

RAPPORTO INTERMEDIO RELATIVO ALLA VALUTAZIONE DEL RAPPORTO ENEL:

**"INDAGINE PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI
SULL'AMBIENTE DELLE EMISSIONI AERODISPERSE DEGLI
IMPIANTI GEOTERMEOELETRICI DELL'AREA AMIATINA":
VERIFICA E VALUTAZIONI.**

Lo Studio " *Indagine per la valutazione degli Effetti sull'Ambiente delle emissioni aerodisperse degli impianti geotermoelettrici dell'area Amiatina* ", è il risultato di un Documento Programmatico concordato tra Regione Toscana ed ENEL S.p.A., volto a fornire conoscenze tecniche e scientifiche sugli effetti prodotti sull'ambiente dalle emissioni aerodisperse dagli impianti geotermoelettrici.

Obiettivo dello Studio dell'Enel è stato quello di caratterizzare il comportamento degli inquinanti più significativi, sotto il profilo dei flussi e della loro ecotossicità, presenti nelle emissioni aerodisperse degli impianti geotermoelettrici - Mercurio, Acido Solfidrico, Boro, Arsenico, Antimonio - in riferimento ai vari recettori ambientali aria, acque superficiali, suolo, licheni e specie vegetali destinate al consumo umano e da foraggio.

Per la realizzazione dello Studio l'Enel S.p.A., oltre ai propri settori tecnici, si è avvalsa della collaborazione di Istituti Universitari ed Enti di Ricerca.

L'impostazione metodologica dello Studio, strutturata su settori specifici di indagine, si è avvalsa di Team monotematici, ciascuno dei quali ha

sviluppato il proprio Studio. Il coordinamento fra i vari Teams è stato tenuto dal Comitato dei Team Leader.

I Team, e quindi gli Studi di Settore, sono:

Team Meteorologia e Modellistica Dispersiva;

② Team Emissioni e Bilanci di Massa;

Team Aria;

④ Team Acque;

⑤ Team Licheni e Suoli;

Team Vegetazione Spontanea;

Team Vegetazione per Alimentazione,

Team intercalibrazione (Chimico Analitica).

A Dicembre 1996 l'Enel S.p.A. ha formalizzato i risultati dello Studio con la consegna degli elaborati alla Giunta Regionale Toscana, agli Enti Istituzionalmente preposti, alla Direzione Generale dell'ARPAT ed ai Dipartimenti Provinciali ARPAT interessati, Siena, Pisa e Grosseto.

All'ARPAT, in relazione al Protocollo d'Intesa stipulato il 20 Gennaio 1997 tra l'ENEL S.p.A e la Regione Toscana, che riconosce all'Agenzia per la Protezione Ambientale della Toscana il ruolo di strumento operativo di supporto alla Giunta Regionale ed agli Enti Istituzionali per le problematiche ambientali connesse con le attività di ricerca e coltivazione dei fluidi geotermici, è stato affidato l'incarico di esprimere una valutazione di ordine metodologico e di merito sullo Studio elaborato dall'ENEL.

Il Gruppo di Lavoro GEOTERMIA ha prodotto nel Febbraio 1997 un primo elaborato ad uso interno di osservazioni sullo Studio.

Una volta impostate le basi metodologiche dell'esame della documentazione e la linea programmatica del confronto con gli Estensori dello Studio, nel primo incontro con il Comitato del Team Leader, svoltosi a Pisa il 14 Febbraio 1997, sono state formulate le fasi organizzative, reciprocamente concordate ed accettate, per un confronto incrociato con i vari Teams , articolato per settori .

Le fasi di lavoro hanno previsto:

- a)** segnalazione di difficoltà interpretative c/o di possibili incongruenze e/o eventuali contraddizioni riscontrate dal Gruppo di Lavoro Geotermia dell'ARPAT nella lettura dei vari elaborati da cui sono emerse domande di chiarimento, approfondimento, precisazioni etc.;
- b)** restituzione da parte dei Team al Gruppo di Lavoro Geotermia dei chiarimenti, approfondimenti, precisazioni etc, riferiti al punto precedente da sintetizzare nella dizione *delucidazioni*;
- c)** confronto puntuale sulle delucidazioni fornite;
- d)** elaborazione interna del Gruppo ARPAT di analisi complessiva degli Studi e delle Delucidazioni fornite, con la formulazione di una valutazione finale sia sulla validità dei criteri metodologici adottati, che nel merito delle indagini.

