

# IL PROFILO DI SALUTE DEI RESIDENTI NEI SITI CONTAMINATI DI INTERESSE PER LE BONIFICHE: IL SESTO RAPPORTO DEL PROGETTO SENTIERI



S.E.N.T.I.E.R.I.

STUDIO EPIDEMIOLOGICO NAZIONALE TERRITORI E INSEDIAMENTI ESPOSTI A RISCHIO DI INQUINAMENTO

Amerigo Zona<sup>1</sup>, Lucia Fazzo<sup>1</sup>, Roberto Pasetto<sup>1</sup>, Daniela Marsili<sup>1</sup>,  
Marco De Santis<sup>1</sup>, Marta Benedetti<sup>2</sup>, Caterina Bruno<sup>2</sup> e Ivano Iavarone<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Ambiente e Salute, ISS

<sup>2</sup>già Dipartimento di Ambiente e Salute, ISS

**RIASSUNTO** - Il Progetto SENTIERI studia lo stato di salute di coloro che risiedono nei principali siti contaminati italiani e di interesse per le bonifiche. Si tratta di aree di diversa estensione, individuate dal legislatore ai fini della bonifica di suolo, acque e sedimenti contaminati dalla pregressa presenza di svariate tipologie di impianti produttivi (ad esempio, impianti chimici, siderurgici, petrolchimici). Il sesto Rapporto fornisce un aggiornamento dello stato di salute delle comunità residenti in questi siti, documentando i rischi per la popolazione generale e le sottopopolazioni comprese nelle fasce d'età pediatrica, adolescenziale e giovanile, interpretandoli alla luce delle conoscenze scientifiche a oggi disponibili. Fornisce raccomandazioni scientifiche e di sanità pubblica, esplora nuovi approcci metodologici e tematici per la ricerca e la sorveglianza nei siti contaminati, nonché tematiche di interesse emergente, ad esempio la giustizia ambientale.

**Parole chiave:** siti contaminati di interesse per le bonifiche; esposizione ambientale; effetti sulla salute

**SUMMARY** (*Health profile of residents in Italian contaminated sites of interest for remediation: SENTIERI Project's sixth Report*) - The SENTIERI Project studies the health status of people living in 46 of the 59 Italian contaminated sites of interest for reclamation procedure. They consist of areas of varying size, identified by the legislator for reclamation due to soil, water and sediments contamination, caused by various types of production plants (e.g. chemical, steel and petrochemical plants) formerly present in the sites. The Sixth SENTIERI Report updates the health status of the general population and for paediatric, adolescent and juvenile age groups, based on the knowledge available to date. It provides scientific and public health recommendations, explores new methodological approaches to the study of contaminated sites, as well as emerging issues of interest like environmental justice.

**Key words:** national priority contaminated sites; environmental exposure; health effects

amerigo.zona@iss.it

Il 23 febbraio 2023 è stato presentato nell'Aula Pochiari dell'Istituto Superiore di Sanità (ISS) il sesto Rapporto SENTIERI (Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio di Inquinamento) ([https://bit.ly/sentieri6\\_streaming](https://bit.ly/sentieri6_streaming)), pubblicato dalla rivista scientifica *Epidemiologia & Prevenzione* (<https://bit.ly/sentieri6>) (1). Una seconda presentazione si è tenuta il 22 giugno 2023 nella Sala Caduti di Nassirya a Palazzo Madama.

Il Progetto SENTIERI è nato nel 2006, promosso e finanziato dal Ministero della Salute, e coordinato dal Dipartimento Ambiente e Salute dell'ISS, per studiare lo stato di salute di coloro che risiedono nei principali siti contaminati italiani di interesse per le bonifiche.

I siti contaminati sono costituiti da aree territoriali di diversa estensione, in cui è generalmente compreso il territorio amministrativo di uno o più Comuni. Le aree dei siti sono individuate su base legislativa ai fini della bonifica a causa della contaminazione di una o più matrici ambientali (suolo, acque superficiali, acque profonde, acque marine, sedimenti), che comportano un elevato rischio sanitario ed ecologico in ragione della densità della popolazione o dell'estensione del sito stesso, nonché un rilevante impatto socio-economico e un rischio per i beni di interesse storico-culturale (<https://bonifichesiticontaminati.mite.gov.it/sin/inquadramento/>).

