775	6232.28	1.09	[1.07, 1.11]
malattia epatica cronica e cirrosi	571	666	608.86	1.09	[1.03, 1.17]	534	447.82	1.19	[1.11, 1.28]
malattie dell'apparato urinario	580-599	1865	1840.65	1.01	[0.97, 1.05]	1501	1581.73	0.95	[0.91, 0.99]
nefrite, sindrome nefrosica, e nefrosi	580-589	681	609.44	1.12	[1.05, 1.19]	566	551.34	1.03	[0.96, 1.10]

Tabella 10.2.3. Ospedalizzazione nel comune di Brindisi per il periodo 2006-2013, distinta per sesso. Totali ricoveri osservati, attesi, SHR, IC al 90% per SHR.

Cause	ICD-9	Maschi				Femmine			
		oss	attesi	SHR	IC 90%	oss	attesi	SHR	IC 90%
		Valori in eccesso		Valori in difetto		Valori in eccesso		Valori in difetto	
Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio)	001-629, 677-799	38669	39422.6	0.98	[0.97, 0.99]	42368	40353.1	1.05	[1.04, 1.06]
Malattie infettive e parassitarie	001-139	967	969.93	1	[0.94, 1.05]	852	857.44	0.99	[0.94, 1.05]
Tutti i tumori maligni	140-208	2784	2650.84	1.05	[1.02, 1.08]	2424	2286.43	1.06	[1.02, 1.10]
tumori maligni dell'esofago	150	20	12.5	1.60	[1.06, 2.32]	10	3.81	2.63	[1.42, 4.45]
tumori maligni dello stomaco	151	68	68.9	0.99	[0.80, 1.21]	46	47.09	0.98	[0.75, 1.25]
tumori maligni del colon, del retto, della giunzione rettosigmoidea e dell'ano	153-154	263	267.75	0.98	[0.88, 1.09]	207	222.44	0.93	[0.83, 1.04]
tumori maligni primitivi del fegato	155	43	67.75	0.64	[0.48, 0.82]	21	29.8	0.71	[0.47, 1.01]
tumori maligni del pancreas	157	51	48.43	1.05	[0.82, 1.33]	50	44	1.14	[0.89, 1.44]
tumori maligni della laringe	161	40	40.7	0.98	[0.74, 1.28]	7	3.58	1.96	[0.92, 3.67]
tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni	162	288	275.56	1.05	[0.95, 1.15]	98	67.96	1.44	[1.21, 1.71]
tumori maligni della pleura	163	12	12.74	0.94	[0.54, 1.53]	3	5.33	0.56	[0.15, 1.46]
tumori maligni delle ossa e delle cartilagini articolari	170	11	10.07	1.09	[0.61, 1.81]	7	7.25	0.97	[0.45, 1.81]
tumori maligni del connettivo e di altri tessuti molli	171	19	17.72	1.07	[0.70, 1.57]	11	14.91	0.74	[0.41, 1.22]
melanoma maligno della cute	172	29	33.8	0.86	[0.61, 1.17]	31	33.94	0.91	[0.66, 1.23]
altri tumori maligni della cute	173	350	318.25	1.1	[1.00, 1.20]	202	226.68	0.89	[0.79, 1.00]
tumori maligni della mammella	174					544	504.64	1.08	[1.00, 1.16]
tumori maligni dell'utero	179-180, 182					150	130.32	1.15	[1.00, 1.32]
tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini	183					62	63.25	0.98	[0.78, 1.21]
tumori maligni della prostata	185	323	303.57	1.06	[0.97, 1.17]				
tumori maligni del testicolo	186	33	30.56	1.08	[0.79, 1.44]				
tumori maligni della vescica	188	289	265.79	1.09	[0.98, 1.20]	57	52.67	1.08	[0.86, 1.35]
tumori maligni del rene e di altri non specificati organi urinari	189	89	73.04	1.22	[1.01, 1.45]	38	39.03	0.97	[0.73, 1.28]
tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del SN	191-192	55	48.48	1.13	[0.90, 1.42]	48	39.81	1.21	[0.93, 1.53]
tumori maligni dell'encefalo	191	52	42.99	1.21	[0.95, 1.52]	38	33.71	1.13	[0.84, 1.48]
tumori maligni della ghiandola tiroidea	193	38	29.67	1.28	[0.96, 1.68]	123	94.91	1.3	[1.11, 1.51]
tumori maligni del tessuto linfatico ed emopoietico	200-208	236	205.74	1.15	[1.03, 1.28]	189	179.58	1.05	[0.93, 1.19]
linfomi non Hodgkin	200,202	102	86.45	1.18	[0.99, 1.39]	79	76.05	1.04	[0.85, 1.25]
malattia di Hodgkin	201	14	14.69	0.95	[0.58, 1.49]	17	15.19	1.12	[0.71, 1.68]
mieloma multiplo	203	42	33	1.27	[0.97, 1.65]	35	30.43	1.15	[0.85, 1.53]

leucemie	204-208	78	71.61	1.09	[0.89, 1.32]	58	57.91	1	[0.80, 1.25]
malattie ereditarie e degenerative e altri disturbi del SNC	330-349	587	577	1.02	[0.95, 1.09]	662	691.78	0.96	[0.90, 1.02]
malattie del sistema circolatorio	390-459	7254	7354.68	0.99	[0.97, 1.01]	6391	6236.18	1.03	[1.00, 1.05]
malattie cardiache	390-429	4216	4907.3	0.86	[0.84, 0.88]	3171	4036.11	0.79	[0.76, 0.81]
malattie ischemiche del cuore	410-414	1833	1852.92	0.99	[0.95, 1.03]	842	900.65	0.94	[0.88, 0.99]
malattie ischemiche acute (infarto miocardico, altre forme acute e subacute di cardiopatia ischemica)	410-411	1163	938.54	1.24	[1.18, 1.30]	536	476.99	1.12	[1.05, 1.21]
insufficienza cardiaca	428	396	534.79	0.74	[0.68, 0.80]	383	618.78	0.62	[0.57, 0.67]
malattie cerebrovascolari	430-438	1437	1146.81	1.25	[1.20, 1.31]	1464	1168.97	1.25	[1.20, 1.31]
malattie dell'apparato respiratorio	460-519	3927	3975.06	0.99	[0.96, 1.01]	3455	2985.76	1.16	[1.12, 1.19]
infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza	460-466,480-487	1008	1348.14	0.75	[0.71, 0.79]	861	1053.85	0.82	[0.77, 0.86]
malattie polmonari cronico ostruttive	490-492,494,496	716	517.1	1.39	[1.30, 1.47]	727	373.63	1.95	[1.83, 2.07]
asma	493	211	156	1.35	[1.20, 1.52]	253	142.93	1.77	[1.59, 1.96]
pneumoconiosi	500-505	8	3.54	2.26	[1.12, 4.07]	0	0.23	-	-
malattia dell'apparato digerente	520-579	5738	5801.61	0.99	[0.97, 1.01]	5253	4753.61	1.11	[1.08, 1.13]
malattia epatica cronica e cirrosi	571	565	466.42	1.21	[1.13, 1.30]	478	340.01	1.41	[1.30, 1.52]
malattie dell'apparato urinario	580-599	1472	1391.54	1.06	[1.01, 1.10]	1156	1198.45	0.97	[0.92, 1.01]
nefrite, sindrome nefrosica, e nefrosi	580-589	544	454.13	1.20	[1.11, 1.29]	453	410.46	1.1	[1.02, 1.19]

Grafico 10.2.1 Trend dei tassi di ospedalizzazione (popolazione standard Italia 2001) nei periodi 2006-2008, 2009-2011, 2012-2013 per 100.000. Maschi

