

Riassunto/Summary

Obiettivo

Le limitate conoscenze scientifiche sui rapporti tra esposizione a fattori ambientali correlati all'attività geotermica e lo stato di salute della popolazione esposta hanno motivato la conduzione di una indagine epidemiologica nell'area geotermica toscana basata sull'analisi dei dati ambientali e sanitari disponibili negli archivi regionali. Lo studio ha lo scopo di descrivere lo stato di salute delle popolazioni residenti nelle aree geotermiche toscane, identificate con i territori comunali per i quali sono state rilasciate concessioni di sfruttamento della risorsa geotermica.

Disegno

Lo studio è di tipo ecologico e quindi non adatto a produrre evidenze che permettano di esprimere un giudizio sul nesso causa-effetto. I maggiori limiti degli studi ecologici derivano dall'assunzione che la residenza anagrafica a livello comunale rappresenti una valida misura di esposizione a fattori sia ambientali sia socioeconomici e dall'utilizzo di dati aggregati degli esiti sanitari che possono portare a risultati affetti da *fallacia ecologica*.

Setting e partecipanti

I comuni inclusi nell'area geotermica dello studio sono 16, di cui 8 compresi nell'area geotermica cosiddetta «tradizionale», che include le località di Larderello, Val di Cornia e Radicondoli-Travale (area geotermica Nord) e gli altri 8 situati nella zona dell'Amiata senese e grossetana (area geotermica Sud). Nel periodo 2000-2006 la popolazione media residente nell'area geotermica complessiva era di oltre 43.000 abitanti. Al momento dello studio erano attive 31 centrali geotermoelettriche con capacità di produzione di 811 MW, di cui 5 con 88 MW totali nell'area geotermica Sud.

Le analisi statistiche sono state effettuate a livello di intera area geotermica, delle due subaree geotermiche (Nord e Sud) e dei 16 comuni.

Principali misure di outcome

La **mortalità** è stata analizzata utilizzando i dati del Registro di mortalità regionale della Toscana per l'intero periodo disponibile (1971-2006), con dettaglio per 60 cause, scelte in quanto di interesse generale per il profilo di salute della popolazione o perché coerenti con i criteri adottati dal Progetto SENTIERI.

L'**ospedalizzazione** è stata valutata analizzando i dati delle schede di dimissione ospedaliera (SDO) della Re-

Objective

The limited scientific knowledge on relationship between exposure and health effects in relation to geothermal activity motivated an epidemiologic investigation in Tuscan geothermal area.

The study aims to describe the health status of populations living in Tuscany municipalities where concessions for exploitation of geothermal resources were granted.

Design

This is an ecological study, so it is not useful to produce evidence to sustain a judgment on the cause-effect link. The major limits of this type of study are the use of the residence at municipal level as a proxy of exposure to both environmental and socioeconomic factors and the use of aggregated data of health outcomes that can lead to the well-known ecological fallacy.

Setting and participants

Sixteen municipalities were included in the study area: eight are part of the so-called "traditional" geothermal area, defined as Northern Geothermal Area (NGA) and eight located in the Amiata Mountain defined as Southern Geothermal Area (SGA).

In 2000-2006, the average resident population in the overall area was approximately 43,000 inhabitants. Thirty-one geothermal power plants were active, with a production capacity of 811 MW, 5 of them with 88 MW located in the SGA.

Statistical analyses on the entire geothermal area, NGA and SGA subareas, and the sixteen municipalities were performed.

Main outcome measures

Mortality data were obtained from Tuscany Regional Mortality Registry for the 1971-2006 period, analysing 60 causes of death, of interest for population health status or consistent with "Project SENTIERI" criteria.