La contaminazione ambientale viene determinata dalla presenza di impianti chimici, siderurgici, petrolchimici, raffinerie, centrali elettriche, inceneritori ►

di vecchia generazione, discariche illegali o non controllate di rifiuti pericolosi, cave di amianto, industrie di produzione di manufatti contenenti amianto, aree portuali (fonti di esposizione ambientale).

Il Rapporto riporta, per ognuno dei siti studiati, una scheda che descrive le informazioni generali sul territorio, la numerosità della popolazione residente, le fonti di esposizione ambientale e, per la prima volta, una descrizione delle condizioni della popolazione residente in termini di deprivazione socio-economica e per mortalità prematura, i risultati relativi alle patologie studiate, eventuali raccomandazioni scientifiche e di sanità pubblica.

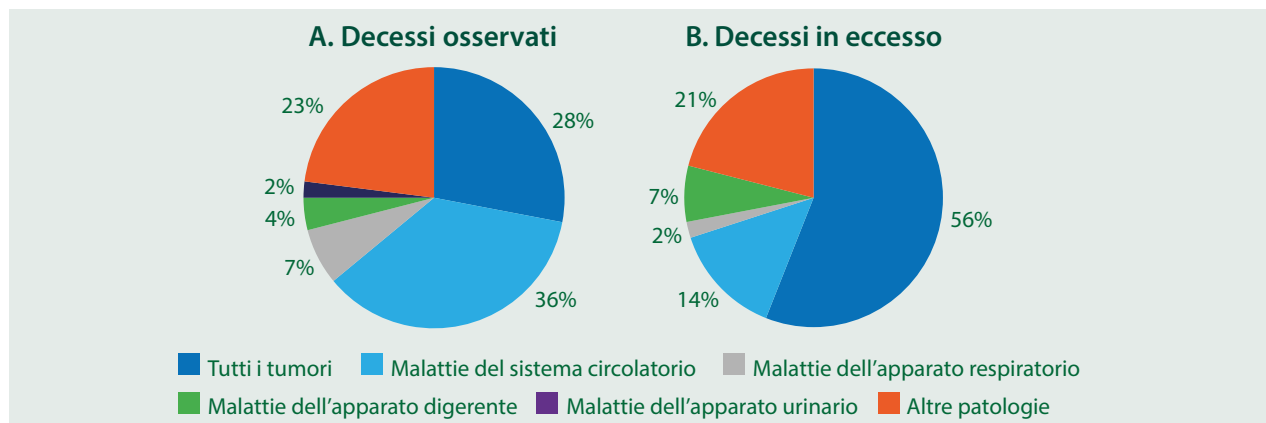
### Rapporto SENTIERI: prima parte

Nel sesto Rapporto SENTIERI sono stati considerati 46 siti (39 di interesse nazionale e 7 di interesse regionale ai fini delle bonifiche) per i quali sono stati studiati sia la mortalità (periodo 2013-2017) che i ricoveri ospedalieri (periodo 2014-2018) nella popolazione generale e per le fasce d'età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Per ogni sito, sono stati stimati i rischi di mortalità e ospedalizzazione per specifiche cause per classi di età della popolazione residente, rispetto alla popolazione della Regione di appartenenza (sottratti i residenti nei siti), calcolando i rapporti standardizzati di mortalità e di ospedalizzazione. A questi dati, si accompagnano i risultati delle analisi per quelle malattie che il gruppo di lavoro definisce "patologie di interesse *a priori*, individuate come segue. Per le tipologie di fonti di esposizione ambientale prima citate è stata inizialmente revisionata la