Procedendo secondo il modello organizzativo stabilito si sono tenuti incontri con i vari Team, specificatamente sui seguenti settori di indagine:

- Vegetazione per Alimentazione, Pisa 28 Febbraio 1997;
- Acqua, Siena 7 Marzo 1997,
- Licheni e Suoli, Siena 7 Marzo 1997;
- Meteorologia e Modellistica Dispersiva, Pisa 19 Marzo 1997;
- Emissioni e Bilanci di massa, Pisa 19 Marzo 1997.

durante questi confronti sono state formulate agli estensori dello studio le osservazioni sulle incongruenze e/o incompletezze riscontrate nei singoli elaborati tematici, già precedentemente valutate da parte del Gruppo di Lavoro Geotermia.

In risposta alle osservazioni, al Gruppo di Lavoro Geotermia. sono finora pervenute le delucidazioni dai Team:

- **Acque;**
- **Licheni e Suoli.**

Ricomponendo l'analisi complessiva dello Studio, anche alla luce di quanto acquisito con le delucidazioni, la valutazione generale che l'ARPAT trae in questa prima fase intermedia può essere così sintetizzata:

In generale l'impostazione metodologica dell'indagine segue schemi logici basati su rigore tecnico-scientifico, ed in linea con gli obiettivi prefissati.

Comunque alcune incongruenze si possono rilevare a livello delle conclusioni. In alcuni Studi di Settore è possibile evidenziare una certa discrasia con i risultati degli altri Settori, probabilmente da imputarsi al fatto che l'incarico monotematico ha prodotto studi separati, che in taluni casi, essendo privi di una interfaccia valida, hanno determinato una debole integrazione nelle conclusioni singolarmente considerate.

La redazione della relazione finale da parte dell'Enel, e non già ad opera del Coordinamento dei Team, ha ulteriormente accentuato tale discrasia.

In definitiva dagli Studi di Settore emerge che l'attività di coltivazione dei fluidi geotermici comporta l'immissione nell'ambiente di elementi di particolare significato biologico per quanto riguarda la "ecocompatibilità" intesa in senso lato.

Agli effetti indotti dall'attività geotermoelettrica si sovrappongono quelli dei siti minerometallurgici dismessi, che per talune situazioni divengono cause prevalenti, e delle sorgenti naturali (putizze e particolare composizione litologica dei suoli) presenti nell'area.

Tutto ciò ha ripercussioni su diverse matrici ambientali che mostrano così modificazioni della loro composizione e nello loro evoluzione naturale.

Allo stato attuale queste modificazione, spesso limitate spazialmente, si mantengono, secondo i dati di letteratura, entro limiti di sicura garanzia sotto il profilo igienico-sanitario per le popolazioni esposte.

Per recuperare, migliorandolo, lo stato di qualità ambientale dell'area è necessario che le Istituzioni e le altre parti sociali interessate sinergizzino le energie per promuovere una azione mirata a minimizzare i rilasci degli inquinanti considerati ed in particolare quelle dell'Acido Solfidrico e Mercurio, attraverso interventi di bonifica dei siti minerometallurgici dismessi, interventi in parte già avviati, e di previsione di messa in esercizio di impianti di abbattimento capaci di contenere le emissioni.

Gli Allegati riportano schede sintetiche di valutazione aggiornate, redatte dal Gruppo di Lavoro Geotermia.

ALLEGATI

Gruppo di lavoro Geotermia

SCHEDE DI VALUTAZIONE DELLO STUDIO
ENEL S.p.A., AGGIORNATE ALLA LUCE DELLE
DELUCIDAZIONE PERVENUTE

“TEAM METEOROLOGIA E MODELLISTICA DISPERSIVA”

Le valutazioni saranno effettuate dopo la presentazione, come concordato nella riunione di Pisa, da parte dell'ENEL di una nuova elaborazione modellistica dispersiva degli inquinanti entro due mesi dalla data dell'incontro.

“TEAM EMISSIONI, BILANCI DI MASSA”

1. OBIETTIVO

Lo studio si propone di valutare i flussi di massa dei principali inquinanti immessi in atmosfera durante il ciclo di produzione di energia elettrica per via geotermica negli impianti dell'area Amiatina.

2. VALUTAZIONE

Lo studio costituisce sicuramente un salto di qualità nella conoscenza delle emissioni derivanti dagli impianti di coltivazione dei fluidi geotermici.