Hospital discharge records of residents in Tuscany Region in 2004-2006, anywhere admitted to hospital, were analyzed considering only the main diagnosis, excluding repeated

gione Toscana nel periodo 2004-2006, includendo i ricoverati residenti in Toscana ovunque abbiano effettuato un ricovero, considerando solo la diagnosi principale di ricovero, escludendo i ricoveri ripetuti degli stessi soggetti per la stessa causa. Le cause di ospedalizzazione selezionate per l'analisi dei ricoveri sono le stesse utilizzate per l'analisi della mortalità.

Per la mortalità sono stati calcolati i tassi di mortalità standardizzati per età (TSDM) e i trend temporali dei TSDM in quattro periodi (1971-1979, 1980-1989, 1990-1999, 2000-2006). Sia per la mortalità del periodo 2000-2006, sia per l'ospedalizzazione del periodo 2004-2006, sono stati calcolati:

- i rapporti di mortalità/ospedalizzazione standardizzati per età (SMR/SHR), con e senza aggiustamento per l'indice di deprivazione (ID), utilizzando per il calcolo dell'ID i dati del censimento 2001, con gli attesi calcolati usando il tasso di mortalità/ospedalizzazione della popolazione residente nei comuni limitrofi (comuni con la coordinata geografica del municipio compresa in un cerchio con raggio di 50 km centrato sull'area in studio);
- le stime bayesiane dei rapporti di mortalità (BMR) e di ospedalizzazione (BHR) a livello esclusivamente comunale;
- le mappe (*disease mapping*) dei rischi bayesiani di mortalità/ospedalizzazione comunali.

Le **malformazioni congenite** (MC) sono state analizzate utilizzando i dati del Registro toscano dei difetti congeniti (RTDC) nel periodo 1992-2006, relativi a esiti di gravidanze di donne residenti nei comuni dell'area in studio, ovunque sia avvenuto il parto o l'interruzione di gravidanza. Per le MC è stato calcolato il rapporto tra casi osservati e casi attesi (O/A), con gli attesi definiti in base al tasso regionale e vengono fornite le stime bayesiane del rapporto O/A (BMR) a livello esclusivamente comunale. Per valutare il basso peso e il rapporto tra maschi e femmine alla nascita sono stati utilizzati i dati dei certificati di assistenza al parto della Regione Toscana, relativi al periodo 2001-2007, con esclusione degli eventi occorsi in presidi di altre regioni. L'analisi è stata condotta considerando i nati con: basso peso alla nascita (LW: peso <2.500 grammi), bassissimo peso alla nascita (VLW: peso <1.500 grammi), basso peso alla nascita nelle donne con età gestazionale normale e maggiore di 36 settimane (LW36), età gestazionale inferiore a 36 settimane, e il numero di maschi osservato. Per tutti gli indicatori è stato calcolato il rapporto osservato/atteso, con l'atteso definito in base al tasso regionale.

Risultati

Il contesto ambientale

Dalla descrizione del contesto ambientale, per quanto riguarda l'**acqua**, emerge come elemento di criticità il riscontro talvolta di elevati livelli di arsenico nelle acque della rete di distribuzione degli acquedotti, tanto che in diverse realtà comunali si è dovuto far ricorso alla concessione di deroghe ai parametri previsti dal decreto legislativo vigente (DLgs 31/01). Comunque, durante la fase conclusiva dello studio, nell'area geotermica Sud i nuovi sistemi abbattitori hanno ridotto i livelli di arsenico nella rete idrica fino a valori tali da non dover più ricorrere alle deroghe, ancora attive, invece, in alcuni comuni dell'area geotermica Nord.

Le informazioni dell'ARPAT sui dati dell'**aria** evidenziano che l'attività geotermica è in grado di modificare la qualità dell'aria, soprattutto per

admissions for the same cause. The causes taken into account are the same analysed for mortality were considered. Age-standardized mortality rates (TSDM) and the temporal trends of TSDM for four periods (1971-1979, 1980-1989, 1990-1999, 2000-2006) were computed.