letteratura scientifica, al fine di valutare l'evidenza epidemiologica di un nesso causale tra residenza nei pressi delle fonti di esposizione ed effetti sulla salute umana. Dunque, oltre a definire un profilo generale di salute per tutti i siti studiati, SENTIERI, utilizzando le evidenze riscontrate in letteratura, valuta per ogni sito le patologie in particolare per le quali le fonti di esposizione ambientale presenti svolgono un ruolo eziologico certo o sospetto. A differenza di altri studi epidemiologici, dunque, SENTIERI adotta un approccio *a priori*, selezionando, prima di disporre dei dati, le patologie di interesse. In 21 dei 46 siti studiati sono state inoltre indagate le anomalie congenite diagnosticate nel primo anno di vita. I Comuni inclusi nei 46 siti sono 316, di cui 15 nel Nord-Est (20,3% della popolazione studiata), 104 nel Nord-Ovest (12% della popolazione studiata), 32 nel Centro (12,6% della popolazione studiata), 165 nel Sud e Isole (55,5% della popolazione studiata). Il totale della popolazione studiata è di circa 6 milioni di persone, pari a oltre il 10% della popolazione italiana.

Tra il 2013 e il 2017 nell'insieme dei 46 siti sono stati inoltre stimati 8.300 decessi in eccesso (4.300 maschi e 4.000 femmine) pari a un eccesso medio annuale di circa 1.668 decessi rispetto alla popolazione di riferimento.

La Figura mostra la distribuzione, non il rischio, dei casi di mortalità per i grandi gruppi di cause: la sezione A si riferisce al totale dei decessi osservati, la sezione B ai soli decessi in eccesso. Nel primo caso la mortalità per tutti i tumori è pari al 28%, mentre rappresenta oltre la metà (56%) per il numero dei decessi in eccesso.



**Figura** - Distribuzione dei decessi osservati (A) e dei decessi in eccesso (B) per i grandi gruppi di cause dei residenti nei 46 siti. Periodo 2013-2017 (2)



Le elaborazioni relative alla totalità dei decessi osservati per tutte le cause stimano un rischio aggiuntivo di morte del 2% rispetto alla popolazione di riferimento, costituita dal totale dei residenti nelle Regioni nelle quali si trovano i 46 siti, sottraendo, come già precisato, i residenti nei siti oggetto del Rapporto. Si è anche tenuto conto, attraverso la standardizzazione, del genere e dell'età (considerando diverse classi di età). Si tratta dunque di un confronto tra soggetti potenzialmente esposti, e soggetti residenti in aree non contaminate. Nell'insieme dei 46 siti non si osservano eccessi di mortalità per quanto riguarda l'insieme delle sottopopolazioni tra 0 e 29 anni.

Relativamente alla mortalità per alcune patologie di interesse *a priori* (nell'insieme delle 46 aree contaminate), essa è risultata in eccesso nei gruppi di siti associati a specifiche sorgenti di esposizione: i mesoteliomi totali nel gruppo di siti con presenza di amianto sono aumentati di circa tre volte in entrambi i generi, e di più di due volte i mesoteliomi pleurici nell'insieme dei siti con amianto e con aree portuali; il tumore polmonare è in eccesso del 6% tra i maschi e del 7% tra le femmine nel gruppo di siti con petrolchimici e raffinerie, impianti siderurgici, centrali elettriche, inceneritori, miniere e sorgenti di amianto; il tumore del colon-retto è in eccesso in entrambi i generi nei siti con impianti chimici (+4% tra i maschi e +3% tra le femmine) così come il tumore della vescica tra i maschi nei siti con discariche (+6%). Questi risultati sono coerenti con quanto emerge dalla valutazione della letteratura scientifica e, pur nella consapevolezza che in molti casi le patologie riconoscono un'eziologia multifattoriale, e tenendo presente che l'esposizione ambientale può contribuire in misura non quantificabile agli eccessi osservati in SENTIERI, costituiscono segnali di un effetto sulla salute derivante dalla residenza in aree contaminate.

Nell'insieme dei 46 siti l'ospedalizzazione per tutte le cause naturali è in eccesso del 3% in entrambi i generi della popolazione generale, del 43% nella sottopopolazione di 0-19 anni e del 15% nella sottoclasse giovanile (20-29 anni). Si segnala l'eccesso di ospedalizzazione per condizioni morbose di origine perinatale nel primo anno di vita (+19% tra i maschi e +18% tra le femmine), stimato per l'insieme dei siti (2).

