

# Studio di coorte storica sullo stato di salute dei residenti nel Comune di Saluggia sede di un sito nucleare

Ivaldi C. Arpa Piemonte, Via Pio VII 9, 10134 Torino ,c.ivaldi@arpa.piemonte.it

Carnà P. Arpa Piemonte, Via Pio VII 9, 10134 Torino, p.carna@arpa.piemonte.it

Ottino M. ASL TO 4, Via Regio Parco 64, 10034 Settimo T.se (TO), epidemiologia@aslto4.piemonte.it

Signorile L. ASL TO 4, Via Regio Parco 64, 10034 Settimo T.se (TO), epidemiologia@aslto4.piemonte.it

Romeo D. Comune di Saluggia (VC), Piazza Municipio 15, 13040 Saluggia (VC), deny4502@yahoo.it

## ABSTRACT

*An historical cohort study on the health of residents in Saluggia, seat of a storage site for radioactive material.*

*In Saluggia (VC) there is the most important Italian site storage of radioactive waste. In June 2004 an incident that led to the contamination of the area with radioactive material occurred. In 2010 a study on possible health effects determined by the nuclear waste site was made. To assess the impact on the health of residents due to the exposure to radioactive material and to verify the existence of a gradient of risk.*

*A cohort study of residents from 1981 to 2008 has been designed. The cohort consists of 7646 persons, of which 1540 dead and 2183 emigrant. 1840 of the latter are alive, 171 dead and 172 unrecoverable. For each subject the history in housing, treatments and death certificates was reconstructed. For the exposure estimation the proxy to the distance of residence from the source of exposure was used.*

*There are no significant excesses in general mortality and morbidity and for all cancers. Among the men a statistically significant increase in mortality from pancreas cancer was observed, and a not statistically significant excess of Amyotrophic Lateral Sclerosis and lymphoma not H. Furthermore a not statistically increase in mortality from leukemia was noted among women.*

*The general analysis highlights an increased mortality from leukemia and lymphomas H, but not significant. The analysis by latency and duration of exposure showed no excesses, and those about the development of risk in relation to the distance are in progress.*

## INTRODUZIONE

### CARATTERIZZAZIONE DEL SITO NUCLEARE

Il comprensorio nucleare di Saluggia è situato in provincia di Vercelli sulla strada provinciale Saluggia - Crescentino. È delimitato ad est dal canale Farini, a sud dal canale Cavour, ad ovest dalla Dora Baltea e a nord da proprietà private. Può essere suddiviso in due aree separate: nella prima è insediato l'impianto EUREX - SO.G.I.N. all'interno del Centro ricerche dell'Enea, mentre nella seconda sono insediati il Complesso Sorin e il Deposito Avogadro.

Il Deposito Avogadro è un deposito per elementi di combustibile nucleare irraggiato che trova sede nella piscina, riadattata allo scopo, del reattore di ricerca Avogadro RS1 che ha cessato la sua attività nell'anno 1971. In esso sono attualmente contenuti 164 elementi di combustibile nucleare irraggiato, 101 provenienti dalla Centrale nucleare di Trino (dei quali 52 elementi cruciformi trasferiti nel periodo maggio-luglio 2007 dall'impianto EUREX) e 63 dalla Centrale nucleare di Garigliano. Sono inoltre immagazzinate presso il Deposito Avogadro 48 semibarrette della centrale del Garigliano e 10 lamine del reattore olandese di Petten.

Nel Complesso Sorin, fino all'anno 2004, è stata effettuata la produzione di radiofarmaci. Inoltre nell'insediamento sono presenti un'area destinata a deposito di rifiuti radioattivi solidi - dove sono stoccati rifiuti radioattivi di I e II categoria provenienti sia dall'attività produttiva che da attività di raccolta pregressa - e 2 celle calde - destinate in passato alla manipolazione di sorgenti ad alta attività. Nel 2009 Sorin Biomedica, in ottemperanza alle prescrizioni del Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato del giugno 2001, ha ultimato le attività di adeguamento del deposito ed ha iniziato le operazioni di trasferimento dei rifiuti radioattivi.

EUREX - SO.G.I.N. è un impianto per il ritrattamento di elementi di combustibile irraggiati ad alto arricchimento in U-235 di tipo M.T.R. (Material Testing Reactor). L'impianto attualmente non è più in esercizio ma nel corso della sua attività ha prodotto un grosso quantitativo di rifiuti radioattivi

sia solidi che liquidi attualmente stoccati all'interno dell'area. Nel breve periodo si prevedono il trattamento di solidificazione dei rifiuti liquidi (impianto CEMEX) e la costruzione di due nuovi depositi per lo stoccaggio temporaneo dei rifiuti radioattivi solidi.