Age-standardized mortality/hospitalization ratios (SMR/SHR), with and without adjustment for the deprivation index based on 2001 census data, were calculated: mortality in the years 2000-2006 and hospitalization in 2004-2006.

The expected number of events were computed using rates of residents in neighbouring municipalities (municipalities included in 50 km radius circle centred on the study area). Bayesian estimates of mortality/hospitalization ratios (BMR/BHR) at municipal level only and relating maps of the Bayesian risk estimators were elaborated.

Congenital malformations (MC) were analysed using data from Tuscan Registry of Birth Defect in 1992-2006 period, relative to outcomes of pregnancies in women resident in the municipalities of study area, wherever the birth or termination of pregnancy occurred.

The ratio between observed and expected cases (O/A), with expected defined according to regional rate, were calculated and O/A Bayesian estimates (BMR) are showed only at municipal level .

The low weight and the males/females ratio at birth were analysed using data from Tuscany Birth Certificates, covering period 2001-2007, excluding births occurred in facilities outside Tuscany Region. For Low birth weight (<2,500 grams), very low birth weight (<1,500 grams), low birth weight in women with normal gestational age or greater than 36 weeks, gestational age less than 36 weeks, and the frequency of males, the observed/expected ratio was calculated, with the expected number defined according to regional rate.

Results

Environmental background

High levels of arsenic in drinking water distribution emerges as a critical element, so that several municipalities resorted to granting exemptions for the parameters laid down by the Legislative Decree in force (DLgs 31/01). However, during the final phase of the study, new blast systems activated in the SGA decreased the arsenic levels in the water supply, reaching values not requiring derogations, which, instead, are still effective in some NGA municipalities.

Air quality data, from Tuscany Regional Agency for Environmental Protection-ARPAT, show that geothermal activities are able to affect air quality, especially with hydrogen sulphide in NGA, and hydrogen sulphide and mercury in SGA.

A significant contribution to the presence of mercury in air is due to previous metallurgical sites. Although mercury levels are below WHO guideline values, in SGA nearby Siena, values were significantly higher than in other geothermal

l'acido solfidrico nell'area geotermica Nord, e per l'acido solfidrico e il mercurio nell'area geotermica Sud, in particolare nel versante senese dell'Amiata.

Per il mercurio nell'aria, un contributo rilevante è legato anche alle emissioni dagli ex siti metallurgici. Sebbene i livelli di mercurio nelle postazioni di monitoraggio rientrano sempre al di sotto dei valori guida raccomandati dall'OMS, le concentrazioni riscontrate nell'aria dell'Amiata senese, e perlopiù legate alla centrale PC2 di Piancastagnaio (spenta nel luglio 2011), sono significativamente superiori a quelle rilevate nelle altre aree geotermiche che, al contrario, sono assestate sugli stessi livelli registrati nei territori non geotermici.

I livelli di concentrazione di acido solfidrico sono inferiori ai valori di riferimento, con occasionali superamenti del valore guida di tutela sanitaria OMS (150 µg/m³ come media delle 24 ore). Più critici sono i dati di inquinamento olfattivo, che si verifica con il superamento del valore di 7-10 g/m³ di acido solfidrico nell'aria, riscontrato con vario grado di intensità in tutte le postazioni di monitoraggio, anche in aree dove non sono presenti impianti geotermici. In alcune aree con insediamenti produttivi geotermici la frequenza, la persistenza e l'intensità dei cattivi odori sono tali da comportare condizioni di qualità dell'aria scadente.

La salute della popolazione

La parte sanitaria della ricerca ha valutato lo stato di salute della popolazione residente nell'area geotermica toscana analizzando la distribuzione geografica e temporale della mortalità e dell'ospedalizzazione per cause specifiche, insieme ad alcuni indicatori di salute riproduttiva (malformazioni congenite, basso peso alla nascita, rapporto tra i sessi nei nuovi nati).

In entrambe le aree geotermiche i **tassi di mortalità** generale sono in costante diminuzione dal 1971 al 2006, sia per i maschi sia per le femmine, con profilo sovrapponibile all'andamento regionale.