Nei 21 siti indagati per la prevalenza di anomalie congenite (AC), sono stati analizzati 10.126 casi di AC su 304.620 nati residenti; le AC dei genitali sono il sottogruppo per il quale è stato osservato il maggior numero di eccessi (in 7 siti su 21).

### Rapporto SENTIERI: seconda parte

Nella seconda parte del sesto Rapporto sono stati riportati diversi approfondimenti. Viene fornito l'aggiornamento della letteratura scientifica (finestra temporale 2009-2020) relativa al rapporto causale tra esposizioni ambientali e specifiche patologie, effettuato attraverso l'utilizzo di una metodologia sistematica e standardizzata. La documentazione è stata raccolta attraverso strategie di ricerca specifiche per ognuna delle banche dati consultate (MEDLINE, MBASE, Web of Science) e attraverso la consultazione di siti di organizzazioni scientifiche internazionali. Gli studi raccolti (revisioni sistematiche, studi di coorte, caso-controllo, ecologici, trasversali) sono stati selezionati attraverso una valutazione in doppio cieco, è stata valutata la loro qualità con scale adottate internazionalmente, e si è proceduto successivamente all'estrazione dei dati di interesse (3).

Sono state aggiornate la legislazione relativa ai siti, le caratteristiche della contaminazione e delle fonti di esposizione ambientale in essi presenti (4), e per alcuni siti sono state inoltre studiate le patologie legate a specifici inquinanti (5).

È stato condotto uno studio sull'impatto sull'inquinamento atmosferico sulla salute della popolazione residente nelle aree caratterizzate dalla presenza di impianti industriali con processi di combustione rilevanti con emissioni puntuali (ciminiera) valutando eccessi di mortalità laddove i valori di esposizione media stimata al particolato atmosferico siano più elevati. I decessi attribuibili all'esposizione a PM<sub>2,5</sub> e a PM<sub>10</sub> tendono a seguire un gradiente Nord-Centro-Sud e Isole per tutte le cause studiate (6). ▶



È stata, inoltre, presentata per la prima volta, una riflessione relativa alle modalità di studio dell'andamento della mortalità delle popolazioni residenti nei siti nel lungo periodo, un approccio innovativo rispetto alla modalità utilizzata tradizionalmente in SENTIERI (7). Il Progetto analizza il totale dei casi di interesse osservati in specifiche finestre temporali, che nel caso del sesto Rapporto sono rappresentate dal periodo 2013-2017 per la mortalità, e dal 2014-2018 per l'ospedalizzazione. Per due siti propone un modello di analisi del trend temporale sia per la mortalità generale che per il tumore polmonare, adottando un approccio di coorte e valutando quale sia il modello più adatto allo scopo (7). Si tratta di una modalità di studio molto complessa che, tuttavia, permette una lettura più specifica delle interazioni fra le possibili esposizioni e le ricadute in termini di rischio sanitario per le popolazioni residenti nei siti.

Un intervento è stato focalizzato sul contributo che SENTIERI può fornire per valutare i fenomeni di (in) giustizia ambientale (valutazione delle disuguaglianze relative alla distribuzione delle esposizioni ad agenti ambientali pericolosi e degli effetti sulla salute associati e alla partecipazione e al coinvolgimento nei processi decisionali delle comunità o sottogruppi più svantaggiati residenti) nei principali siti contaminati italiani e, in prospettiva, al ruolo che può avere per la promozione della giustizia ambientale in tali siti. L'analisi di giustizia distributiva a livello Paese ha evidenziato un gradiente peggiorativo Nord-Centro-Sud e Isole delle condizioni delle comunità residenti in prossimità dei siti contaminati, dove molte delle comunità del Sud e delle Isole presentano un sovraccarico dovuto alle pressioni ambientali, alle fragilità socioeconomiche e a un eccesso di mortalità generale (8).

Infine è stata illustrata la mappa concettuale digitale e interattiva del Progetto SENTIERI 2019-2022 (<https://bit.ly/sentieri6mappa>) che rappresenta un nuovo strumento per la comunicazione di SENTIERI

con i diversi portatori di interesse, e che intende migliorare la conoscenza e la consapevolezza della sorveglianza epidemiologica nei siti contaminati e l'uso informato delle informazioni scientifiche sulle relazioni tra ambiente e salute nei processi decisionali (9).