L'indagine si spinge oltre l'aspetto formale del controllo dei valori limite stabiliti per legge, che finora hanno costituito la sola fonte informativa.

L'impostazione metodologica dello Studio risulta corretta; la selezione dei punti di campionamento è congruente con gli obiettivi dell'indagine, così come le metodologie di campionamento ed analisi ed il piano di misure adottato risponde ai requisiti di accuratezza e ripetibilità del dato.

Importante sotto il profilo tecnico è il ricorso al bilancio di massa quale indice di valutazione dell'accuratezza delle misure. Unica deviazione dal quadro complessivo è rappresentata dalle misure alla centrale PC 3 che, all'atto della verifica, era in esercizio ad una potenzialità produttiva inferiore all'80 % , potenzialità che è quella di regime.

La seguente tabella sintetizza gli esiti dello Studio:

INQUINANTI Zone di rilascio	FLUSSO DI MASSA GLOBALE Riferito al complesso delle 4 centrali
Acido SOLFIDRICO Il rilascio avviene in forma gassosa, in massima parte a livello dello scarico degli incondensabili, il restante a livello delle torri di refrigerazione	532 , 573 Kg/h
MERCURIO Il rilascio avviene quasi esclusivamente in forma gassosa a livello dello scarico degli incondensabili, quantità minime sono emesse dalle torri di refrigerazione	190 , 260 g/h
ARSENICO E' emesso prevalentemente con la frazione gassosa delle emissioni, in parte a livello dello scarico degli incondensabili, in parte dalle torri di refrigerazione.	14,3 , -15,8 g/h
ANTIMONIO E' rilasciato in parte a livello dello scarico degli incondensabili, in parte dalle torri di refrigerazione, non è possibile definire le percentuali tra quota gassosa e quota trascinata.	< 3 g/h
BORO E' emesso quasi esclusivamente con il drift a livello delle torri di refrigerazione, in minima parte è rilasciato anche con la frazione gassosa a livello del separatore atmosferico.	3,16 , 4,97

Le conclusioni più significative che emergono dallo Studio di Settore sono:

- a) nel ciclo tecnologico di coltivazione intervengono nei confronti dell'Antimonio, del Boro e, in misura minore ma pur sempre significativa anche dell'Arsenico, meccanismi di abbattimento efficaci che, riducendo notevolmente i contenuti originariamente presenti nel fluido geotermico di alimentazione, contribuiscono a contenere i loro valori di emissione in atmosfera,
- b) questi stessi meccanismi non hanno altrettanta efficacia nei confronti dell'acido Solfidrico e del Mercurio, che vengono così ad essere emessi in quantità pressoché totale in atmosfera,
- c) la conferma sperimentale che l'emissione di Mercurio avviene quasi esclusivamente allo stato gassoso ed in forma atomica, mentre la quota di minerale particolato associata al drift, ed alla quale l'attuale legislazione fa riferimento, in relazione al rispetto dei valori limite di emissione, costituisce solo una minima parte (3 -6 %) del Mercurio totale immesso nell'atmosfera.

Nell'incontro con il Team di Settore è stato concordato fra Enel S.p A ed ARPAT un protocollo per un controllo congiunto alle emissioni delle centrali.

Il protocollo prevede la ripetizione delle misure alla centrale PC3, che, come richiamato nelle osservazioni, al momento delle misure era in esercizio ad una potenzialità inferiore allo 80 % di quella nominale, ed il controllo della centrale PC 5, non ricompresa nello Studio di Settore, in quanto non in esercizio al momento dell'indagine. I dettagli operativi del controllo saranno definiti nei successivi incontri fra le parti.

“TEAM ARIA”

Non si è ancora svolto il confronto incrociato con il Team di Settore, pertanto restano valide al momento le osservazioni contenute nell'elaborato ad uso interno.

1. OBIETTIVO

Lo Studio di Settore si propone di fornire un quadro rappresentativo dalla presenza degli elementi connessi con il ciclo tecnologico di sfruttamento dei fluidi geotermici per la produzione di energia elettrica nelle diverse matrici aereodisperse ed in particolare della distribuzione spazio-temporale delle concentrazioni atmosferiche a livello del suolo di Mercurio ed acido. Solfidrico.

2. VALUTAZIONI

Sotto l'aspetto operativo l'indagine ha fatto uso di tecniche di misura basate su strumentazione appositamente sviluppata dagli Autori in base alle loro precedenti esperienze acquisite nel settore ed ormai riconosciuta ed adottata in campo scientifico internazionale.

