

GEOCHIMICA AMBIENTALE



Prof. Gianluca Bianchini
Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra
Università degli Studi di Ferrara

DI COSA PARLIAMO OGGI?

Geochimica e scienze ambientali: ricerca di georisorse e analisi di matrici ambientali, ruolo del geologo

Inquinamento ambientale: casi in Italia, geochimica e salute umana, mappe geochimiche ed epidemiologiche

Concezioni etiche ambientaliste

Miniere e problematiche ambientali

Agricoltura e geochimica

Ricerche applicative al Dipartimento di Scienze della Terra di UniFE

Il ruolo del geologo geochemico

La geologia ha la capacità di fare sintesi nello studio e valutazione dei rischi ambientali: naturali e antropici.

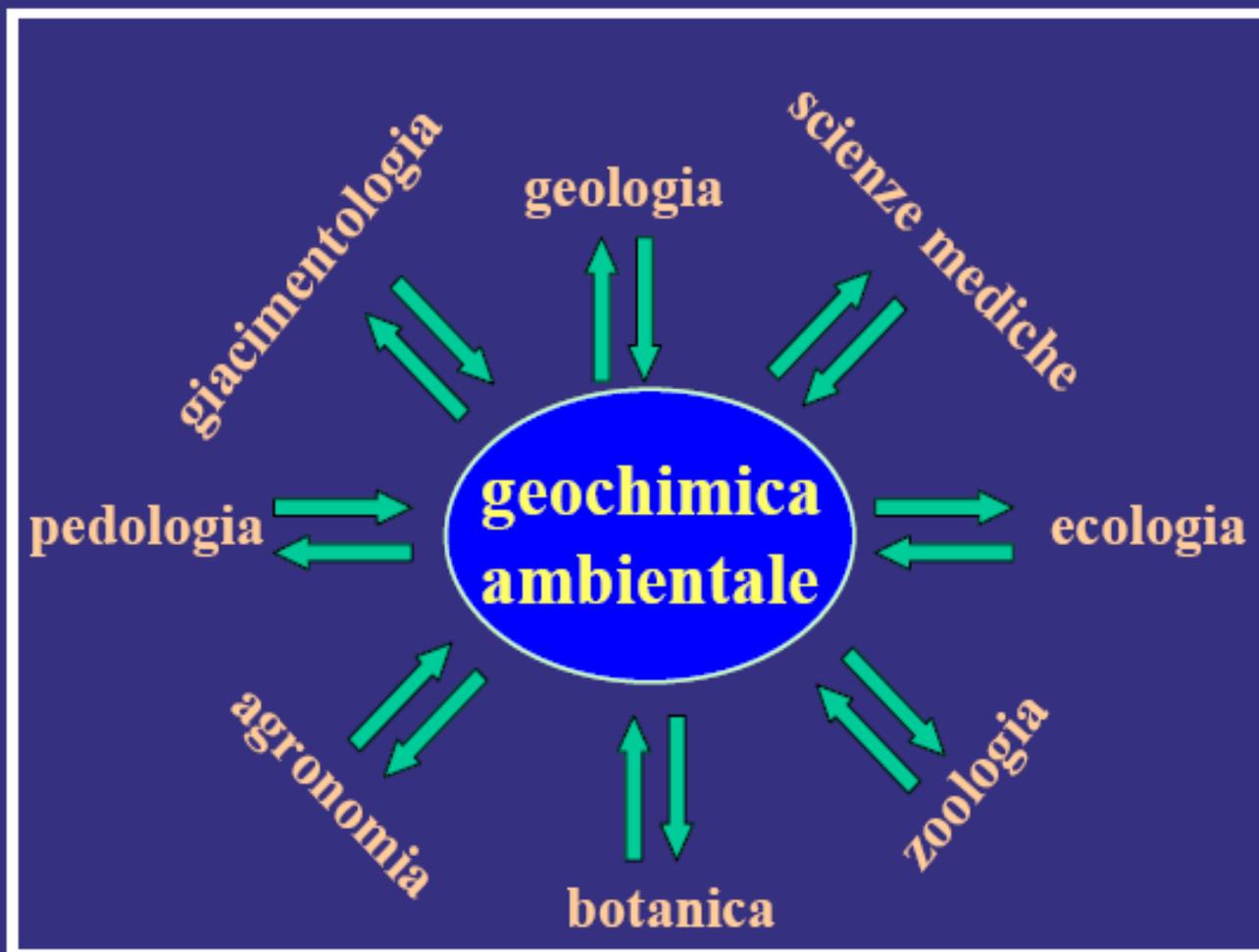
La geologia, intesa come la matrice dei saperi sul Sistema Terra, fornisce gli strumenti concettuali per:

- ✓ integrare le competenze
- ✓ fornire modelli scientifici concettuali applicabili alla resilienza del territorio
- ✓ restituire modelli fruibili in termini predittivi

La geologia e i geologi hanno competenza e capacità di proporre soluzioni adeguate alle sfide emergenti nel campo del rischio geo-ambientale.

Un geologo specializzato in geochemica ha in particolare indispensabili conoscenze e competenze per partecipare a **ricerche multidisciplinari**, volte a **preservare l'ambiente**, nonché a ricercare **geo-materiali utili** per la società, che vanno sfruttati e poi messi a dimora dopo lo sfruttamento, in modo sostenibile.

La **Geochemica Ambientale** si trova nel cuore delle Scienze dell'Ambiente



GEOCHIMICA AMBIENTALE

Per la tutela dell'ambiente, la ricerca e lo sfruttamento sostenibile delle georisorse

*...Nichel, Cromo, Vanadio, Cadmio,
Argento, Rame,
Tantalio, Niobio, Torio, Uranio...*

MINERAL MAP OF THE WORLD



Minerals	
	Bauxite
	Chromium
	Copper
	Diamond
	Gold
	Iron ore
	Lead
	Manganese
	Nickel
	Platinum
	Silver
	Tin
	Titanium
	Zinc



Studi minero-petrografici e geochimici sono oggi imprescindibili nelle scienze ambientali, tese a comprendere lo stato dell'ambiente anche in relazione alle attività antropiche.

Esistono relazioni molto strette tra **mineralogia**, **geochimica** e **biologia**.

La circolazione e distribuzione di molti elementi chimici in natura è strettamente legata ai processi biochimici nei quali sono implicati tanto le piante che gli animali.

Alcuni dei processi geochimici dominanti del nostro tempo sono originati dalle moderne attività umane: **agricoltura**, **attività mineraria** e **industria**.

L'agricoltura in particolare è intimamente connessa con la geochimica.

Abbiamo appreso l'importanza della circolazione di alcuni elementi maggiori, definiti “**macro-nutrienti**” (es. carbonio, azoto, potassio, fosforo), ma anche l'importanza di alcuni elementi in traccia, definiti “**micro-nutrienti**”, per la nutrizione delle piante e degli animali e nel metabolismo della specie umana.

La geochimica e la mineralogia sono fondamentali per comprendere i processi in atto.

E' importante comprendere le relazioni esistenti tra distribuzione, stato di combinazione, **circolazione** (o flussi) degli **elementi** in natura fra le varie **sfere geochimiche** (litosfera, pedosfera, idrosfera, atmosfera), comprendere la loro **biodisponibilità** e i loro effetti indotti sugli ecosistemi e sulla salute degli esseri viventi.

Questa branca della scienza è definita **Geochimica Ambientale**.

Studi di geochimica ambientale, biologia, ecologia, tossicologia, epidemiologia dovrebbero essere tenuti opportunamente in considerazione in scelte di governo finalizzate ad uno **sviluppo sostenibile**, poiché possono concorrere a estrapolare **previsione** degli scenari futuri, con **prevenzione** e riduzione dei possibili **rischi** indotti da processi **naturali** e attività **antropiche**.

Studi di geochimica ambientale possono infatti contribuire alla **tutela degli equilibri naturali**, a indicare tecniche e metodi per uno **sfruttamento equilibrato** delle **risorse naturali**, e a suggerire strategie per la **gestione** di scarti e **rifiuti** dell'attività umana.

I problemi relativi all'ambiente, alla sua conoscenza, salvaguardia e corretta gestione, rappresentano una delle sfide più complesse che l'umanità si trova a risolvere.