Nel periodo tra il 2000 e il 2006 nell'area geotermica complessiva si registra un significativo eccesso di mortalità per tutte le cause tra i maschi (2.312 decessi, 2.146 attesi), ma non tra le femmine, rispetto alla mortalità osservata nello stesso periodo tra i residenti dei comuni limitrofi. L'eccesso a carico dei maschi è più evidente per le malattie infettive (25 decessi, 10 attesi), in particolare per la tubercolosi (8 decessi, 2 attesi), per quelle respiratorie (218 decessi, 170 attesi), in particolare la pneumoconiosi, rappresentata da decessi per silicosi (51 decessi, 14 attesi) e per le malattie del sistema nervoso (72 decessi, 56 attesi).

Tra le femmine si rileva un eccesso significativo di mortalità per cirrosi epatica (35 decessi, 25 attesi) e un altrettanto significativo scostamento in difetto per malattie cardiovascolari e malattie ischemiche cardiache.

Nell'area geotermica Nord, per i maschi si osservano scostamenti in difetto rispetto all'atteso del 15% per i tumori di tutte le sedi, ed in particolare del 25% per il tumore polmonare. Sempre tra i maschi, i pochi eccessi di mortalità significativi si registrano per le malattie infettive (11 decessi osservati, 4 attesi) e per le malattie respiratorie (90 osservati, 73 attesi), in particolare per pneumoconiosi (20 osservati, 6 attesi). Tra le femmine emergono eccessi significativi per il tumore dell'ovaio (17 osservate, 10 attese) e per i disturbi circolatori dell'encefalo (170 osservati, 140 attesi).

areas, because of power plant PC2 (turned off in July 2011) in Piancastagnaio municipality.

The hydrogen sulphide concentration levels were generally lower than WHO reference values, with occasional excesses over guideline value for health protection (150 µg/m³ as average of the 24 hours).

Olfactory pollution was more critic with values exceeding 7-10 µg/m³ range even in areas without geothermal plants.

Population's health status

This study evaluated health status of resident population in geothermal areas analysing geographic and temporal distribution of mortality, hospitalization and reproductive health outcomes (congenital malformations, low birth weight, sex ratio among newborns).

In both geothermal areas **mortality rates** steadily declined from 1971 to 2006, in males and females, in line with the regional trends. In 2000-2006 period, in the overall geothermal area a significant mortality excess was observed for all causes among males (2,312 deaths, 2,146 expected), but not among females, using as referenc residents in neighbouring municipalities.

The mortality excess among males was more evident for infectious diseases (25 deaths, 10 expected), especially tuberculosis (8 deaths, 2 expected), for respiratory diseases (218 deaths, 170 expected), in particular pneumoconiosis, including deaths from silicosis (51 deaths, 14 expected), and for nervous system diseases (72 deaths, 56 expected). Among females significant mortality excess for liver cirrhosis (35 deaths, 25 expected) emerged, while mortality from cardiovascular diseases and ischemic heart diseases were significantly lower than expected.

In the NGA, mortality among men was lower than expected for all cancers (-15%), in particular for lung cancer (-25%), while values significantly in excesses were observed for infectious diseases (11 observed, 4 expected) and respiratory diseases (90 observed, 73 expected), especially pneumoconiosis (20 observed, 6 expected). Among females, significant mortality excesses for ovarian cancer (17 observed, 10 expected) and for circulatory disorders of brain (170 observed, 140 expected) resulted.

In the SGA, mortality was more critical, accounting for majority of the excesses detected in overall Geothermal Area. In fact, only infectious diseases and pneumoconiosis were detected in excess in both the geothermal areas. In the SGA, excess of general mortality among males (1,431 deaths; 1,245 expected) but not among females emerged. Even for all cancers, an excess among males (505 deaths, 419 expected) was observed, in particular for cancer of stomach (53 deaths, 44 expected, not statistically significant after adjusting for DI), liver (39 deaths, 23 expected) and lung (124 deaths, 102 expected) cancer.