La localizzazione delle postazioni di misura, salvo quella adottata nelle campagne di monitoraggio dell'Acido Solfidrico, risulta in linea di massima ben distribuita ed adeguata a rappresentare gli andamenti spaziali delle concentrazioni degli inquinanti su tutta l'area di studio. Dalla localizzazione sono escluse le zone prospicienti le centrali per un raggio di 300 m.

In merito alla durata delle campagne di misura, da cui discende il grado di affidabilità con cui possibile rappresentare la variabilità di un fenomeno attraverso un'azione di monitoraggio, solamente quelle relative alle Deposizioni

Umide ed alle Deposizioni Secche risultano adeguate, perché riferibili ad un periodo di osservazione sufficiente e corrispondente all'anno solare.

Più limitate sotto questo aspetto sono le indagini effettuate per la misura del Mercurio e del Particolato Sospeso, i cui valori medi di concentrazione al suolo sono calcolati sulla base dei dati acquisiti nel corso di due campagne di misura della durata di solo 12 giorni ciascuna. Anche se, come nel caso del Mercurio, i risultati sono sostenuti dall'elaborazione modellistica, essi devono consentire una corretta interpretazione del fenomeno ed una stima dei valori reali.

Comunque per elevare il grado di accuratezza nella ricostruzione degli andamenti spazio-temporali della concentrazione al suolo è richiesto di norma un maggior numero di campagne di misura, con cadenza almeno stagionale.

Una critica particolare viene svolta al modello organizzativo dell'indagine relativa alla valutazione della concentrazione al suolo dell'Acido Solfidrico che a nostro parere ci sembra non di buon livello. L'indagine è insufficiente a rappresentare dettagliatamente la distribuzione spazio-temporale dei livelli al suolo di Acido Solfidrico; può invece fornire un quadro approssimativo dello stato della qualità dell'aria.

La determinazione delle emissioni diffuse dall'impianto minerometallurgico di Abbadia San.Salvatore, direttamente inserito all'interno dell'aria di studio, è riferibile ai soli mesi di Settembre e di Luglio.

L'impossibilità di disporre per gli altri periodi dell'anno dei valori di emissione diffusa rende improprio il confronto diretto, su base annuale, con le emissioni delle centrali così come viene fatto nella Relazione di Settore.

Nelle conclusioni degli Autori ci sembra di cogliere una certa discrasia nell'interpretazione dei risultati. Si ha infatti la sensazione che per mancanza di interconnessioni appropriate con gli altri Teams, venga attribuito maggior risalto agli effetti legati alla presenza delle residue testimonianze storiche dell'attività metallurgiche del Mercurio, che non a quelli connessi con le attività

delle centrali. geotermoelettriche. Sarebbe opportuno che le conclusioni fossero riviste alla luce dei risultati conseguiti dagli altri Teams ed in particolare dai Team " *Emissioni e bilanci di Massa*" e " *Meteorologia e Modellistica Dispersiva*".

Le conclusioni più significative che emergono dallo Studio di Settore sono:

- a) le concentrazioni medie a livello al suolo di Mercurio nell'area di studio sono paragonabili al background di aree non mineralizzate; valori maggiori (dell'ordine dei 10 ng/m^3 - 20 ng/m^3) sono riscontrabili nei centri abitati di Abbadia San Salvatore, essenzialmente a causa della strutture minerometallurgiche dismesse, e a Piancastagnaio, per la presenza delle centrali. Valori molto elevati si raggiungono durante il periodo estivo nelle zone interne ai siti minerari dismessi. Escludendo dal confronto con il riferimento consigliato dalla O.M.S. - media annuale delle concentrazioni medie giornaliere uguale od inferiore a 1.000 ng/m^3 - i valori che caratterizzano le zone intorno ai siti minerometallurgici dismessi, per il restante territorio si delinea un quadro di sicura garanzia sotto il profilo sanitario nei confronti di un possibile rischio da esposizione a Mercurio;
- b) tra le altre matrici studiate solamente il Particolato Sospeso e le Deposizioni Secche mostrano segni di alterazione, indicando la presenza di Mercurio derivante da fonti naturali ed attività antropiche;
- c) nelle altre matrici i valori sono in linea con le concentrazioni ed i flussi riscontrabili nell'Italia centrale;
- d) le concentrazioni di Arsenico, Antimonio e Boro nelle matrici aerodisperse si mantengono su livelli estremamente bassi;
- e) le concentrazioni medie di acido Solfidrico, caratterizzate da una estrema variabilità spazio- temporale in funzione delle condizioni microclimatiche locali, escluse zone prospicienti a fonti naturali (putizze), si attestano su livelli dell'ordine dei $10 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ nell'area di

Abbadia San Salvatore e dei $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nell'area di Piancastagnaio. Confrontando questi livelli con il valore di riferimento consigliato dalla O.M.S. (concentrazione media giornaliera uguale o inferiore a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) si evidenziano condizioni di irrilevante rischio sanitario nei confronti di una possibile esposizione ad Acido. Solfidrico.