## IL CONTESTO SOCIALE E L'AVVIO DEL PROGETTO

Nonostante i risultati tranquillizzanti emersi dalle numerose attività di sorveglianza e indagini ambientali condotte da ARPA Piemonte, è presente nella popolazione, soprattutto a seguito dell'incidente del 2004, uno stato di allarme sui possibili effetti sulla salute determinati dallo sversamento di materiale radioattivo. In considerazione di ciò, il sindaco di Saluggia (dimessosi a gennaio 2012), per rispondere alla preoccupazione dei suoi concittadini, nel 2009 ha richiesto all'ASL e ad ARPA Piemonte di predisporre un progetto di studio epidemiologico per il quale il comune ha messo a disposizione un finanziamento e supporto di personale.

Gli obiettivi posti per lo studio erano:

- valutare lo stato di salute degli abitanti ed identificare eventuali incrementi della mortalità generale e per causa specifica, correlabili all'esposizione a materiale radioattivo presente nel sito e contaminante ambiente circostante;
- verificare se esista gradiente nell'andamento del rischio in relazione alla distanza dalla sorgente di esposizione.

L'indagine è stata avviata a luglio 2010 e si è conclusa a gennaio 2012 (18 mesi). E' stato utilizzato un approccio epidemiologico con un disegno di studio di tipo coorte storica, che riguardava tutti i soggetti che avevano avuto un periodo di residenza a Saluggia di almeno 3 mesi dal 1° gennaio 1981 al 31 dicembre 2008.

## MATERIALI E METODI

### LA RICOSTRUZIONE DELLA COORTE

La prima attività realizzata ha riguardato la ricostruzione della coorte storica partendo dalle informazioni disponibili presso l'anagrafe comunale. Gli archivi anagrafici del Comune di Saluggia sono stati informatizzati dalla metà degli anni '80, per i periodi antecedenti sono disponibili solo informazioni su base cartacea. Il progetto prevede la ricostruzione della coorte dal 1981, quindi dopo alcune verifiche sullo stato di completezza dei dati presenti in formato elettronico negli archivi comunali, è stato necessario consultare per intero l'archivio cartaceo affiancandolo a quello elettronico. Questa attività ha visto la consultazione di circa 10.000-11.000 schede anagrafiche e ha richiesto un'attività continuativa di una persona a tempo pieno per 5 mesi presso l'ufficio Anagrafe di Saluggia.

Successivamente si è passati alla predisposizione dei databases per la raccolta delle informazioni della coorte e successivamente all'impegnativa attività di verifica di qualità rispetto alla completezza e accuratezza dei dati.

Contestualmente sono stati avviati alcuni approfondimenti specifici relativi alla ricostruzione completa delle storie residenziali di tutti i soggetti inclusi, ovvero dell'indirizzo di ogni singola abitazione occupata per i periodi trascorsi a Saluggia. E' stato necessario inoltre acquisire lo stato in vita di tutte le persone, compresi gli emigrati che si sono trasferiti in altri comuni. Per ogni soggetto la verifica dello stato in vita è stata realizzata innanzitutto utilizzando gli archivi del Comune di Saluggia e quindi per tutti coloro che sono risultati emigrati in altro comune, è stata ricostruita la storia residenziale e di vita tramite follow up postale, ovvero scrivendo ai nuovi comuni di residenza per acquisire le informazioni necessarie (tab. 1).