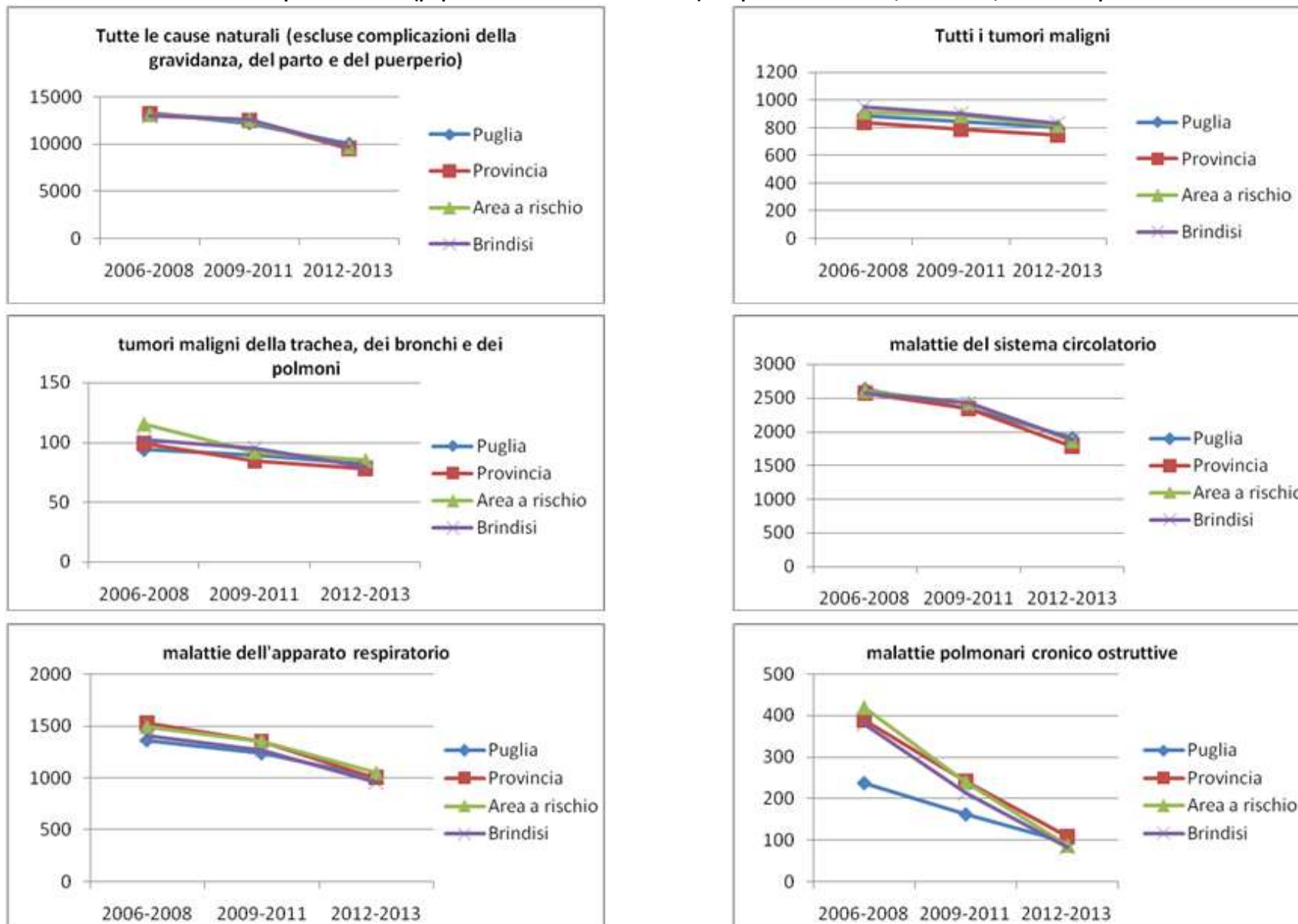
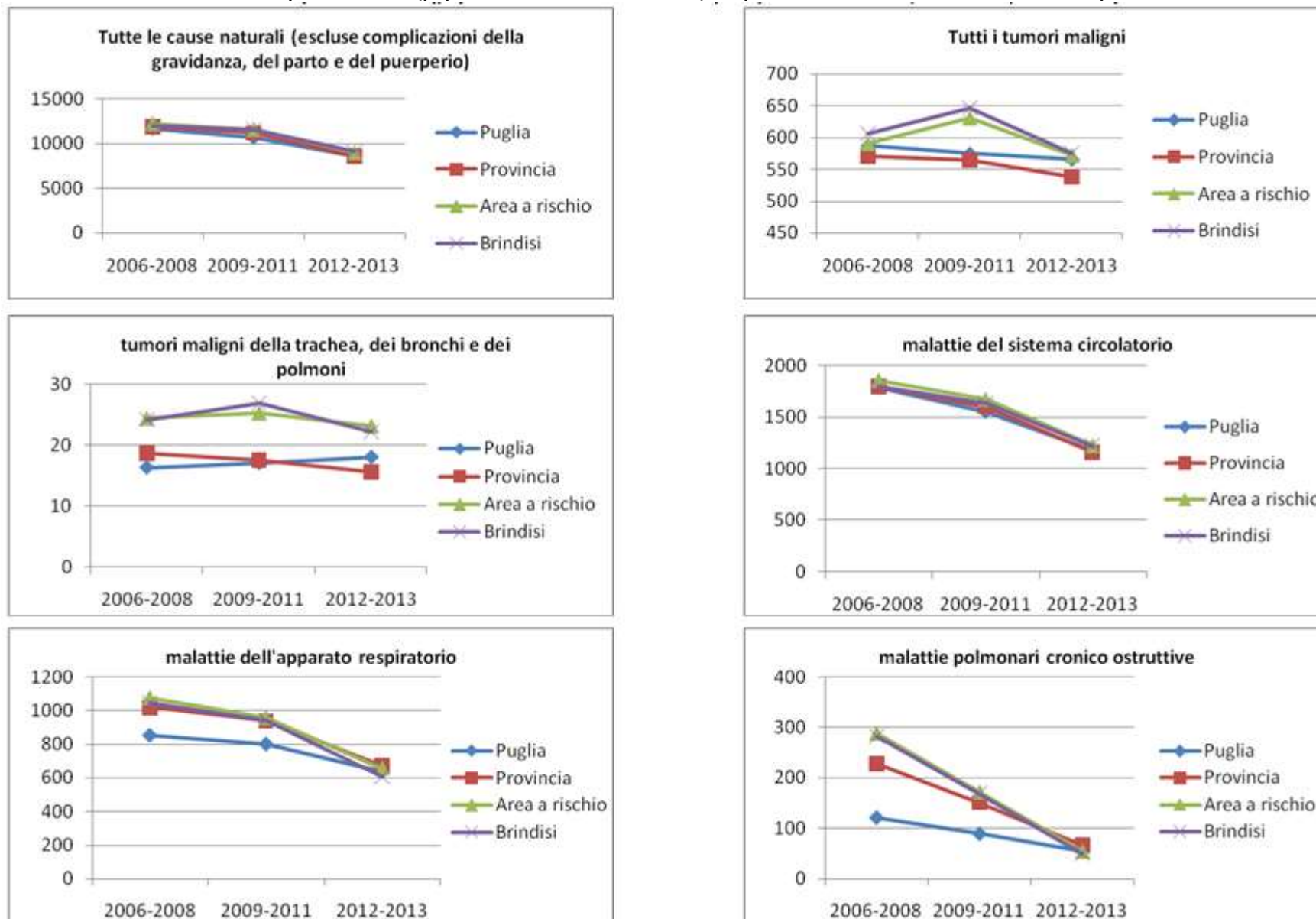


Grafico 10.2.2 Trend dei tassi di ospedalizzazione (popolazione standard Italia 2001) nei periodi 2006-2008, 2009-2011, 2012-2013 per 100.000. Femmine



10.3 Le stime di incidenza del Registro Tumori Puglia – Sezione ASL di Brindisi

Il Registro Tumori Puglia – ASL di Brindisi è stato istituito con Deliberazione del Direttore Generale n. 707 del 09/03/2011. Le attività di codifica fino al maggio 2014 sono state realizzate presso il centro di coordinamento del Registro Tumori, con il supporto del responsabile aziendale e del personale ASL dedicato alle attività.

Attualmente è stata completata la raccolta e la codifica dei casi incidenti degli anni 2006-2007, mentre è in corso la registrazione degli anni 2008 (completa al 90%) e 2009 (completa al 60%).

Di seguito si riportano i tassi preliminari di incidenza (per 100.000 abitanti) standardizzati per età e sesso per ciascuna sede tumorale. La popolazione usata come riferimento è quella europea.

Le prime due tabelle sono relative al confronto tra città di Brindisi e resto della provincia.

I grafici successivi mostrano un confronto tra città di Brindisi/provincia/pool AIRTUM dei registri del sud Italia/pool AIRTUM Italia.

Per il sesso maschile si evidenzia un eccesso statisticamente significativo nel comune verso la provincia per tutti i tumori, tumori della pelle (non melanomi).