Tuttavia frequentemente le concentrazioni di questo inquinante superano il valore della soglia olfattiva, estremamente bassa, e pertanto diviene palesemente percettibile il caratteristico odore, specialmente nelle prime ore del mattino e in concomitanza di particolari condizioni meteorologiche locali, anche nell'intero arco della giornata, creando disturbi di tipo olfattivo.

- f) l'area del monte Amiata è caratterizzata dalla presenza di fonti naturali ed attività antropiche che danno luogo ad emissioni di Acido Solfidrico e Mercurio.

Per quanto attiene il Mercurio le centrali costituiscono la principale sorgente antropica con flussi di massa dell'ordine di 190 - 260 g/h per i quattro impianti considerati. La seconda fonte, in ordine di importanza, è rappresentata dai siti minerometallurgici dismessi con flussi di massa complessivi, riferiti al solo periodo estivo e quindi in condizione di massima emissione, dell'ordine di 140 g/h. Le fonti naturali rappresentate dai rilasci di gas endogeno geotermale (putizze), pur non trascurabili, sono secondarie a quelle antropiche.

Relativamente all'Acido Solfidrico la principale fonte di emissione è rappresentata dalle centrali geotermoelettriche con flussi di massa dell'ordine dei 532 , 573 Kg/h per i quattro impianti considerati, mentre, date le notevoli differenze fra le portate, le emissioni naturali (putizze) assumono anche in questo caso un ruolo secondario, ma non trascurabile.

TEAM "ACQUA"

1 - AREA DI STUDIO

Lo studio si riferisce all'area assegnata, in particolare: Fiume Paglia, Torrente Minestrone, Torrente Senna.

2 - OBIETTIVI

Obiettivo specifico di tale lavoro è consistito nello studio geochimico dei sedimenti e delle acque fluviali dell'area compresa tra i bacini del Torrente Pagliola e del Torrente Siele, realizzato per determinare la distribuzione delle concentrazioni di Mercurio, Arsenico, Boro ed Antimonio in tali recettori, al fine di stabilire l'eventuale correlazione tra l'esistenza di valori anomali e le emissioni degli impianti di coltivazione dei fluidi geotermici.

3 - SINTESI DELLO STUDIO GEOCHIMICO DEI SEDIMENTI FLUVIALI

Questa parte dell'indagine si basa sul presupposto secondo il quale in assenza di modificazione antropiche i sedimenti fluviali sono il risultato dell'azione esercitata dagli agenti fisico-chimici sulle rocce affioranti e quindi statisticamente rappresentativi della loro composizione geochimica.

Di conseguenza, modificazioni ambientali connesse con le attività antropiche possono alterare la composizione dei sedimenti determinando scostamenti significativi dai valori attesi.

Un'ampia tematica è stata quindi dedicata dagli autori alla definizione del contenuto medio degli elementi d'interesse nelle rocce affioranti, che caratterizzano il reticolo idrografico, al fine di ricostruire quella che dovrebbe ritenersi " *la naturale composizione dei sedimenti fluviali*".

Gli autori hanno così definito i valori soglia per gli elementi d'interesse, Mercurio, Arsenico, Antimonio e Boro, al di sopra dei quali ipotizzare il contributo dovuto a fenomeni di inquinazione da attività antropiche.

Per far ciò sono stati raccolti 200 campioni di sedimenti fluviali, 22 di rocce affioranti e 20 di materiale proveniente dalle grandi discariche, a suo tempo a servizio della lavorazione del cinabro (rosticci).

I risultati dell'indagine, confrontati con " *la naturale composizione dei sedimenti* " hanno, secondo lo studio, messo in risalto l'esistenza di un " *notevole inquinamento per Hg, Sb ed As*" in almeno il 50% dei campioni.