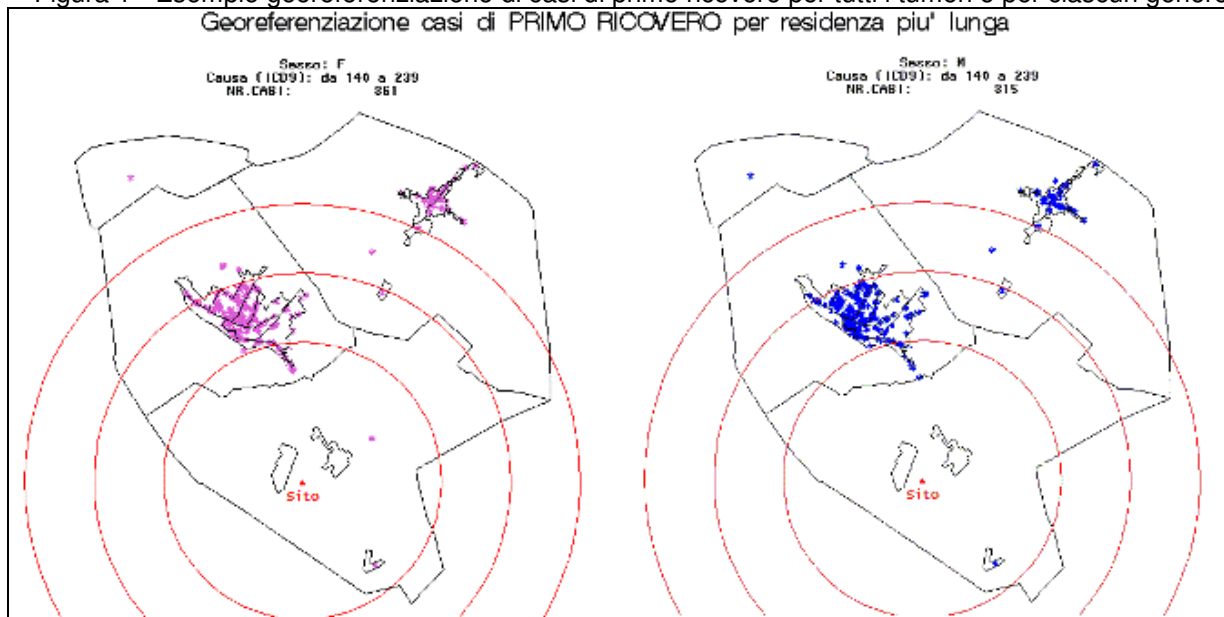
Tabella 1 - Statistiche follow up

Statistiche emigrati da Saluggia		
2183	Emigrati iniziali da Saluggia nel periodo 1981-2008, di cui:	
1840	ancora in vita	84.29%
171	deceduti	7.83%
117	irreperibili	5.36%
55	emigrati all'estero	2.52%

## DEFINIZIONE DELL'ESPOSIZIONE

Gli obiettivi dello studio erano di verificare l'esistenza di eventuali incrementi di rischio nell'insorgenza di alcune patologie considerate in relazione con l'esposizione in oggetto e valutare l'eventuale andamento di rischio in relazione alla distanza dalla sorgente di esposizione. Per la definizione dell'esposizione, non avendo a disposizione misure dirette sugli individui, si è utilizzato un "proxy" rappresentato dalla distanza delle abitazioni dalla sorgente, ovvero dal sito Eurex. Di conseguenza un'attività svolta molto importante e complessa ha riguardato la georeferenziazione di tutti gli indirizzi di residenza di ogni soggetto raccolti con la ricostruzione dell'anamnesi residenziale di tutta la coorte e il collegamento ad essi di tutti gli eventi di mortalità e di ricovero (fig. 1).

Figura 1 - Esempio georeferenziazione di casi di primo ricovero per tutti i tumori e per ciascun genere