Dal punto di vista etico e filosofico **deve essere superata la fede assoluta nell'esistenza di “serbatoi naturali” a capacità praticamente infinita**, sia per la **fornitura di risorse** che per la **ricezione degli scarti** dell'attività umana.

Per esempio, il ciclo biogeochimico dell'acqua ha subito alterazioni molto gravi in varie aree del pianeta, con problemi di quantità e di qualità nell'approvvigionamento idrico (vedi Nord Africa e Medio-Oriente).

Per quanto riguarda la sistemazione dei rifiuti dell'attività umana deleteria è stata in passato la fede sulla disponibilità di serbatoi a capacità infinita.

Serbatoio ideale per la sistemazione dei rifiuti è stato per esempio il mare, sino a tempi molto recenti. Tale obliterazione di rifiuti (es. industriali, nucleari) è stata effettuata senza considerare la comparsa di effetti non desiderati nel medio/lungo termine.

Casi di inquinamento in Italia

Molteplici sono i casi accertati di inquinamento che affliggono il nostro paese e un'ampia casistica può essere documentata da semplici ricerche in rete.

La **descrizione** dei **fenomeni inquinanti** è tuttavia spesso insufficiente, inadeguata e **deficitaria** di **robusti elementi scientifici quantitativi**.

Solide **basi minero-petrografiche e geochimiche** se supportate da moderni dati analitici possono invece contribuire a disquisire sulle problematiche in atto in modo oggettivo.

Nel nostro Paese esistono infatti aree industriali che hanno impattato l'ambiente e sarebbe opportuno avere dati relativi alla concentrazione di potenziali inquinanti nei suoli, nelle acque, nell'aria e nelle particelle aereo disperse.

Le navi dei veleni

Corriere della Sera 14 settembre 2009

Nave dei veleni, il procuratore: «Probabile che sia la " Cunsky"»

«La lunghezza e il tipo di scafo fanno pensare che si tratti di quella usata dalle cosche indicata dal pentito Fonti»



Da Reggio Calabria Legambiente rilancia il “Comitato per la Verità”, affinché governo e Parlamento assicurino mezzi, risorse e supporto alle inchieste della magistratura sulle navi dei veleni, affondate nei nostri mari negli anni ‘80 e ‘90

https://it.wikipedia.org/wiki/Relitto_di_Cetraro

Nell'affrontare queste tematiche di fondamentale importanza è la capacità di eseguire affidabili analisi geochimiche. Per cui è necessario:

definire opportuni **protocolli di campionamento** e utilizzare adeguati **strumenti** opportunamente **calibrati**, al fine di poter analizzare gli elementi anche a concentrazione di parti per milione (ppm, o mg/kg) e parti per bilione (ppb o $\mu\text{g}/\text{kg}$), nonché rapporti isotopici fra distinte masse del medesimo elemento.

I dati geochimici diventano poi di fondamentale importanza quando **geo-referenziati** e presentati su **carte geochimiche**.

La loro elaborazione statistica è quindi funzionale alla definizione dei **tenori di fondo**, altresì denominati ***geochemical backgrounds*** (o ***baseline***).

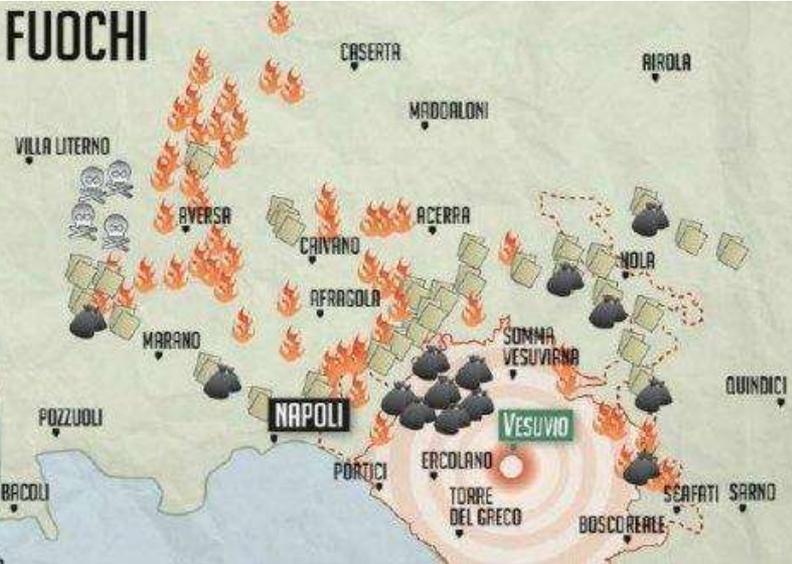
Carte geochimiche possono essere poi essere confrontate con carte riportanti altre tematiche per comprendere come la composizione delle matrici ambientali (suoli, acque, aria) influiscono sui processi oggetto di studio.