## Conclusioni

La rilevanza del Progetto SENTIERI, unico nel suo genere nel panorama nazionale, sta nel fornire il profilo di salute delle popolazioni che risiedono in territori compromessi presenti in tutto il Paese, attribuendo particolare attenzione alle patologie che riconoscono nella loro eziologia una componente associata alle fonti di contaminazioni ambientali presenti in ciascun sito. Come indicato precedentemente, sono vari i fattori di rischio dovuti a pregresse attività produttive che hanno generato opportunità lavorative. Inevitabile dover tenere presenti aspetti di giustizia sociale, riqualificazione territoriale, informazione scientifica e comunicazione con i diversi portatori di interesse a livello nazionale, regionale e locale. I risultati di SENTIERI, le sue specificità e l'oggetto dello studio, pongono dunque il Progetto a cavallo tra ricerca scientifica e sanità pubblica.

Negli anni SENTIERI si è mosso lungo una linea di costante aggiornamento ed evoluzione, e tra i suoi effetti vi è la creazione di un gruppo di lavoro nazionale multidisciplinare fortemente integrato. Come ricordato nella Prefazione del sesto Rapporto "Non a caso il progetto ha (...) fatto scuola in Europa. Grazie al lavoro dell'ampio gruppo di lavoro di SENTIERI, e alle collaborazioni internazionali attivate, fra gli altri, dal Centro Collaborativo OMS Ambiente e Salute nei siti contaminati ospitato dal Dipartimento Ambiente e Salute dell'Istituto Superiore di Sanità (<https://www.iss.it/who-cc-ita-97>), il tema dei siti contaminati è entrato a far parte delle priorità della Regione Europea dell'OMS, a partire dalla Sesta Conferenza Ministeriale su Ambiente e Salute di Ostrava, nel 2017" (10).

Il tema resta di grande attualità ed è stato trattato nella Conferenza di Budapest a luglio 2023 dove si sono riuniti i rappresentanti dei 53 Paesi della Regione Europea dell'OMS (11).

La robustezza metodologica e la qualità delle informazioni e dei dati prodotti fanno sì che dal 2014 SENTIERI sia una rilevazione statistica del Programma Statistico Nazionale nel settore ambiente e territorio.



Il sesto Rapporto SENTIERI arricchisce la comprensione delle interazioni ambiente e salute, confermando l'attualità di un Progetto, che potrebbe innestarsi negli obiettivi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza nell'ambito del Programma Operativo Salute, Ambiente, Biodiversità e Clima con riferimento alla possibilità di istituire un sistema di sorveglianza integrato ambiente e salute nei siti contaminati. ■

### Dichiarazione sui conflitti di interesse

*Gli autori dichiarano che non esiste alcun potenziale conflitto di interesse o alcuna relazione di natura finanziaria o personale con persone o con organizzazioni, che possano influenzare in modo inappropriato lo svolgimento e i risultati di questo lavoro.*