Mortality in SGA was also in excess for respiratory diseases only among men (128 deaths, 97 expected), mostly due to silicosis (31 deaths, 8 expected), although steadily decreasing

L'area geotermica Sud presenta maggiori criticità, che spiegano gran parte degli eccessi rilevati nell'area geotermica complessiva. Solo le malattie infettive e la pneumoconiosi, infatti, sono le cause rilevate in eccesso in entrambe le aree geotermiche.

Nell'area geotermica Sud la mortalità generale è in eccesso nei maschi (1.431 decessi, 1.245 attesi), ma non nelle femmine. Anche per l'insieme dei tumori risulta un eccesso solo tra i maschi (505 decessi, 419 attesi). Tra i tumori, gli eccessi si polarizzano su quelli dello stomaco (53 decessi, 44 attesi, non significativo dopo aggiustamento per ID), del fegato (39 decessi, 23 attesi) e del polmone (124 decessi, 102 attesi). L'eccesso significativo di mortalità per malattie dell'apparato respiratorio riscontrato nell'area geotermica Sud è presente solo nei maschi (128 decessi, 97 attesi), legato perlopiù all'eccesso di mortalità per silicosi (31 decessi, 8 attesi) e in costante decremento dal 1971, coerente con l'andamento temporale decrescente regionale. La tubercolosi risulta in eccesso nell'area geotermica Sud (7 decessi, un atteso). Tra le femmine si rileva un eccesso significativo di mortalità per malattie respiratorie acute (41 osservate, 29 attese). La mortalità per malattie respiratorie acute, dopo una diminuzione dagli anni Settanta agli anni Novanta, mostra una tendenza alla risalita negli anni più recenti nell'area geotermica Sud, con profilo analogo al trend storico della regione Toscana. Tra le singole malattie respiratorie acute la diagnosi più comune è quella di polmonite, soprattutto tra i più anziani (>64 anni), che nel certificato di decesso è spesso di modesta affidabilità. Sempre tra le femmine, nell'area geotermica Sud si rileva anche un eccesso di mortalità per malattie dell'apparato digerente (72 osservate e 55 attese).

I risultati dell'**analisi dei ricoverati** mostrano che nell'area geotermica complessiva non si osservano eccessi per il totale delle cause e per il totale dei tumori in entrambi i generi. Emergono eccessi statisticamente significativi di ricoverati per il tumore dello stomaco, sia tra i maschi (49 osservati, 38 attesi, che conferma il risultato emerso dall'analisi della mortalità), sia tra le femmine (42 osservati, 28 attesi), e di ricoverate per i tumori linfoematopoietici tra le femmine, in particolare per leucemie linfatiche (15 osservati, 5 attesi).

Come evidenziato anche nell'analisi della mortalità, i risultati dei ricoverati, distinti per aree geotermiche e genere, evidenziano una maggiore criticità di ospedalizzazione causa-specifica nell'area geotermica Sud rispetto a quella Nord. In questa, la frequenza di ricoverati per tutte le cause è in eccesso significativo per le femmine (1.357 osservati, 1.284 attesi) e non significativo per i maschi (1.193 osservati, 1.141 attesi), mentre un eccesso ai limiti della significatività statistica per tutti i tumori emerge solo per le femmine (297 osservati, 272 attesi). Inoltre si osservano eccessi di ricoverati statisticamente significativi per le malattie dell'apparato digerente in entrambi i generi (M: 392 osservati, 350 attesi; F: 300 osservati, 268 attesi), per le demenze (16 osservati, 8 attesi) e per i tumori del sistema linfoematopoietico tra le femmine, in particolare per le leucemie linfatiche (9 osservati, 2 attesi).