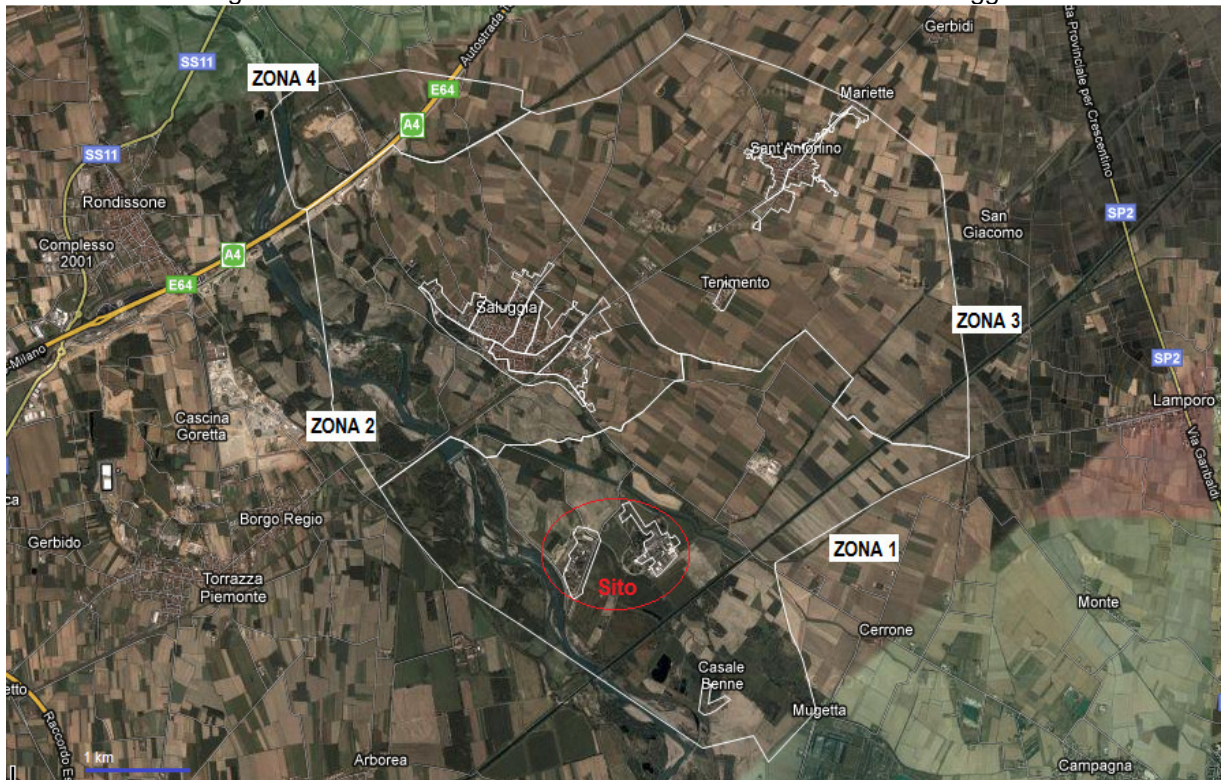


Il territorio del comune, sulla base delle risultanze dei campionamenti ambientali effettuati dalla Struttura delle Radiazioni ionizzanti di Ivrea, è stata suddivisa in 4 aree a distanza decrescente dal sito e con una perimetrazione che seguisse alcune definizioni di confini naturali, e agglomerati di frazioni e distribuzioni delle abitazioni. A ogni area così definita è stato attribuito un valore formale di rischio decrescente da 1 a 4 (fig. 2).

Il territorio è poi stato anche suddiviso in aree concentriche con centro situato nel mezzo del sito e con raggio crescente, e sulla base di questa differente divisione territoriale sono poi stati calcolati i diversi indici di rischio.