Nel sesso femminile, si registra un eccesso per tumori della pelle (non melanomi) e tumori del corpo dell'utero; in difetto il tumore del retto per il comune verso la restante provincia.

Nel confronto con i dati AIRTUM, tra gli uomini si evidenziano tassi più elevati nel comune per i linfomi non Hodgkin rispetto al pool Airtum Sud e al pool Italia, e per la prostata rispetto ai registri meridionali, eccesso osservato anche nella provincia di Brindisi; tra le donne, i tassi per tutti i tumori nel comune di Brindisi sono più elevati rispetto al pool Sud.

Tab. 10.3.1 Stime preliminari dei Tassi standardizzati diretti (TSD – popolazione standard europea) di incidenza e intervalli di confidenza al 90% e 95% nel comune di Brindisi e nel resto della Provincia per 100,000 abitanti, anni 2006-07- Maschi

BRINDISI > ALTRI COMUNI										
BRINDISI < ALTRI COMUNI										
Sede	Comune TSD (EU)	IC 90%		IC 95%		Provincia, escluso capoluogo TSD (EU)	IC 90%		IC 95%	
		inf	sup	inf	sup		inf	sup	inf	sup
Testa e collo	20,91	13,15	28,67	11,64	30,19	18,13	14,40	21,86	13,67	22,59
Lingua	1,99	0,00	4,30	0,00	4,75	2,07	0,83	3,31	0,59	3,56
Bocca	5,49	1,42	9,56	0,63	10,36	1,48	0,47	2,49	0,27	2,68
Ghiandole salivari	0,93	0,00	2,46	0,00	2,76	0,68	0,00	1,47	0,00	1,63
Orofaringe	1,36	0,00	3,58	0,00	4,02	1,25	0,22	2,29	0,02	2,49
Rinofaringe	0,82	0,00	2,17	0,00	2,43	1,61	0,42	2,80	0,19	3,03
Ipfaringe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	0,23	2,43	0,01	2,65
Faringe NAS	1,01	0,00	2,67	0,00	2,99	0,31	0,00	0,83	0,00	0,93
Esofago	3,53	0,17	6,89	0,00	7,55	2,34	1,16	3,53	0,92	3,76
Stomaco	19,55	12,31	26,79	10,90	28,20	13,43	10,36	16,51	9,76	17,11
Intestino tenue	3,16	0,15	6,18	0,00	6,77	1,74	0,63	2,85	0,41	3,07
Colon	30,27	21,43	39,10	19,71	40,83	27,40	22,91	31,89	22,04	32,76
Colon, retto e ano	45,78	34,83	56,73	32,69	58,87	43,24	37,65	48,84	36,56	49,93
Retto	15,51	9,04	21,99	7,77	23,25	15,84	12,50	19,18	11,85	19,83
Fegato	25,70	17,46	33,93	15,85	35,54	17,95	14,47	21,43	13,79	22,11
Colecisti	3,91	0,69	7,13	0,06	7,76	6,99	4,80	9,18	4,37	9,60
Pancreas	11,35	5,67	17,02	4,57	18,13	10,06	7,33	12,78	6,80	13,32
Cavità nasale	0,82	0,00	2,17	0,00	2,43	0,24	0,00	0,63	0,00	0,71
Laringe	7,55	2,83	12,28	1,91	13,20	8,38	5,92	10,85	5,44	11,33
Polmone	69,12	55,65	82,59	53,02	85,22	69,91	62,83	76,99	61,45	78,37
Osso	1,03	0,00	2,73	0,00	3,06	0,59	0,00	1,32	0,00	1,46
Pelle, melanomi	8,09	3,33	12,84	2,40	13,77	5,82	3,64	7,99	3,22	8,41
Pelle, non melanomi (a)	136,59	117,51	155,68	113,78	159,41	98,83	90,41	107,25	88,76	108,90
Mesotelioma	3,57	0,61	6,54	0,03	7,12	0,76	0,04	1,49	0,00	1,63
Sarcoma di Kaposi	3,56	0,63	6,49	0,06	7,06	3,16	1,77	4,55	1,49	4,82
Tessuti molli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	0,05	1,93	0,00	2,11
Mammella	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,45	1,08	3,82	0,82	4,09
Pene	0,94	0,00	2,48	0,00	2,78	1,07	0,18	1,96	0,01	2,13
Prostata	71,03	57,68	84,38	55,07	86,98	73,15	66,01	80,30	64,62	81,69
Testicolo	6,99	2,31	11,68	1,39	12,60	8,31	5,63	10,98	5,11	11,50
Rene, vie urinarie	20,23	12,69	27,77	11,22	29,24	10,28	7,57	13,00	7,04	13,53
Vescica (maligni)	19,65	12,59	26,71	11,22	28,09	28,45	24,04	32,86	23,18	33,72
Vescica (non maligni) (c)	28,02	19,65	36,38	18,02	38,01	24,53	20,23	28,82	19,39	29,66
Occhio	0,93	0,00	2,46	0,00	2,76	0,65	0,00	1,41	0,00	1,56
Encefalo e altro SNC (maligni)	11,71	6,12	17,30	5,03	18,39	9,70	6,97	12,42	6,44	12,95
Encefalo e altro SNC (non maligni) (b)	18,72	11,38	26,06	9,94	27,50	10,71	7,63	13,78	7,03	14,38
Tiroide	7,47	2,83	12,11	1,92	13,01	6,77	4,30	9,24	3,81	9,73

Linfoma di Hodgkin	4,79	0,83	8,74	0,06	9,51	2,70	1,13	4,27	0,83	4,58
Linfoma non Hodgkin	25,61	17,07	34,15	15,40	35,82	17,36	13,58	21,15	12,84	21,88
Mieloma	6,04	2,28	9,81	1,54	10,55	7,14	4,82	9,45	4,37	9,90
Leucemia linfatica acuta	1,89	0,00	4,99	0,00	5,59	2,72	0,79	4,65	0,41	5,03
Leucemia linfatica cronica	8,35	3,75	12,94	2,86	13,84	5,60	3,52	7,68	3,12	8,08
Leucemia mieloide acuta	2,13	0,00	4,61	0,00	5,09	4,22	2,42	6,03	2,06	6,38
Leucemia mieloide cronica	2,88	0,15	5,61	0,00	6,15	2,42	1,03	3,80	0,76	4,07
Altre MMPC e SMDC	7,08	2,64	11,51	1,77	12,38	10,13	7,35	12,91	6,81	13,46
Leucemie NAS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	0,02	1,35	0,00	1,48
Miscellanea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,00	1,11	0,00	1,23
Mal definite e metastasi	7,08	2,90	11,25	2,08	12,07	6,24	4,14	8,33	3,74	8,73
TOTALE escluso (a)	426,83	393,02	460,64	386,42	467,24	397,32	380,24	414,39	376,91	417,72
Totale escluso (a, b)	408,11	375,10	441,11	368,66	447,55	386,61	369,81	403,41	366,54	406,68
Totale escluso (a, b, c)	380,09	348,17	412,02	341,94	418,25	362,08	345,85	378,32	342,68	381,49
TOTALE	563,42	524,60	602,25	517,02	609,82	496,15	477,11	515,19	473,39	518,90

Tab. 10.3.2 Stime preliminari dei Tassi standardizzati diretti (TSD – popolazione standard europea) di incidenza e intervalli di confidenza al 90% e 95% nel comune di Brindisi e nel resto della Provincia per 100,000 abitanti, anni 2006-07- Femmine