Dalla individuazione di *markers* specifici e dalla osservazione della distribuzione delle anomalie di concentrazione dei singoli elementi, riportate graficamente nelle carte tematiche, in particolare riguardo all'Antimonio, gli Autori pervengono alla conclusione che esiste uno stretto rapporto tra l'inquinamento rilevato ed il chimismo dei rosticci, non solo quindi per le aree circostanti la discarica di Abbadia San Salvatore, ma anche per quelle adiacenti gli impianti geotermoelettrici, tanto che gli Autori concludono formulando la seguente tesi: " *l'inquinamento da Mercurio, Arsenico ed Antimonio presente nei sedimenti fluviali raccolti nelle adiacenze degli impianti geotermoelettrici non ha attinenza con le emissioni ed è, viceversa, strettamente legato all'impiego di " rosticci " nella realizzazione dei manufatti.* "

4 - SINTESI SUL MONITORAGGIO STAGIONALE GEOCHIMICO DELLE ACQUE SUPERFICIALI

Con lo studio geochimico delle acque superficiali il TEAM ACQUA aveva il compito di verificare l'esistenza di anomalie nelle concentrazioni dei quattro

elementi d'interesse, As, B, Hg e Sb, nelle acque dei corpi idrici dell'area di studio ed, in caso affermativo, di correlare la loro possibile dipendenza dalle emissioni delle centrali geotermoelettriche.

L'indagine risulta articolata in una serie di campionamenti stagionali effettuati in circa 100 postazioni, dislocate lungo le aste fluviali comprese tra il torrente Pagliola a nord, il Paglia ad est ed il Siele a sud.

Anche in questo caso la definizione di valori di fondo degli elementi oggetto di verifica ha rappresentato, per gli autori, un momento importante dello studio che, basandosi sulla distribuzione statistica delle concentrazioni dei quattro elementi nei campioni analizzati, ha portato alla individuazione dei valori soglia rappresentativi per l'area.

La correlazione tra i risultati dell'indagine con i valori soglia evidenzia come per l'Arsenico esistano numerosi campioni con concentrazioni superiori a tali valori distribuiti anche in tratti fluviali dove gli stessi sedimenti non mostravano segni di anomalie, ciò soprattutto nella zona a Sud-Est di Piancastagnaio. Analoghi risultati sono stati ottenuti per l'Antimonio ed il Boro.

Il Mercurio infine è presente in tutti i campioni in quantità estremamente contenute. Gli Autori interpretano questo comportamento ipotizzando che una quota consistente di Mercurio contenuto nelle acque sia presente essenzialmente in forma atomica e come tale estremamente veicolabile data l'elevata tensione di vapore.

Per quanto riguarda i valori soglia gli autori mettono in risalto come questi rientrino negli intervalli dei valori guida previsti dalla letteratura internazionale per le acque prive d'inquinamento, ed anzi si collochino verso gli estremi inferiori di tali intervalli.

Dal confronto poi dei campioni che presentano valori anomali ed i valori guida gli autori segnalano che solo una minima parte di questi si colloca al di sopra degli intervalli di accettabilità.

Ad esempio dei 36 campioni analizzati sono risultati anomali per l'Arsenico solo 3 mostrando concentrazioni superiori ai limiti definiti a livello internazionale.

5. VALUTAZIONI SULL'INDAGINE DEL "TEAM ACQUE"

In generale si possono ritenere rappresentativi dell'area in studio il numero e l'ubicazione dei punti di campionamento individuati e la frequenza dei prelievi, nonché corrette le metodologie applicate in rapporto agli obiettivi dell'indagine. Sono però da rilevare specifiche osservazioni relative alle due sezioni del lavoro in oggetto, di seguito riportate.

SEDIMENTI FLUVIALI

Questa parte dell'indagine è molto dettagliata e costituisce uno strumento in sé affidabile per la individuazione della presenza di anomalie composizionali nei sedimenti dei corsi d'acqua dell'area indagata, ed ha permesso inoltre di definire i valori del fondo naturale per gli elementi oggetto di verifica, fondo con il quale confrontare i risultati delle analisi. Riteniamo però che la tesi secondo cui i rosticci sono la causa esclusiva dell'inquinamento dei sedimenti fluviali meriterebbe ulteriori verifiche ed approfondimenti, per determinare, ad esempio, i valori quali-quantitativi di cessione degli elementi presenti nei rosticci.