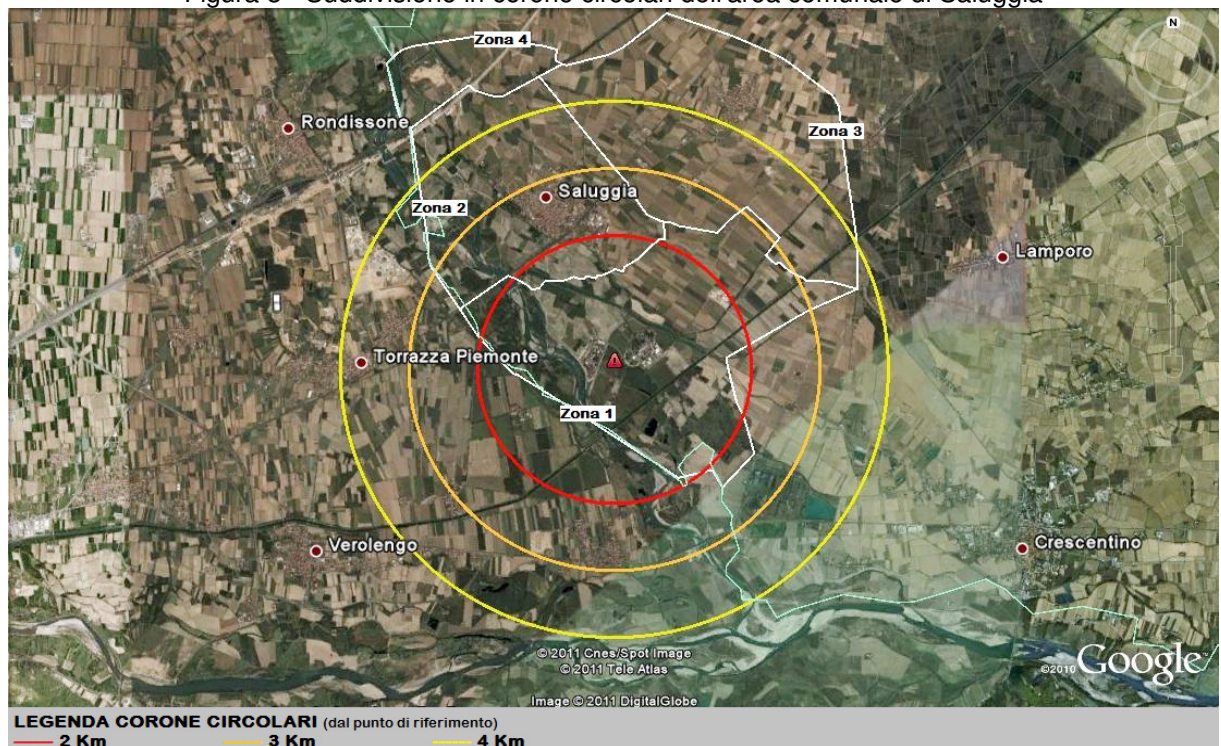


Figura 2 - Suddivisione in macro-aree dell'area comunale di Saluggia



Nella coorte costruita non sono stati registrati residenti nell'arco del primo kilometro dal sito, quindi la prima corona è stata tracciata a 2 km ed include quasi completamente la zona 1 e parte della zona 2, in riferimento alla mappa precedente. Successivamente le altre corone circolari sono state distanziate ad un kilometro una dall'altra, evidenziando di conseguenza 4 aree circolari: 0-2 km, 2-3 km, 3-4 km e 4 km e oltre (fig. 3).

Figura 3 - Suddivisione in corone circolari dell'area comunale di Saluggia



## ANALISI DEI DATI

Oltre alla ricerca delle informazioni sullo stato in vita degli emigrati da Saluggia è stato necessario, per la ricostruzione della mortalità e della morbosità (ovvero i ricoveri), reperire le informazioni specifiche rispetto alle cause di decesso o di ricovero. Quindi per tutti i soggetti che sono risultati deceduti, l'ASL TO4, in quanto unica titolare autorizzata al trattamento dei dati sensibili, ha recuperato tutte le cause di morte che sono state successivamente codificate secondo l'ICD9. Allo stesso modo sono state acquisite le dimissioni ospedaliere regionali (SDO) dal 1996 al 2009 per tutta la coorte. Sia per le cause di morte che per i ricoveri ospedalieri, sono state indagate con particolare attenzione alcune cause (tumori emolinfopoietici e tumori della tiroide) per le quali la letteratura scientifica identifica tra i vari fattori di rischio l'esposizione a radiazioni (tab 2 e 3).

Tabella 2 - Cause (non tumorali) di decesso / primo ricovero

Codice ICD-9	Cause non tumorali
(000-999)	Tutte le diagnosi (tranne I.V.G. parto e cataratta)
(3900-4599)	Malattie del Sistema Circolatorio
(4600-5199)	Malattie App. Respiratorio
(4930-4939)	Asma
(5710-5719)	Cirrosi Epatica
(2500-2509)	Diabete
(5800-6299)	Malattie dell'Apparato Genito-urinario
(3200-3899)	Malattie del Sistema Nervoso e Organi di senso
(3310-3310)	Malattia di Alzheimer
(3320-3321)	Morbo di Parkinson
(3352-3352)	Malattia dei neuroni motori
(7800-7999)	Cause mal definite
(8000-9999)	Traumi e Avvelenamenti

Tabella 3 - Cause (tumorali) di decesso / primo ricovero

Codice ICD-9	Cause tumorali
(1400-2399)	Tutti i Tumori
(1510-1519)	Stomaco
(1530-1548)	Colon - retto
(1550-1551 1560-1569)	Fegato e dotti biliari
(1570-1579)	Pancreas
(1580-1589)	Peritoneo
(1600-1600)	Nasale
(1610-1619)	Laringe
(1620-1629)	Trachea Bronchi e Polmoni
(1630-1639)	Pleura
(1720-1729)	Melanoma
(1740-1759)	Mammella
(1790-1809 1820-1829)	Utero
(1860-1869)	Testicolo
(1880-1889)	Vescica
(1850-1850)	Prostata
(1910-1919)	Encefalo
(1930)	Tiroide
(2000-2008) (2020-2029)	Linfomi non Hodgkin
(2010-2019)	Morbo di Hodgkin
(2030-2030)	Mieloma Multiplo
(2040-2089)	Leucemie



Per l'analisi sulla mortalità gli anni-persona maturati sono stati circa 123740 di cui circa 63232 anni-persona per le donne e circa 60507 anni-persona per gli uomini. Per entrambi i generi le fasce d'età che hanno contribuito maggiormente sono state 30 - 34 e 35 - 39 anni.