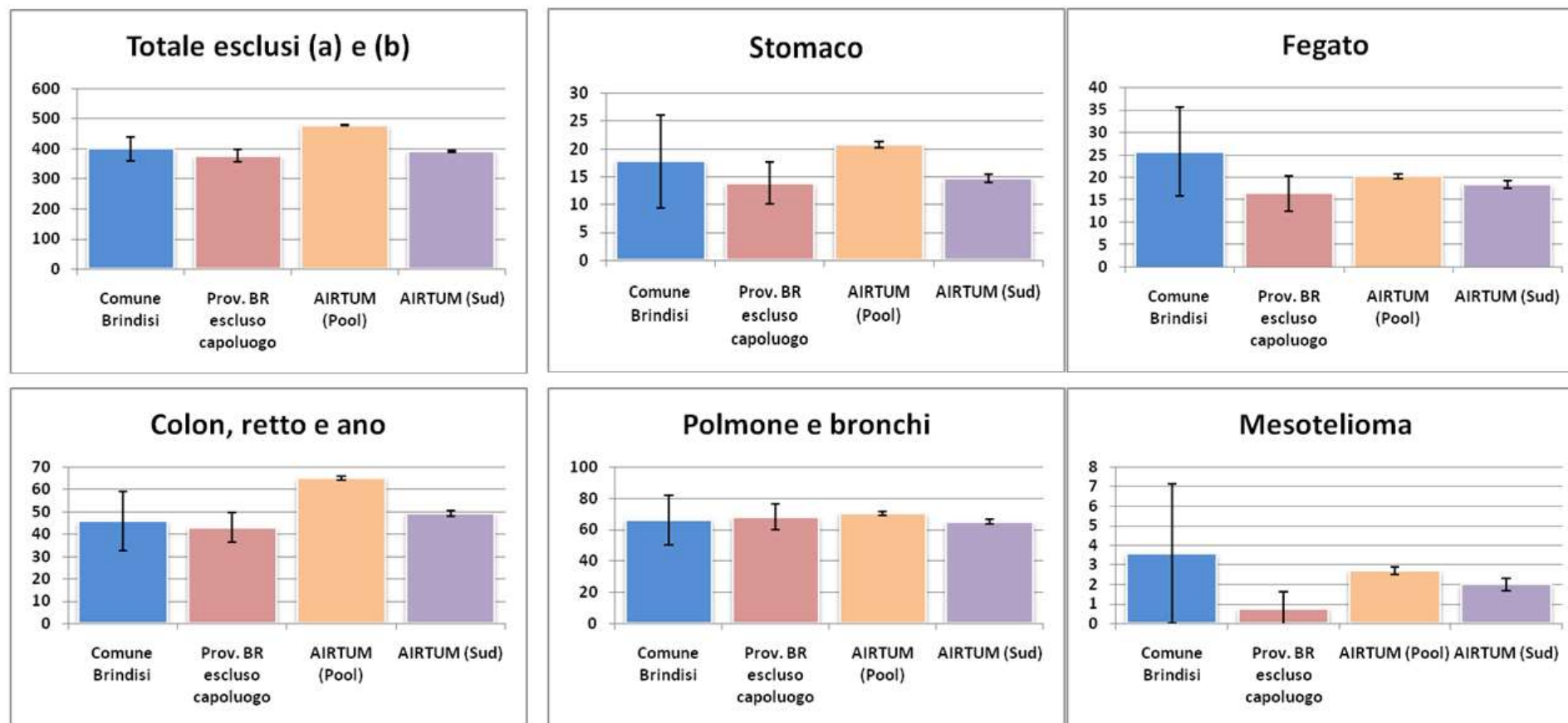
BRINDISI > ALTRI COMUNI

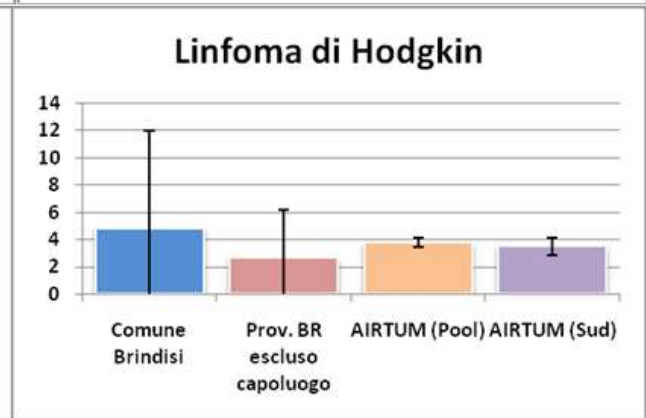
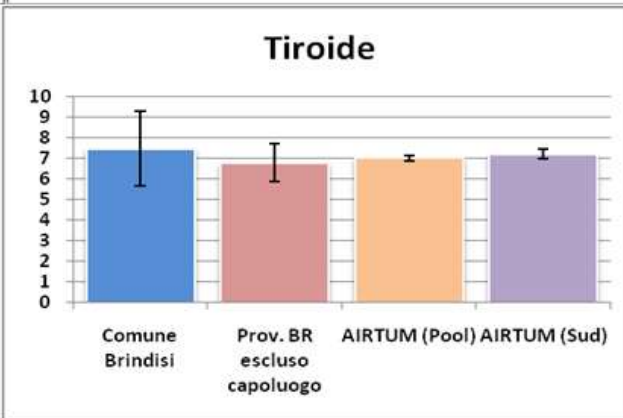
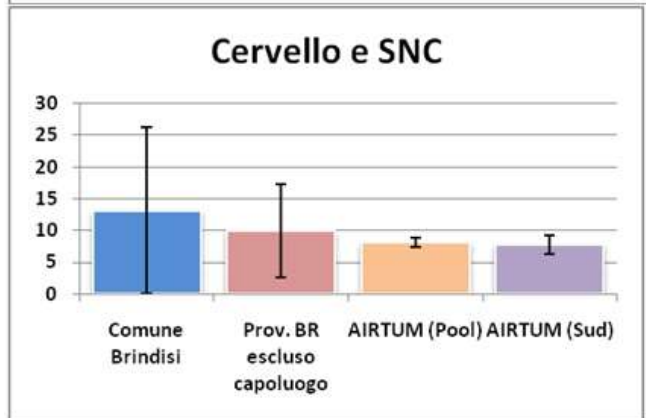
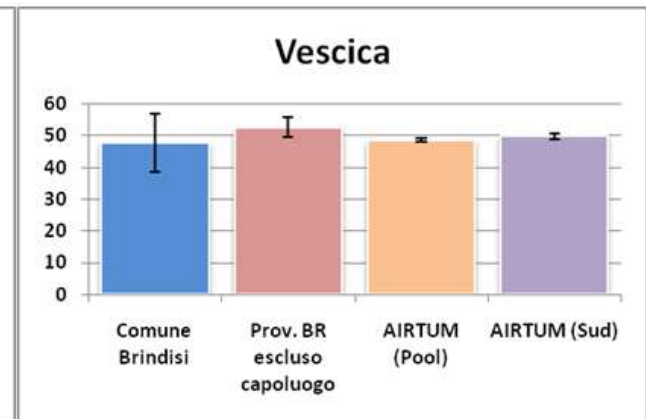
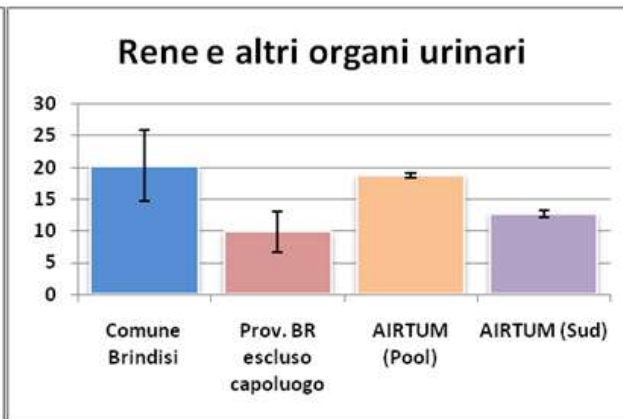
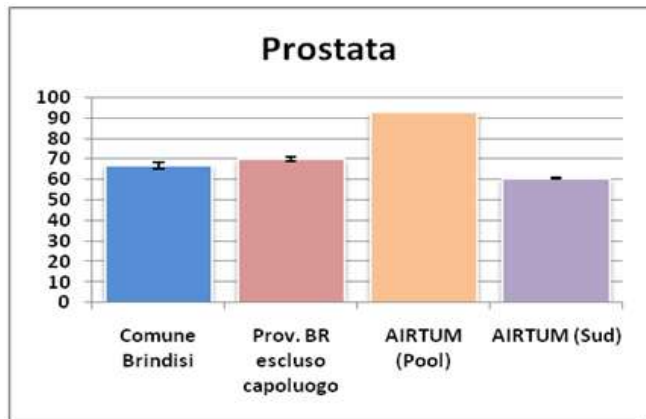
BRINDISI < ALTRI COMUNI