Il grande lavoro svolto ha permesso d'individuare i *markers* necessari per determinare con certezza l'esistenza, peraltro da nessuno messa in dubbio, di un contributo consistente all'inquinamento dei sedimenti dei corsi d'acqua indagati dovuto, sia all'apporto diretto delle discariche dei rosticci, sia allo storico utilizzo di questi ultimi per la realizzazione di manufatti. Non ha però, a nostro avviso, fornito contributi specifici per definire gli effetti indotti

sull'ambiente dalle emissioni aerodisperse degli impianti geotermoelettrici, in particolare sulle acque, obiettivo primario dell'indagine.

ACQUE SUPERFICIALI

Numerosi campioni hanno mostrato anomalie di concentrazione rispetto ai valori soglia individuati quali riferimento per l'area in esame dagli autori.

In particolare il maggior numero di anomalie da Arsenico sono riscontrabili a valle dei corsi d'acqua nell'area di Abbadia San Salvatore, Piancastagnaio e la zona delle centrali, mentre la distribuzione delle anomalie da Antimonio e da Boro si concentra nei corsi d'acqua a valle di Piancastagnaio e della zona delle centrali.

Per l'Arsenico e l'Antimonio è interessata anche l'asta fluviale del fiume Senna a monte degli impianti geotermoelettrici.

Gli Autori intraprendono una analisi dettagliata della distribuzione territoriale di queste anomalie puntiformi inserendo elementi di valutazione quali le ricadute da emissioni, lo sversamento diretto dei piazzali, i materiali da costruzione dei manufatti, la continuità delle portate dei corsi d'acqua, l'assetto pregresso dei vapordotti, per pervenire ad una interpretazione univoca delle cause che le determinano.

Secondo la loro interpretazione il dilavamento dei piazzali delle centrali e dei pozzi, insieme alle cessioni ad opera dei materiali utilizzati nella realizzazione dei manufatti (rosticci della discarica di Abbadia S. S.), da porzioni di terreno contaminate, da sversamenti di fluido geotermico, sono ritenute la causa primaria delle anomalie da Arsenico, Antimonio e Boro. Tali conclusioni appaiono quantomeno suscettibili di una valutazione critica.

L'elemento d'incertezza che ci sembra di riconoscere è dato dalla limitata presenza di anomalie da Antimonio nei corsi d'acqua a valle di Abbadia San Salvatore. ed in particolare sul torrente Vivo e sulle aste di destra

idrografica del torrente Pagliola, dove avrebbero dovuto invece esaltarsi, in conseguenza di possibili fenomeni di cessione da parte della discarica di "rosticci" presente in tale area, ricca in Antimonio, in apparente contraddizione con le sopra citate conclusioni degli autori..

Gli stessi autori hanno giustificato, nell'incontro svoltosi a Siena il 7 Marzo 1997, questi risultati con le consistenti e persistenti portate dei corsi d'acqua che influenzano le concentrazioni.

Ciò fa sospettare un contributo più consistente di quello ipotizzato da parte delle ricadute dovute alla attività di sfruttamento della risorsa geotermica.

Dai valori di concentrazione rilevati risulta inoltre che il contributo ai livelli di Mercurio in acqua fornito dal cinabro, presente nei sedimenti fluviali, che gli autori hanno accertato essere abbondantemente diffuso lungo le aste fluviali in alte quantità, è minimo, data la sua limitata solubilità.

Si può quindi affermare che il quadro proposto fornisce, nel suo complesso, una spiegazione razionale dei bassi valori di concentrazione di Mercurio in acqua, nonostante esso costituisca uno degli elementi comunemente presenti nelle emissioni dei fluidi geotermici in particolare proprio dell'area amiatina.

In linea di massima, anche se i risultati dello studio possono essere considerati coerenti, riteniamo meritevoli di approfondimento le osservazioni e/o valutazioni sopra formulate, che potrebbero condurre ad interpretazioni non del tutto coincidenti circa il contributo delle ricadute delle emissioni dalle centrali geotermoelettriche, sui valori di fondo dei quattro elementi considerati - Arsenico, Antimonio, Boro e Mercurio - ciò anche al fine di rendere lo studio più aderente agli obiettivi prefissati.

“TEAM LICHENI E SUOLI”

1 - AREA DI STUDIO.

L'area di studio è rappresentativa di tutto il comprensorio amiatino e comprende l'area di concessione dell'attività di coltivazione geotermoelettrica di Piancastagnaio (escluse le aree di rispetto delle installazioni geotermiche) e l'area di permesso di ricerca di Abbadia San Salvatore.