### Riferimenti bibliografici

1. Zona A, Fazzo L, Benedetti M, *et al.* SENTIERI - Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Sesto Rapporto [SENTIERI - Epidemiological Study of Residents in National Priority Contaminated Sites. Sixth Report]. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2 Suppl. 1):1-286 (doi: 10.19191/EP23.1-2-S1.003).
2. Fazzo L, Minichilli F, Manno V, *et al.* Stime globali della mortalità e ospedalizzazione nei siti contaminati italiani inclusi nel progetto SENTIERI [Global evaluation of the mortality and hospitalization in the Italian contaminated sites included in the SENTIERI project]. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2 Suppl. 1):366-74 (doi: 10.19191/EP23.1-2-S1.009).
3. Vecchi S, Benedetti M, Fazzo L, *et al.* Progetto SENTIERI: revisione della letteratura scientifica sull'associazione tra fonti di esposizione ambientale in siti contaminati ed esiti di salute [SENTIERI Project: a systematic review on the association between sources of environmental exposure in contaminated sites and health outcomes]. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2 Suppl. 1):289-309 (doi: 10.19191/EP23.1-2-S1.004).
4. Scaini F, Benedetti M, Soggiu ME, *et al.* I siti contaminati del Progetto SENTIERI: aggiornamenti legislativi, caratteristiche della contaminazione e fonti di esposizione ambientale [The contaminated sites in the SENTIERI Project: an update of legislative, contamination, and sources of environmental exposure aspects in Italy]. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2 Suppl. 1):310-5 (doi: 10.19191/EP23.1-2-S1.005).
5. Settimo G, Soggiu ME, Benedetti M, *et al.* Dalla selezione degli inquinanti prioritari alla lettura dei dati sanitari nel Progetto SENTIERI [From the selection of priority pollutants to the analysis of health data in the SENTIERI Project]. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2 Suppl. 1):316-37 (doi: 10.19191/EP23.1-2-S1.006).
6. Bauleo L, Fabri A, De Santis M, *et al.* Valutazione dell'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute della popolazione residente nelle aree industriali italiane incluse nel Progetto SENTIERI [SENTIERI Project: air pollution and health impact of population living in industrial areas in Italy]. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2 Suppl. 1):338-53 (doi: 10.19191/EP23.1-2-S1.007).
7. Stoppa G, Minelli G, Manno V, *et al.* Approcci metodologici per valutare l'andamento della mortalità nel lungo periodo nel sistema di sorveglianza SENTIERI: focus sull'analisi di coorte [Methodological approaches to evaluate the over-time mortality in SENTIERI epidemiological surveillance system: a focus on cohort analyses]. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2 Suppl. 1):354-65 (doi: 10.19191/EP23.1-2-S1.008).
8. Pasetto R, Marsili D. Il contributo di SENTIERI alla promozione della giustizia ambientale nei siti contaminati italiani [Environmental justice promotion in the Italian contaminated sites through the national epidemiological surveillance system SENTIERI]. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2 Suppl. 1):375-84 (doi: 10.19191/EP23.1-2-S1.010).
9. Marsili D, Iavarone I, Pasetto R, *et al.* La mappa concettuale: uno strumento digitale interattivo per la comunicazione del sistema di sorveglianza epidemiologica SENTIERI nei siti contaminati [The concept map of SENTIERI Project: a communication interactive digital tool of the national epidemiological surveillance system of Italian contaminated sites]. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2 Suppl. 1):385-91 (doi: 10.19191/EP23.1-2-S1.011).
10. World Health Organization. Regional Office for Europe. Sixth Ministerial Conference on Environment and Health, Ostrava, Czech Republic, 13 -15 June 2017. Declaration of the Sixth Ministerial Conference on Environment and Health: Annex 1. Compendium of possible actions to advance the implementation of the Ostrava Declaration. (<https://www.who.int/europe/publications/i/item/WHO-EURO-2017-3898-43657-61366>).
11. World Health Organization. Regional Office for Europe. Seventh Ministerial Conference on Environment and Health, Budapest, Hungary, 5-7 July 2023. Declaration of the Seventh Ministerial Conference on Environment and Health (<https://www.who.int/europe/publications/i/item/EURO-Budapest2023-6>).

### TAKE HOME MESSAGES

- Il Progetto SENTIERI studia lo stato di salute dei residenti nei principali siti contaminati di interesse per le bonifiche, focalizza nuove tematiche di interesse e approcci metodologici innovativi.
- L'evidenza scientifica dei risultati ha una rilevanza in sanità pubblica in grado di accrescere il patrimonio di conoscenze sui siti studiati. Il Progetto ha sviluppato una rilevante componente comunicativa destinata a tutti i portatori di interesse.
- Il sesto Rapporto ha documentato un maggior rischio per i residenti di manifestare effetti sulla salute derivanti dalla contaminazione delle matrici ambientali dovuta alla pregressa presenza di impianti produttivi di vario genere. I risultati sono stati interpretati alla luce delle evidenze scientifiche aggiornate, tenendo conto della multifattorialità eziologica delle patologie e dei limiti metodologici dello studio.