Sede	Comune	IC 90%		IC 95%		Provincia, escluso capoluogo	IC 90%		IC 95%	
	TSD (EU)	inf	sup	inf	sup	TSD (EU)	inf	sup	inf	sup
Testa e collo	3,45	0,51	6,40	0,00	6,97	4,66	2,90	6,42	2,56	6,77
Lingua	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,60	0,00	0,68
Bocca	0,49	0,00	1,30	0,00	1,46	0,95	0,15	1,74	0,00	1,90
Ghiandole salivari	2,02	0,00	4,39	0,00	4,85	0,45	0,02	0,88	0,00	0,96
Orofaringe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	0,05	1,68	0,00	1,84
Rinofaringe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,25	0,26	2,23	0,07	2,42
Ipfaringe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,50	0,00	0,56
Faringe NAS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Esofago	0,92	0,00	2,02	0,00	2,24	0,82	0,00	1,64	0,00	1,80
Stomaco	6,33	2,73	9,92	2,03	10,62	8,94	6,51	11,37	6,04	11,85
Intestino tenue	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,09	0,94	0,01	1,03
Colon	22,64	15,58	29,71	14,20	31,09	22,69	19,04	26,35	18,33	27,06
Colon, retto e ano	27,28	19,58	34,97	18,08	36,48	35,45	30,80	40,10	29,90	41,00
Retto	4,63	1,58	7,69	0,98	8,28	12,76	9,88	15,63	9,32	16,19
Fegato	7,63	4,01	11,25	3,30	11,96	6,23	4,39	8,07	4,03	8,43
Vie biliari	4,13	1,26	7,01	0,70	7,57	5,44	3,66	7,22	3,31	7,57
Pancreas	7,56	4,11	11,01	3,44	11,69	5,78	3,95	7,62	3,59	7,97
Cavità nasale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,94	0,00	1,04
Laringe	0,94	0,00	2,49	0,00	2,79	0,32	0,00	0,70	0,00	0,77
Polmone	11,89	6,77	17,00	5,77	18,00	14,13	11,04	17,23	10,44	17,83
Osso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95	0,02	1,87	0,00	2,05
Pelle, melanomi	6,27	2,20	10,34	1,40	11,14	7,24	4,86	9,61	4,40	10,07
Pelle, non melanomi (a)	71,65	58,79	84,51	56,28	87,02	49,45	43,92	54,99	42,84	56,07
Mesotelioma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	0,11	1,34	0,00	1,46
Sarcoma di Kaposi	3,13	0,90	5,37	0,46	5,80	1,71	0,67	2,74	0,47	2,94
Tessuti molli	2,55	0,07	5,03	0,00	5,52	1,02	0,05	2,00	0,00	2,19
Mammella	112,54	95,69	129,39	92,40	132,68	102,90	94,23	111,58	92,53	113,27
Cervice uterina	6,21	2,02	10,39	1,21	11,20	6,04	3,87	8,22	3,45	8,64
Utero, corpo	27,74	19,60	35,89	18,01	37,48	14,90	11,62	18,19	10,98	18,83
Ovaio	12,18	6,53	17,83	5,43	18,93	10,93	8,12	13,73	7,58	14,27
Vagina e vulva	3,54	1,24	5,84	0,79	6,29	2,58	1,40	3,76	1,17	3,99
Rene, vie urinarie	5,27	1,92	8,62	1,27	9,27	5,43	3,43	7,42	3,04	7,81
Vescica (maligni)	2,26	0,32	4,19	0,00	4,57	3,65	2,14	5,17	1,84	5,46
Vescica (non maligni) (c)	4,49	1,51	7,47	0,93	8,05	2,19	1,20	3,18	1,00	3,37
Occhio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,17	0,00	2,35	0,00	2,58
Encefalo e altro SNC (maligni)	4,13	1,44	6,83	0,91	7,35	7,33	4,97	9,68	4,51	10,14
Encefalo e altro SNC (non maligni) (b)	18,98	12,16	25,80	10,82	27,13	19,13	15,33	22,92	14,59	23,66
Tiroide	23,09	15,27	30,91	13,75	32,43	23,46	19,08	27,84	18,22	28,70

Linfoma di Hodgkin	4,54	0,78	8,30	0,05	9,03	3,07	1,39	4,75	1,06	5,08
Linfoma non Hodgkin	8,85	4,33	13,37	3,45	14,25	11,62	8,76	14,49	8,20	15,05
Mieloma	5,16	1,98	8,34	1,36	8,96	5,00	3,29	6,72	2,95	7,05
Leucemia linfatica acuta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	1,26	0,00	1,41
Leucemia linfatica cronica	2,23	0,00	4,48	0,00	4,92	2,53	1,35	3,70	1,12	3,93
Leucemia mieloide acuta	1,18	0,00	3,11	0,00	3,49	2,85	1,40	4,30	1,11	4,58
Leucemia mieloide cronica	2,47	0,00	5,04	0,00	5,54	0,99	0,20	1,78	0,05	1,93
Altre MMPC e SMDC	5,53	2,05	9,00	1,37	9,68	0,41	0,00	0,92	0,00	1,02
Leucemie NAS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Miscellanea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mal definite e metastasi	4,24	1,90	6,58	1,45	7,04	4,62	2,95	6,29	2,62	6,61
TOTALE escluso (a)	312,86	285,73	339,99	280,44	345,29	313,93	299,03	328,83	296,13	331,73
Totale escluso (a, b)	293,88	267,63	320,14	262,50	325,27	306,60	291,90	321,31	289,03	324,18
Totale escluso (a, b, c)	289,40	263,31	315,49	258,21	320,58	304,42	289,74	319,09	286,88	321,95
TOTALE	384,51	354,49	414,53	348,63	420,39	363,39	347,49	379,28	344,39	382,38

Grafico 10.3.1 Tassi standardizzati diretti (popolazione standard europea) di incidenza nel comune di Brindisi, nel resto della Provincia, nel Pool Airtum Italia e nel Pool Airtum Sud per 100,000 abitanti, anni 2006-2007 – Maschi