Come indicatori per esprimere una misura di rischio, sono stati utilizzati i Rapporti Standardizzati di Mortalità (SMR come acronimo di Standardized Mortality Ratio) per l'analisi della mortalità, e i Rapporti Standardizzati di Morbosità (SmR come acronimo Standardized Morbidity Ratio) per l'analisi di primo ricovero. Questi indicatori si ottengono dal rapporto tra il numero di casi osservati (decessi o ricoveri) nella coorte e il numero di casi attesi, calcolati utilizzando i tassi di riferimento di un'altra popolazione, specifici per patologia, sesso, fascia d'età e periodo di calendario e applicandoli alla popolazione in studio. Se la distribuzione di rischio è uguale tra popolazione in studio e popolazione di riferimento, il rapporto deve risultare uguale a 1. Se invece la popolazione in studio ha maggior rischio per eventuali esposizioni, il rapporto risulterà superiore a 1. Nel nostro studio sono impiegati i tassi di 3 diverse popolazioni di riferimento e di diversa scala: popolazione della Regione Piemonte, popolazione della Provincia di Vercelli e popolazione dei Comuni limitrofi a Saluggia entro 15 km.

Inoltre questi tassi sono stati anche corretti per indice di deprivazione. Si tratta di un indicatore su base geografica che ha lo scopo di rilevare disuguaglianze socio-economiche nelle sue diverse dimensioni, su base aggregata. Nel caso specifico l'indice di deprivazione (Cadum, 1999) è stato costruito attraverso una selezione delle variabili disponibili a livello comunale rilevate con l'ultimo censimento disponibile (2001). Si tratta di un indice di sintesi, come indicato dalla letteratura, che contiene variabili quali il tasso di disoccupazione, il titolo di studio, etc. L'uso dell'indice di deprivazione rappresenta uno strumento importante per lo studio delle disuguaglianze di salute, ovvero per valutare l'andamento della mortalità e della morbosità in rapporto alle condizioni socio-economiche.

Per evidenziare eventuali andamenti di rischio in relazione alla distanza dalla sorgente di esposizione, è stato calcolato il test di Stone: questo è un test non parametrico per verificare la significatività del gradiente rischio in funzione della distanza da una sorgente di inquinamento (Stone, 1988). Insieme al calcolo del test di Stone, sono stati riprodotti i grafici degli SMR per ogni corona circolare / macroarea con i relativi intervalli di confidenza, affiancati dagli stessi ma in scala più piccola con l'indicazione del valore (fig. 3).

Infine per tutti gli indici definiti, sono stati calcolati gli intervalli di confidenza al 95% secondo il metodo di Rothman/Greenland (Rothman - Greenland, 1998).

## **RISULTATI**

Le analisi statistiche effettuate non hanno evidenziato significativi eccessi per la mortalità e la morbosità generale e per le cause considerate nel loro insieme.