LA TERRA DEI FUOCHI



CAMPANIA

- AMIANTO E RIFIUTI TOSSICI
- PANNELLI ETERNIT
- RIFIUTI SPECIALI AL ROBO
- RIFIUTI DI OGNI TIPO IN STRADA



La Terra dei fuochi

800 siti di roghi illegali di rifiuti



Mappa Sat Ter Earth



POWERED BY Google

Map data ©2013 Google Terms e condizioni d'uso

La Terra dei fuochi

Inquinamento, biologo: nella terra dei fuochi “il problema sono le nanoparticelle”
La terra dei fuochi "si sta rivelando diversa da come l'avevano descritta e da come l'avevamo immaginata"

<http://www.meteoweb.eu/2018/07/terra-fuochi-nanoparticelle/1128373/>

Vincenzo D'Anna, presidente dell'ordine nazionale dei biologi, inerentemente alla terra dei fuochi spiega:

“Più che una bufala, si sta rivelando diversa da come l'avevano descritta e da come l'avevamo immaginata. Avevano raccontato di una terra, seguendo le rivelazioni di alcuni pentiti della camorra e le versioni romanzate dei libri di Saviano, ci avevano fatto credere che la malavita organizzata avesse interrato in molti luoghi della Campania interi autotreni di sostanze tossiche, nocive e radioattive. Abbiamo invece scoperto, già con il convegno che abbiamo fatto il 3 marzo a Roma sulle nanoparticelle, che l'inquinamento è di ben altra natura”.

L'inquinamento non è da sostanze radioattive.

E' fatto di determinati **metalli pesanti**, da **polveri sottili** e da una serie di sostanze tossiche appartenenti alla famiglia delle **diossine** che sono anche esse prodotti della combustione incontrollata.



**Monitoraggio geochimico
per le bonifiche
ambientali**

Acciaierie Ilva



Ilva, tutte le sostanze che inquinano Taranto

A cura di Lidia Baratta, Carlo Manzo e Cristina Tognaccini

Ferro, cadmio, diossina e amianto.

Sono queste alcune delle sostanze inquinanti responsabili della maggiore mortalità nell'area attorno all'Ilva di Taranto.

La concentrazione sarebbe maggiore nei quartieri Tamburi e Borgo, quelli più esposti alle ciminiere.

Ma cosa sono queste sostanze? E quali sono i loro effetti?

www.linkiesta.it/ilva-sostanze-nocive#ixzz2MYoJPlwO

I VELENI DI TARANTO

Tamburi, Borgo, Paolo VI, Statte. È in questi quartieri, in prossimità dell'acciaieria Ilva di Taranto, che si registrerebbero le più alte concentrazioni di sostanze tossiche e inquinanti. Dai metalli pesanti ai gas, dal benzene all'amianto. Le quantità sono variabili nel tempo e dipendono fortemente dalla direzione del vento. Ma spesso superano i limiti previsti dalla legge.

METALLI PESANTI

Nell'aria di Taranto i periti tecnici hanno rilevato la presenza «di composti inorganici aerodispersi prevalentemente a base di ferro e ossidi di ferro», oltre a metalli pesanti tossici tra cui l'arsenico. Nelle aree adiacenti il parco minerale sono state rilevate anche tracce di piombo, vanadio, nichel e cromo. La composizione di questi metalli, scrivono, si può riscontrare «nelle varie frazioni granulometriche, dalla più grossolana (imbrattante) a quella più fine (nociva)». Tra le conseguenze, effetti cardiovascolari, renali e danni al Dna.