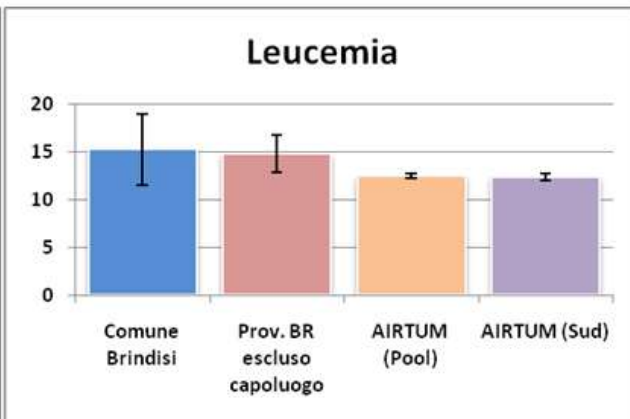
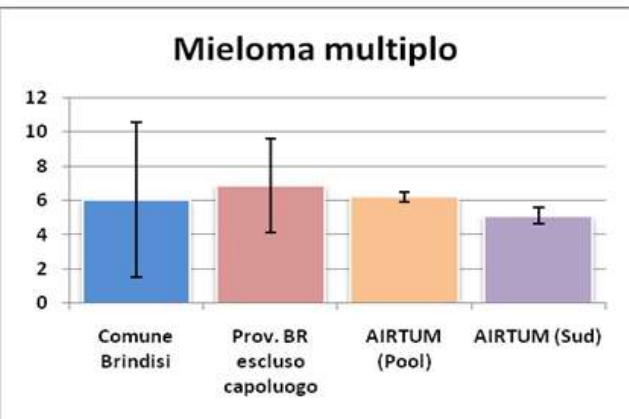
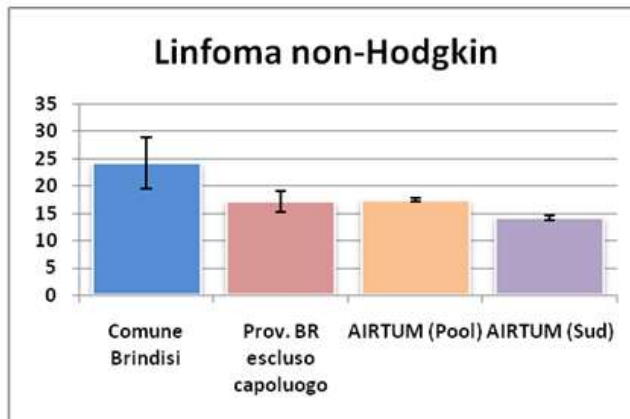
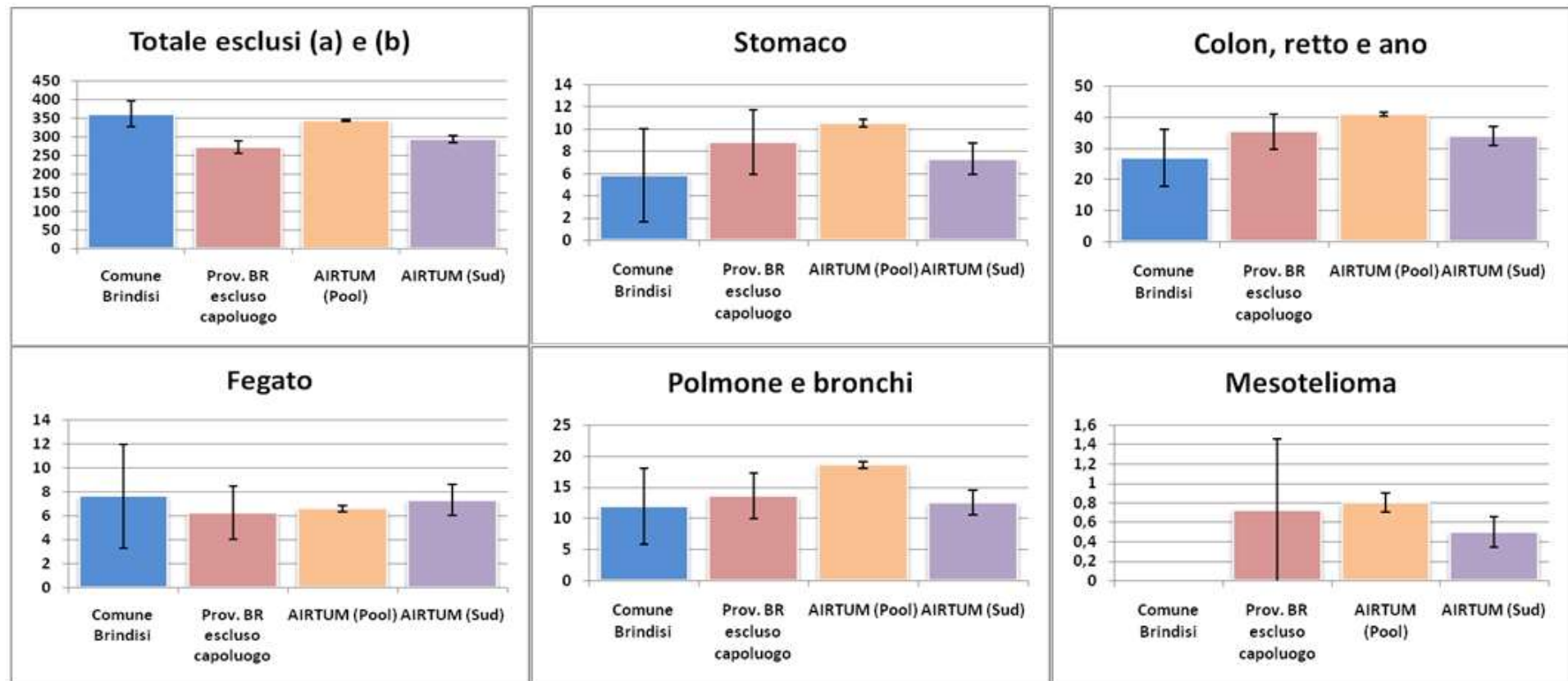
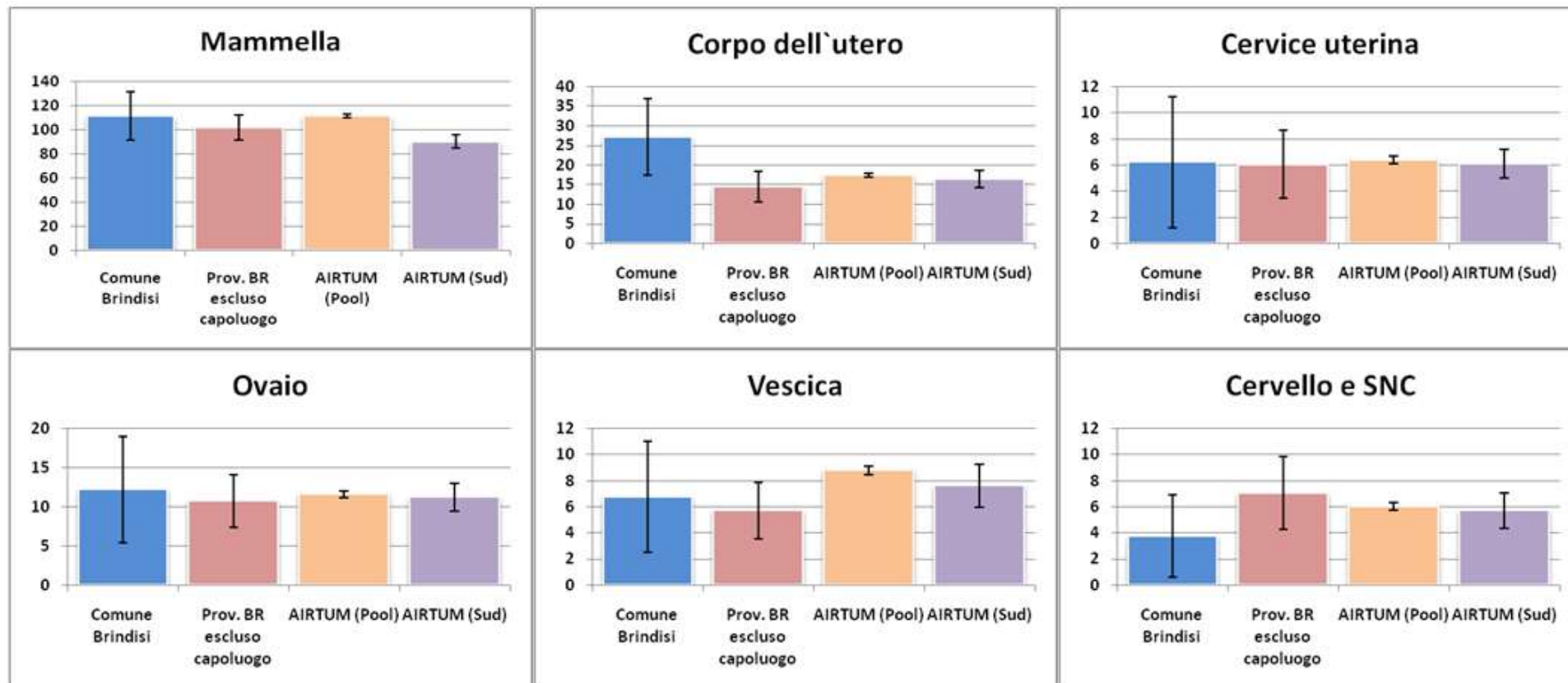
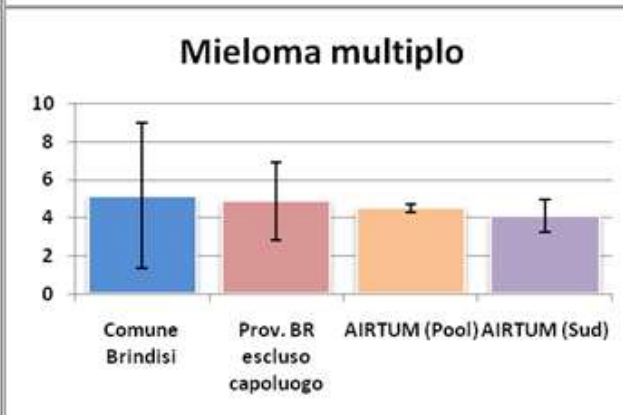
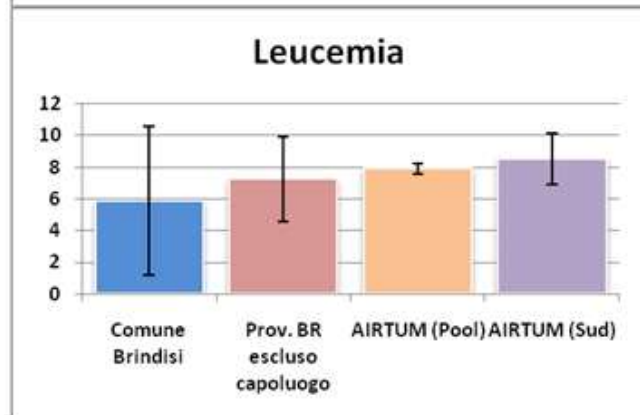
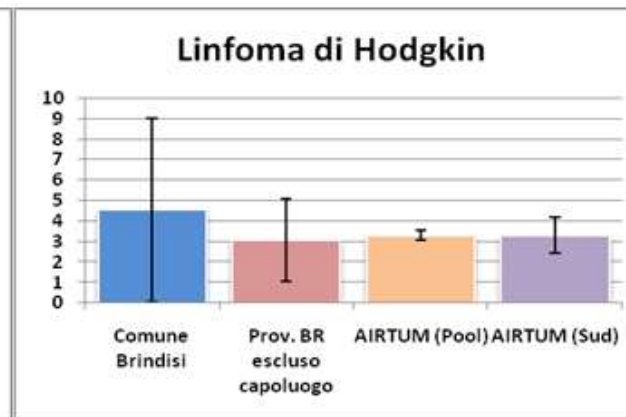
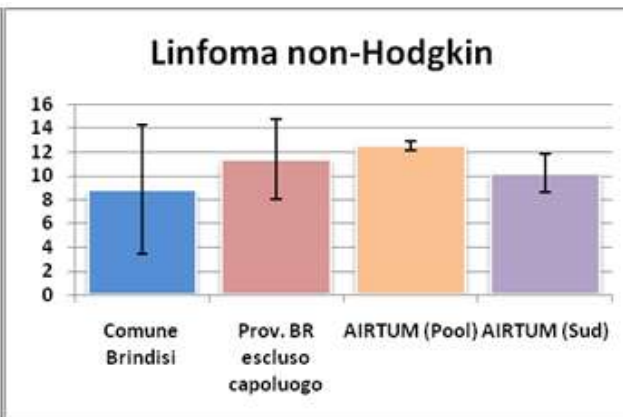
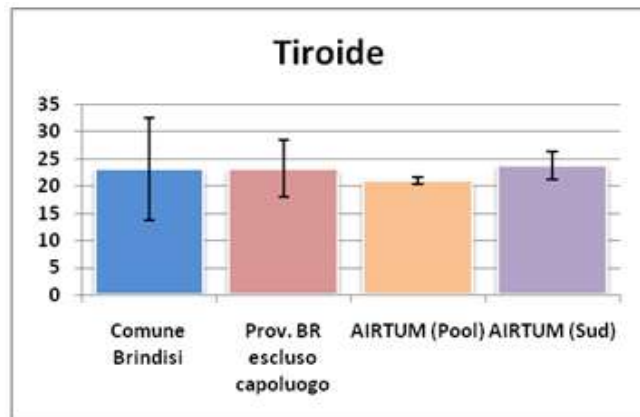