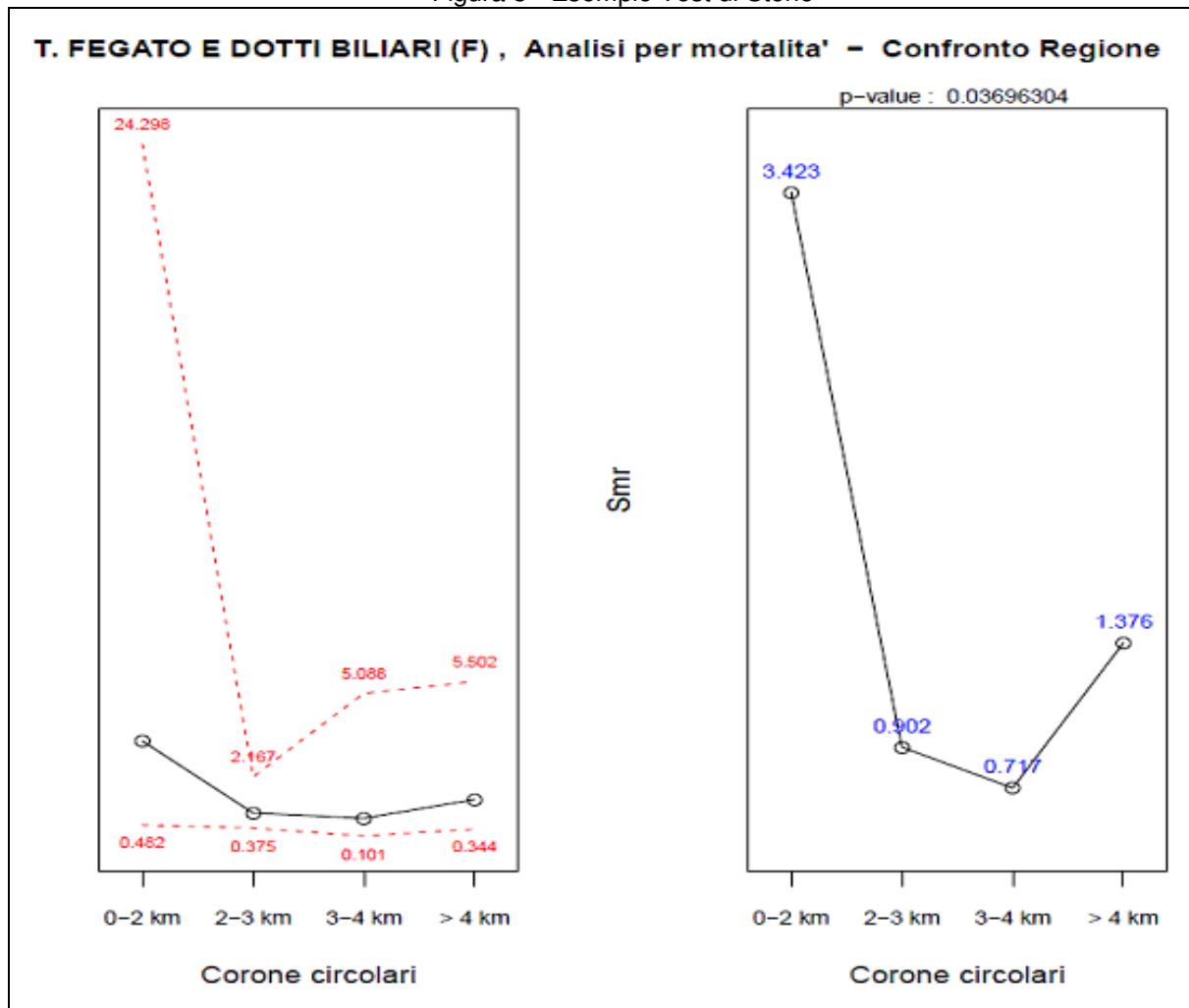
Tra le singole cause è emerso un incremento statisticamente significativo della mortalità per tumore del pancreas negli uomini. Si segnalano inoltre un eccesso di decessi per melanoma (uomini) e per malattie dell'apparato genito-urinario e malattie del sistema circolatorio (donne), ma nessuno ha raggiunto la significatività statistica. Per i tumori della tiroide non si riscontrano incrementi mentre per i tumori emolinfopoietici si segnala un lieve eccesso di mortalità per le donne (Leucemie) e per gli uomini (Linfomi non Hodgkin) ma nessuno di questi statisticamente significativo.

I ricoveri risultano in linea con l'atteso e non emergono incrementi per le patologie di maggiore interesse. Confrontando i dati con quelli della Regione, Provincia di Vercelli e comuni limitrofi a Saluggia, si evidenzia un incremento di rischio sia per mortalità sia per i ricoveri per i tumori del fegato nelle donne, ma rispetto al determinante in studio dalla letteratura non si evidenziano nessi causali per questa patologia.

Approfondendo i risultati per i soggetti in età pediatrica (0 - 14 anni), non si sono riscontrati significativi eccessi per la mortalità e per la morbosità generale. Inoltre in queste elaborazioni, si sono studiate anche altre cause, tipiche di queste età, non considerate nelle analisi su tutte le età, come le malformazioni congenite (ICD-9: 7400-7599) e alcune condizioni morbose di origine perinatale (ICD-9: 7600-7799).

Le analisi per latenza e durata di esposizione non hanno mostrato eccessi né per mortalità né per i ricoveri per nessuna causa. Le analisi per zone e corone circolari per verificare l'eventuale andamento di rischio in relazione alla distanza non hanno evidenziato particolari incrementi o trend in relazione alla distanza.