Nell'area geotermica Sud, diversamente da quanto emerso dai risultati della mortalità, non si osservano eccessi di ricoverati per il totale delle cause e per il totale dei tumori in entrambi i generi. L'analisi delle cause evidenzia eccessi statisticamente significativi di ricoverati per tumore allo stomaco (M: 32 osservati, 21 attesi, non significativo dopo aggiustamento per ID; F: 29 osservati, 18 attesi), malattie dell'apparato respiratorio (M: 408 osservati, 351 attesi; F: 339 osservati, 277 attesi)

since 1971 as observed at regional level. Also tuberculosis resulted in excess in SGA (7 deaths, 1 expected). Among females acute respiratory disease mortality was significantly in excess (41 observed, 29 expected).

Temporal trend showed a decline from the 70s to the 90s, with a rising trend in recent years in line with Tuscany region. It should be considered that pneumonia was the commonest cause of death of acute respiratory diseases, which allow for lower reliability of death certificate, especially among the elderly (> 64 years). Among females resident in SGA a mortality excess from digestive system diseases was observed (72 observed, 55 expected).

*The **hospitalization** in the overall Geothermal Area did not show any excess for all causes and all tumours in both genders. Statistically significant excesses for hospital admission from stomach cancer among males (49 observed, 38 expected) and females (42 observed, 28 expected), and from lymphohematopoietic tumours among females, particularly from lymphatic leukaemia (15 observed, 5 expected), were observed.*

As mortality analysis highlighted, also hospital admissions by geothermal areas and gender showed a worst picture in SGA than in NGA. In the latter, a significant excess of hospital admissions from all causes among females (1,357 observed, 1,284 expected) but not among males (1,193 observed, 1,141 expected) and an excess - close to statistical significance - from all tumours only among females (297 observed; 272 expected) were observed. Furthermore, statistically significant excesses of hospital admissions from digestive system diseases in both genders (M: 392 observed, 350 expected; F: 300 observed, 268 expected), from dementias (16 observed, 8 expected) and from lymphohematopoietic cancers among females, particularly from lymphatic leukaemia (9 observed, 2 expected), were observed.

In the SGA, statistically significant excesses of hospital admissions for stomach cancer (M: 32 observed, 21 expected, not significant after adjusting by DI; F: 29 observed, 18 expected), for respiratory diseases (M: 408 observed, 351 expected; F: 339 observed, 277 expected) and for renal failure (M: 61 observed, 41 expected; F: 52 observed, 34 expected) were observed in both genders.

Among males, statistically significant excesses of hospital admissions for liver cancer (23 observed, 14 expected), Parkinson's disease (10 observed, 4 expected) and genitourinary diseases (312 observed, 282 expected) emerged; among females statistically significant excesses of hospital admissions for oesophagus cancer (4 observed, 1 expected), for circulatory disorders of the brain (235 observed, 209 expected), for chronic-obstructive pulmonary disease (70 observed, 42 expected), and an excess close to the statistical significance for cancer of the central nervous system (22 observed, 14 expected) was observed.

***Congenital malformations** results, which take into account births and pregnancy interruption after prenatal anom-*

e insufficienza renale (M: 61 osservati, 41 attesi; F: 52 osservati, 34 attesi) per entrambi i generi. Per gli uomini si evidenziano eccessi di ricoverati statisticamente significativi per il tumore del fegato (23 osservati, 14 attesi), per il morbo di Parkinson (10 osservati, 4 attesi) e per le malattie genito-urinarie (312 osservati, 282 attesi). Per le donne emergono eccessi statisticamente significativi di ricoverate per tumore dell'esofago (4 osservati, un atteso), per disturbi circolatori dell'encefalo (235 osservati, 209 attesi), per malattie polmonari cronico-ostruttive (70 osservati, 42 attesi) e ai limiti della significatività per tumore del sistema nervoso centrale (22 osservati, 14 attesi).