Grafico 10.3.1 Tassi standardizzati diretti (popolazione standard europea) di incidenza nel comune di Brindisi, nel resto della Provincia, nel Pool Airtum Italia e nel Pool Airtum Sud per 100,000 abitanti, anni 2006-2007 – Femmine







10.4 Conclusioni sulla valutazione del quadro epidemiologico

La valutazione del quadro epidemiologico descritto attraverso le stime di mortalità, ospedalizzazione e incidenza indica la permanenza di alcune criticità sanitarie rispetto a quanto già noto sulla base di precedenti studi realizzati sia nell'area a rischio che nel comune di Brindisi.

In estrema sintesi, nei periodi esaminati, si registrano eccessi rispetto al dato regionale per alcune patologie oncologiche (tutti i tumori, tumore della pleura nel sesso maschile, tumore del polmone, tumore della vescica), per le patologie cardiovascolari e per le patologie respiratorie, soprattutto di tipo cronico.

L'esame dell'andamento temporale suggerisce un decremento dei tassi di mortalità e di ospedalizzazione per le principali patologie segnalate in eccesso. Fanno eccezione i tassi di mortalità per tutti i tumori e delle malattie respiratorie nelle donne, in particolare nel comune di Brindisi; per queste ultime patologie va segnalato che i tassi di ospedalizzazione, per quanto più elevati rispetto al dato regionale, mostrano un trend in discesa.

Dal momento che, ai sensi dell'art. 5 del RR 24/2011, oggetto di specifico interesse sono le patologie a breve latenza, per le quali esistono sufficienti evidenze nella letteratura scientifica di associazione con i principali inquinanti, ai fini del rapporto di Valutazione di Danno Sanitario si segnala in conclusione la presenza di criticità in ordine alle patologie cardiovascolari e respiratorie nell'area a rischio e nel comune di Brindisi.

Appare doveroso segnalare che, in data 1° settembre 2014, nell'ambito delle attività del Centro Salute Ambiente, è stato sottoscritto un accordo di collaborazione tra Regione Puglia e Dipartimento di Epidemiologia del SSR della Regione Lazio per la realizzazione di studi di coorte residenziale sugli effetti delle esposizioni ambientali nelle aree di Taranto e Brindisi.

11. Considerazioni finali

Le presenti considerazioni hanno tenuto conto delle osservazioni, pervenute in tempo utile, dalle aziende interessate alla L.R. 21/12 e successivo R.R. 24/12, che sono state esaminate e che non alterano la sostanza della valutazione svolta.

I risultati della valutazione del rischio, effettuata tramite le simulazioni modellistiche, a partire dalle emissioni in aria degli insediamenti industriali per l'area di Brindisi, hanno evidenziato un livello massimo per il rischio cancerogeno inalatorio pari a 30 per milione ($0,3 \cdot 10^{-4}$) ed un Hazard Index >1 per quanto riguarda il rischio inalatorio non cancerogeno.

Per quanto riguarda il quadro epidemiologico, le stime di mortalità, ospedalizzazione e incidenza indicano la permanenza di alcune criticità sanitarie, rispetto a quanto già noto sulla base di precedenti studi e segnalano, in conclusione, la presenza di criticità in ordine alle patologie a breve latenza (cardiovascolari e respiratorie) nell'area a rischio e nel comune di Brindisi.

Tali dati mostrano pertanto:

- una concordanza tra i dati epidemiologici e il risultato della valutazione del rischio non cancerogeno inalatorio per malattie respiratorie, legato all'effetto dell'esposizione ad H₂S e ammoniaca, rilasciati dalle due discariche incluse nello studio;
- una discordanza fra il risultato della valutazione del rischio cancerogeno inalatorio e i dati epidemiologici.

Si ritiene pertanto necessario applicare la procedura prevista dalla normativa ed in particolare, ai sensi dell'art. 6 del R.R. 24/2012, gli **obiettivi di riduzione** di cui all'art. 6 della legge L.R. 21/2012 per la diminuzione del rischio non cancerogeno inalatorio attraverso la gestione e il controllo delle emissioni in aria delle aziende all'origine di tale rischio (le due discariche Formica ambiente e comunale di Autigno), con particolare riferimento alle emissioni di idrogeno solforato e ammoniaca¹⁰.

A tal fine, si suggerisce il monitoraggio presso almeno tre recettori sensibili prossimi all'area di massimo impatto (v. Mappa hazard index per apparato respiratorio. Discariche Formica Ambiente e Discarica Comunale RSU) dell'H₂S e dell' NH₃ ed il rispetto dei seguenti valori limite affinché il rischio non cancerogeno inalatorio risulti ≤ 1 .

¹⁰ In proposito si richiama il contenuto della L.R. 16 Aprile 2015, N. 23 "Modifiche alla legge regionale 22 gennaio 1999, n. 7, come modificata e integrata dalla legge regionale 14 giugno 2007, n. 17".

Inquinante	Concentrazione limite - media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
H ₂ S	2
NH ₃	100

Le scariche dovranno rispettare, altresì, i limiti a breve termine per le emissioni diffuse previsti dalla L.R. 23/2015, che dovranno essere misurati al perimetro su campioni prelevati attraverso sistemi di campionamento attivabile in remoto sia dall'azienda che dall'organo di controllo, con modalità da definire.

Si specifica, altresì, che è già stato avviato l'approfondimento epidemiologico sul rischio cancerogeno per via inalatoria in collaborazione con il Dipartimento di Epidemiologia della Regione Lazio, attraverso un apposito studio di coorte, la cui conclusione si prevede entro la fine del mese di dicembre 2015.

Ringraziamenti

Si ringrazia l'ENEA per la messa a disposizione dei dati meteorologici per l'anno 2007 a 4 km di risoluzione relativi al dominio sud Italia del progetto MINNI (Modello Integrato Nazionale a supporto della Negoziazione internazionale sui temi dell'Inquinamento atmosferico), realizzato con il finanziamento del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e con l'assistenza specialistica di ARIANET e IIASA.