2 - OBIETTIVI.

Lo studio si propone di caratterizzare la qualità dell'aria attraverso tecniche di biomonitoraggio.

In particolare, i licheni epifiti vengono utilizzati sia come bioindicatori, secondo la metodica che prevede il calcolo dell'indice di purezza atmosferica (I.A.P.), sia come bioaccumulatori di elementi in traccia, quali arsenico, boro, mercurio, antimonio. Gli stessi elementi vengono inoltre ricercati nei suoli dell'area di indagine, al fine anche di valutare l'apporto terrigeno nelle determinazioni analitiche dei talli lichenici.

3 - RISULTATI.

Bioindicazione della qualità dell'aria. Relazione conclusiva redatta dal team : “Licheni e suoli”.

I rilievi effettuati su 153 stazioni di campionamento ben distribuite su tutto il territorio di indagine hanno dimostrato che i valori più bassi di IAP sono stati riscontrati nei pressi delle centrali geotermoelettriche, in particolare tra PC4 e Bellavista sono stati evidenziati indici tra 10 e 22, generalmente associati ad un tasso di inquinamento medio-alto.

I valori più alti di IAP, associati ad una buona qualità dell'aria, sono stati riscontrati nella parte settentrionale dell'area indagata, a nord di Abbadia San Salvatore.

Nei centri abitati di Abbadia San Salvatore e Piancastagnaio i valori medi di IAP sono risultati elevati mostrando un basso livello di inquinamento.

L'autore conclude affermando che :” la distribuzione spaziale delle stazioni attorno alle centrali con indici di IAP più bassi confrontata con il pattern dei venti dominanti a Piancastagnaio mostra un ottima corrispondenza e sembra indicare che i venti spiranti da NE sono i principali responsabili del trasporto degli inquinanti emessi dalle centrali.”

4 - OSSERVAZIONI

L'indagine è stata progettata e condotta secondo metodologie standard riconosciute valide ed utilizzate sia a livello nazionale che internazionale. Le stazioni di campionamento sono numerose e ben distribuite su tutta l'area di studio.

A seguito dell'incontro avuto in data 7 Marzo 1997 a Siena , l'ENEL ha fornito ulteriore documentazione che ha permesso di rendere più esplicita e di facile comprensione, anche per i non addetti ai lavori, la rappresentazione dei risultati. E' stata infatti associata ad ogni fascia dei valori IAP il relativo giudizio di qualità ed inoltre, è stata realizzata, mediante elaborazione computerizzata, la cartina in cui sono messe in evidenza le diverse fasce di inquinamento.

Al fine di individuare le cause della struttura spaziale dello IAP, nella relazione finale redatta dall'ENEL, vengono riportati i risultati di un test statistico per ricercare correlazioni tra i valori di IAP ed un indice complessivo di inquinamento atmosferico prodotto dalle centrali.

Questo indice è rappresentato dalla concentrazione ambientale del mercurio attribuibile alle centrali calcolato con un modello matematico. Dal momento che è stato richiesto all'ENEL di elaborare i risultati con un modello matematico diffusionale più idoneo, i risultati di questo test verranno valutati

successivamente. Va tuttavia sottolineato che, calcolare un indice di inquinamento complessivo soltanto sulla base della concentrazione di Hg, esclude a priori il contributo di altri inquinanti e di eventuali effetti sinergici esercitati sugli organismi viventi.

5 - BIACCUMULO.

In precedenti indagini è stato osservato un arricchimento di As, Hg, e Sb nei talli di *P. sulcata* nelle aree geotermiche italiane. Il presente lavoro ha evidenziato valori più elevati per l'area amiatina rispetto all'area di Travale-Radicondoli. Nei suoli si conferma la maggiore concentrazione di Hg rispetto alle normali composizioni.

L'andamento spaziale delle concentrazioni dei vari elementi sia nel suolo che nei licheni non evidenzia nessuna correlazione con la presenza delle centrali.

6 - OSSERVAZIONI.

L'assenza di correlazione tra la presenza delle centrali e le concentrazioni dei vari elementi sia nel suolo, che nei licheni è in disaccordo con i dati disponibili in letteratura. Tuttavia, come lo stesso autore puntualizza, le concentrazioni di questi elementi tendono ad essere più elevate solo nei primi 500 m di distanza dalle centrali, mentre nel presente studio la distanza minima alla quale è stato possibile effettuare il campionamento è di 400 m .

Firenze 30 Aprile 1997