Per quanto riguarda le **malformazioni congenite**, dal complesso delle analisi effettuate considerando i nati e le interruzioni di gravidanza in seguito a diagnosi prenatale di anomalia, emerge un unico eccesso statisticamente significativo a carico delle MC urogenitali nell'area geotermica Sud. Le analisi sul basso peso alla nascita, sulle nascite pretermine e sul rapporto osservato/atteso nei maschi, non evidenziano scostamenti rispetto ai riferimenti regionali.

Conclusioni

Il presente studio epidemiologico descrittivo, basato su dati ambientali e sanitari esistenti riferiti ai comuni di residenza dell'area geotermica toscana, ha mostrato un quadro epidemiologico complessivo non difforme da quello dei comuni limitrofi non geotermici, con l'eccezione della mortalità per tutte le cause tra i maschi risultata in eccesso. Sono tuttavia da segnalare alcuni eccessi di mortalità e ricovero emersi per un numero limitato di malattie, più evidenti nell'area geotermica dell'Amiata (area geotermica Sud) rispetto a quella della provincia di Pisa (area geotermica Nord).

I risultati complessivi, più critici per i maschi e prevalentemente disallineati tra mortalità e ricovero, sono suggestivi di un ruolo principale delle occupazioni e attività produttive pregresse e degli stili di vita individuali, senza escludere del tutto fattori ambientali. Le cause di morte e ricovero di maggior interesse sul piano eziologico sono risultate le malattie respiratorie acute, in eccesso di mortalità tra le donne dell'area geotermica Sud, i disturbi circolatori dell'encefalo, in eccesso di mortalità tra le donne dell'area geotermica Nord, le malattie dell'apparato respiratorio e le insufficienze renali, in eccesso di ospedalizzazione nell'area geotermica Sud per entrambi i generi.

Tali eccessi, osservati in aree con presenza documentata di inquinamento di diversa fonte e tipologia e con elevata preoccupazione delle comunità locali, hanno rafforzato le indicazioni per il monitoraggio e il miglioramento della qualità ambientale, e indirizzato a suggerire alle autorità regionali e locali l'opportunità di approfondimenti epidemiologici specifici e di interventi di rafforzamento di alcune attività del servizio sanitario.

Epidemiol Prev 2012; 36(5) suppl 1: 1-104

Parole chiave: geotermia, acido solfidrico, aree a rischio, stato di salute, studio ecologico, mortalità, ricoveri ospedalieri, esiti riproduzione

aly diagnosis show a statistically significant excess of urogenital anomalies in the SGA. Analysis of low birth weight, preterm birth and ratio O/A in males, showed no deviations from the regional references.

Conclusions

Overall this descriptive epidemiological study showed that the health status picture of Geothermal Area is not dissimilar from the one observed in neighbouring communities, with the exception of a worst general mortality among males.

However, some mortality and hospitalization excesses are worth of note, most evident in the geothermal area of Amiata (SGA) compared to that of the province of Pisa (NGA). The overall results, showing more critical traits for males and a substantial non alignment of mortality and hospitalization, are suggestive of an etiological role of occupational exposures or individual lifestyles, even if effects of environmental factors cannot be excluded. Among the causes of death and hospitalization which showed excesses, acute respiratory diseases, with mortality excess among females in the SGA, circulatory disorders of the brain, with mortality excess among females in the NGA, respiratory system diseases and renal failure, with hospitalization excess in the SGA in both genders, are proposed for further insights.

In fact, these excesses observed in areas characterized by documented presence of pollutants of different sources and great concern of the local communities, reinforced the indications for improving environmental quality and environment and health monitoring. Recommendations to the regional and local authorities for ad hoc epidemiological investigations and public health interventions were released.

Epidemiol Prev 2012; 36(5) suppl 1: 1-104

Keywords: geothermal energy, hydrogen sulphide, risk areas, health status, ecological study, mortality, hospital admissions, adverse reproductive outcomes