PM10 e PM2,5

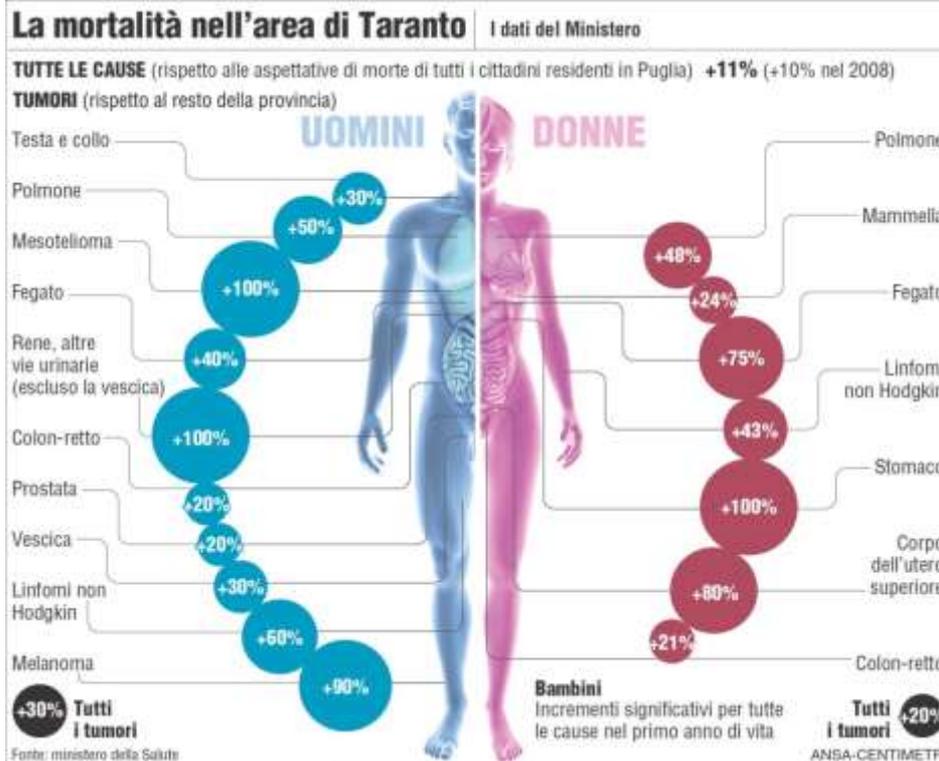
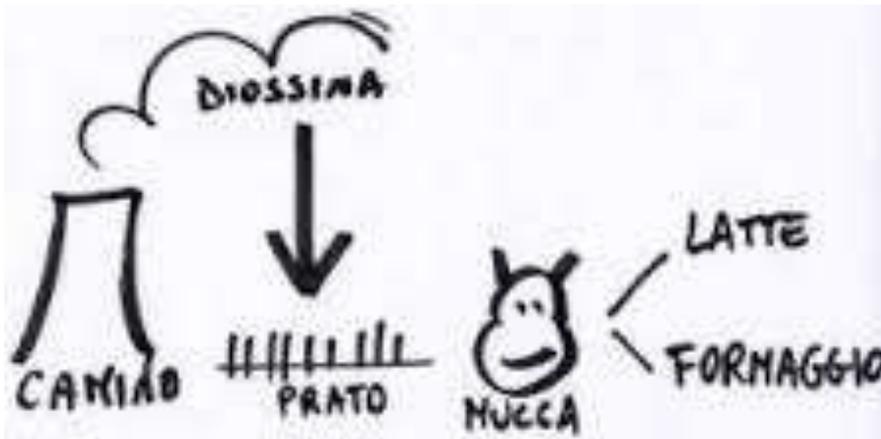
Particulate Matter o materia particolata, è una complessa miscela di elementi metallici e composti chimici organici e inorganici dotati di differente tossicità per l'uomo. Nelle perizie viene definita come «inquinante tossico di per sé». L'effetto dannoso dipende dalla composizione e dalla dimensione delle particelle. La soglia massima prevista è di 20 millesimi di grammo di PM10 per metro cubo. Le conseguenze sulla salute riguardano l'apparato respiratorio e cardiovascolare. Possono provocare danni ischemici, fino alla morte.