Figura 3 - Esempio Test di Stone



#### APPROFONDIMENTI E COMMENTI FINALI

L'obiettivo dello studio era di verificare eventuali incrementi di mortalità e ricoveri in particolare per i tumori emolinfopoietici e della tiroide. La popolazione in esame è molto piccola e ciò rappresenta un limite dal punto di vista epidemiologico per poter evidenziare eventuali incrementi di rischio statisticamente significativi. Le analisi effettuate non hanno mostrato incrementi significativi anche se si è rilevato un aumento di mortalità per Leucemie e Linfomi non Hodgkin, basato su pochissimi casi, che rendono le stime instabili e complessa la valutazione dei risultati. Ulteriore criticità è la mancanza delle informazioni sulle esposizioni di tipo occupazionale, che potrebbero aver determinato alcuni degli incrementi osservati. Infine si evidenzia una limitazione dovuta al fatto che sarebbe stato necessario estendere l'indagine anche altri comuni limitrofi, in quanto per la posizione geografica del sito rispetto ai confini comunali, è evidente che alcuni nuclei abitativi di altri comuni si trovano a distanza ravvicinata al sito stesso e quindi potenzialmente esposte (es. Torrazza Piemonte e Verolengo), come mostrato chiaramente dall'osservazione delle mappe precedenti.

## BIBLIOGRAFIA

Ancona C, Mataloni F, Badaloni C, Bucci S, Forastiere F, Davoli M, Busco S, Pannozzo F, Cupellaro E, Sozzi R, Zaottini E, *Valutazione epidemiologica dello stato di salute della popolazione residente nelle vicinanze delle centrali nucleari di Borgo Sabotino e del Garigliano*. 2011 Dipartimento di Epidemiologia del SSR del Lazio.

Cadum E, Costa G, Biggeri A, Martuzzi M, *Deprivazione e mortalità: un indice di deprivazione per l'analisi delle disuguaglianze su base geografica*. 1999 Epidemiologia e Prevenzione.

Chu D, Kohlmann W, Adler D, *Identification and Screening of Individuals at Increased Risk for Pancreatic Cancer with Emphasis on Known Environmental and Genetic Factors and Hereditary Syndromes*. 2010 Journal of the Pancreas.

Fazzo L, Grignoli M, Iavarone I, Polichetti A, De Santis M, Fano V, Forastiere F, Palange S, Pasetto R, Vanacore N, Comba P, *Studio preliminare di mortalità per causa di una popolazione con esposizione residenziale a campi magnetici a 50 Hz, in un quartiere del comune di Roma*. 2005 Epidemiologia e Prevenzione.

Fazzo L, Puglisi F, Pellegrino A, Fiumanò G, Mudu P, Bruno C, Andaloro P, Cernigliaro A, Comba P, *Studio di mortalità e morbosità di una coorte di residenti in prossimità dell'area industriale di Milazzo, nel Comune di Pace del Mela (Messina)*. 2010 Epidemiologia e Prevenzione.

Gomez-Rubio V, Ferrandiz-Ferragud J, Lopez-Quilez A, *Detecting clusters of disease with R*. 2005 Springer-Verlag.

Han Y, Youk A, Sasser H, Talbott E, *Cancer incidence among residents of the Three Mile Island accident area: 1982-1995*. 2011 Environmental Research.

Michelozzi P, Kirchmayer U, Capon A, Forastiere F, Biggeri A, Barca A, Ancona C, Fusco D, Papini P, Pierangelini A, Rondelli R, Perucci C, *Mortalità per leucemia e incidenza di leucemia infantile in prossimità della stazione di radio Vaticana di Roma*. 2001 Epidemiologia e Prevenzione.

Morton-Jones T, Diggle P, Elliott P, *Investigation of excess environmental risk around putative sources: Stone's test with covariate adjustment*. 1999 Statistics in Medicine.

Rothman K, Boice J, *Epidemiologic analysis with a programmable calculator*. 1979 NIH publication.

Rothman K, Greenland S, *Modern Epidemiology 2nd Ed*. 1998 Lippincott Williams & Wilkins.

Stone R, *Investigations of excess environmental risks around putative sources: statistical problems and a proposed test*. 1988 Statistics in Medicine.

Tango T, *Score tests for detecting excess risks around putative sources*. 2002 Statistics in Medicine.

Taylor A, Croft A, Palace A, Winter D, Reulen R, Stiller C, Stevens M, Hawkins M, *Risk of thyroid cancer in survivors of childhood cancer: results from the British Childhood Cancer Survivor Study*. 2009 International Journal of Cancer