12. Bibliografia

1. Martuzzi M, Mitis F, Biggeri A, Terracini B, Bertollini R. Environment and health status of the population in areas with high risk of environmental crisis in Italy. *Epidemiol Prev* 2002; 6 (Suppl): 1-53.
2. Belli S, Benedetti M, Comba P et al. Case-control study on cancer risk associated to residence in the neighbourhood of a petrochemical plant. *Eur J Epidemiol* 2004; 19: 49-54.
3. Pirastu R, Belli S, Bruno C, et al. The mortality among the makers of vinyl chloride in Italy. *Med Lav* 1991; 82: 388-423.
4. Gianicolo EA, Serinelli M, Vigotti MA, Portaluri M. Mortalità nei comuni della Provincia di Brindisi, 1981-2001. *Epidemiol Prev* 2008; 32: 49-57.
5. Bruni A., Gianicolo EAL, Vigotti MA, Faustini A. Stima della prevalenza di broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO) nella Provincia di Brindisi per gli anni 2005-2009. *Epidemiol Prev* 2014; 38 (2), Periodo: marzo-aprile, pagine: 108-115
6. Pirastu R, Ancona C, Iavarone I, Mitis F, Zona A, Comba P, SENTIERI Working Group. SENTIERI Project. Mortality study of residents in Italian polluted sites: evaluation of the epidemiological evidence. *Epidemiol Prev* 2010; 5-6 (Suppl 3): 1-96.
7. Gianicolo EA, Bruni A, Rosati E, Sabina S, Guarino R, Padolecchia G, Leo C, Vigotti MA, Andreassi MG, Latini G. Congenital anomalies among live births in a polluted area. A ten-year retrospective study. *BMC Pregnancy Child birth*. 2012 Dec 27;12:165.
8. Serinelli M, Gianicolo EA, Cervino M, Mangia C, Portaluri M, Vigotti MA. Effetti acuti dell'inquinamento a Brindisi: analisi case-crossover. *Epidemiol Prev* 2010; 34 (3), Periodo: maggio-giugno, pagine: 100-107.
9. Gianicolo EA, Bruni A, Mangia C, Cervino M, Vigotti MA. Acute effects of urban and industrial pollution in a government-designated "Environmental risk area": the case of Brindisi, Italy. *Int J Environ Health Res*. 2013 Jan 15.
10. Alessandrini EA, Faustini A, Chiusolo M et al. Inquinamento atmosferico e mortalità in venticinque città italiane: risultati del progetto EpiAir2. *Epidemiol Prev* 2013; 37 (4-5): 220-229
11. Scarinzi C, Alessandrini EA, Chiusolo M et al. Inquinamento atmosferico e ricoveri ospedalieri urgenti in venticinque città italiane: risultati del progetto EpiAir2. *Epidemiol Prev* 2013; 37 (4-5): 230-241.
12. Baccini M, Biggeri A, Gruppo Collaborativo EpiAir2. Impatto a breve termine dell'inquinamento dell'aria nelle città coperte dalla sorveglianza epidemiologica EpiAir2. *Epidemiol Prev* 2013; 37 (4-5): 252-262.
13. Anfossi D., Ferrero E., Brusasca G., Marzorati A., Tinarelli G., 1993, A simple way of computing buoyant plume rise in Lagrangian stochastic dispersion models, *Atmospheric Environment* 27A, 1443-1451.
14. Aria Technologies, 2001, Minerve Wind Field Models version 7.0, General Design Manual. ARIA Report, May 2001, Aria Technologies 2001.
15. Aria Technologies, 2008, Emission Manager – Processing system for model-ready emission input – User's Guide, Rapporto ARIA/2008.99, ARIA Technologies.
16. Assessing Chronic Health Risks from Stationary Source Air Emissions in Volgograd, Russia: A Case Study in Quantitative Health Risk Assessment. 1997. Harvard Institute for International Development - Harvard University. Development Discussion Paper no. 601.
17. Boughton B.A. , De Laurentis J.M., 1987, A stochastic model for particle dispersion in the atmosphere. *Boundary Layer Meteorology*, 40, 147-163.

18. Calori G., 2006, EMMA (EMGR/make) - User's guide – Version 4.0, Rapporto ARIANET R2006.38.
19. Davis F.K., Newstein H.- Journal of Applied Meteorology, 1968,vol 7, pp 372 – 398.
20. Documento di supporto alla Banca dati "ISS-INAIL" Novembre 2012.
21. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook — 2013.
22. E.P.A., 2006, AP 42, Fifth Edition, Volume I, Chapter 13: Miscellaneous Sources, Section 13.2.5, Industrial wind erosion.
23. E.P.A., 2009, Risk and Technology Review, Risk assessment methodologies: for review by the EPA's Science Advisory Board, Case Studies – MACT I Petroleum Refining Sources, Portland cement Manufacturing.
24. E.P.A. Residual risk - Report to Congress. 1999. U.S. Environmental Protection Agency - Office of Air and Radiation and Office of Air Quality Planning and Standards.
25. E.P.A. Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors.
26. E.P.A., 1992. Guidelines for exposure assessment. Federal register, US Environmental Protection Agency.
27. Finardi S., Tinarelli G., Faggian P. and Brusasca G., 1998, Evaluation of Different Wind Field Modeling Techniques for Wind Energy Applications over Complex Topography, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 74-76, 283-294, 1998.
28. IMPEL Consideration of Human Health through IPPC: A Good Practice Guide. European Union Network for the Implementation and Enforcement of Environmental Law INERIS Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs) Évaluation de la relation dose-réponse pour des effets cancérigènes : Approche substance par substance (facteurs d'équivalence toxique - FET) et approche par mélanges. Rapport Final (18 décembre 2003)
29. Koponen M, Gustaffson T, Kalliomaki P, Pyy L. Chromium and nickel aerosols in stainless steel manufacturing, grinding and welding. American Industrial Hygiene Association Journal . Volume 42, Issue 8, 1981
30. Pielke R. A., Cotton W. R., Walko R. L., Tremback C. J., Lyons W. A., Grasso L. D., Nicholls M. E., Moran M. D., Wesley D. A, Lee T. J., Copeland J. H. (1992): "A comprehensive Meteorological Modeling system –RAMS", Meteor. Atmos. Phys., 49, pp. 69-91.
31. Ramírez N., Cuadras A., Rovira E., Marcé R.M. , and Borrull F. Risk Assessment Related to Atmospheric Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Gas and Particle Phases near Industrial Sites. 2011. Environmental Health Perspectives. 119 (8)pp 1110-1116
32. Robson M., Toscano W. Risk assessment for environmental health. 2007. John Wiley & Sons, Inc.
33. Silibello C., 2006, SURFPRO (SURrface-atmosphere interFace PROcessor) User's guide, Rapporto ARIANET R2006.06.
34. OEHHA. The Air Toxics Hot Spots Program Guidance Manual for Preparation of Health Risk Assessments. 2003. Office of Environmental Health Hazard Assessment California Environmental Protection Agency.
35. Tinarelli G., 2007, SPRAY 3.1, General description and User's Guide, Rapporto ARIANET R2007.09.
36. Tinarelli G., Anfossi D., Bider M., Ferrero E., Trini Castelli S., 1999, A new high performance version of the Lagrangian particle dispersion model SPRAY, some case studies, Air Pollution Modelling and its Applications XIII, S.E. Gryning and E. Batchvarova eds., Kluwer Academic / Plenum Press, New York, 499-507.
37. Tinarelli G., Anfossi D., Brusasca G., Ferrero E., Giostra U., Morselli M.G., Moussafir J., Tampieri F., Trombetti F.,1994, Lagrangian particle simulation of tracer dispersion in the lee of a schematic two-dimensional hill, Journal of Applied Meteorology, 33, N. 6, 744-756.

38. Walko R. L., Tremback C.J.. 1995, 'RAMS The Regional Atmospheric Modeling System (Version 3b) User's Guide', ASTeR, Inc. <http://www.atmet.com/html/docs/documentation.shtml>
39. Zanini G., 2009, il sistema MINNI, modello integrato nazionale per la valutazione degli effetti dell'inquinamento atmosferico e dell'efficacia delle politiche di riduzione delle emissioni di inquinanti atmosferici. *Epidemiologia e prevenzione*, anno 33 (6), novembre-dicembre 2009, supplemento 1 PMID 20418584.