GAS (NO2, SO2)

Attraverso le "torce" dell'acciaieria, l'impianto di Taranto smaltirebbe «abusivamente una gran quantità di rifiuti gassosi». Tra queste sostanze, ci sono gli ossidi di zolfo, in particolare SO2, e gli ossidi di azoto, in particolare NO2. I primi possono causare edema polmonare e anche la morte. I secondi, sono la causa di bronchite, dolori al torace, tosse acuta, convulsioni e insufficienza respiratoria.

Geochimica, scienze mediche e salute umana

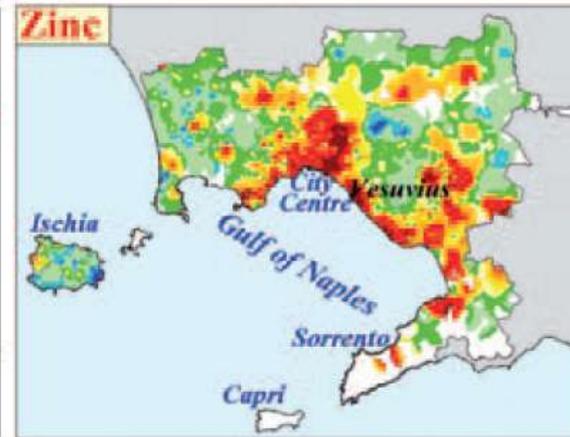
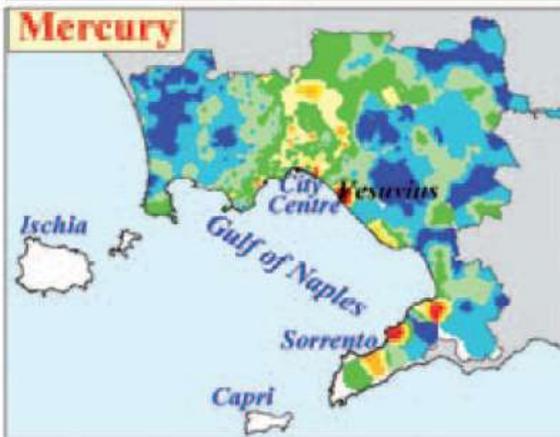
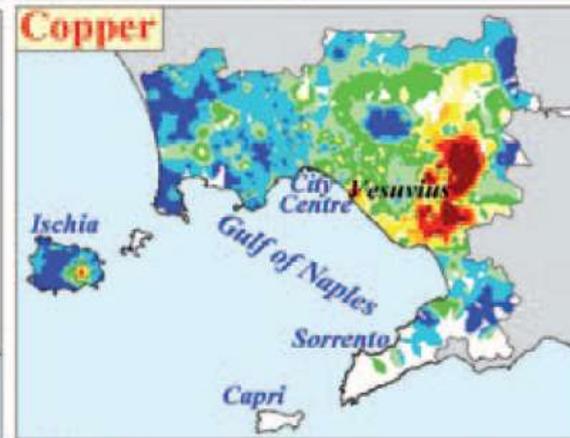
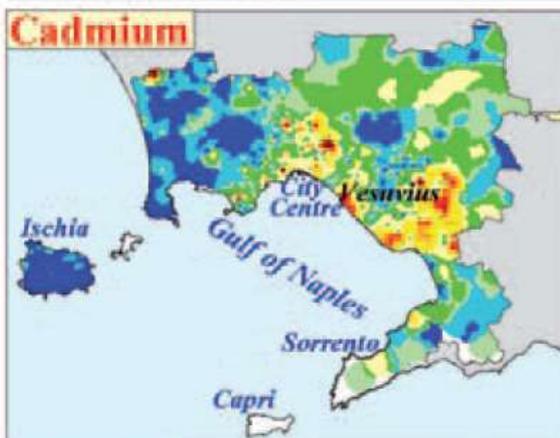
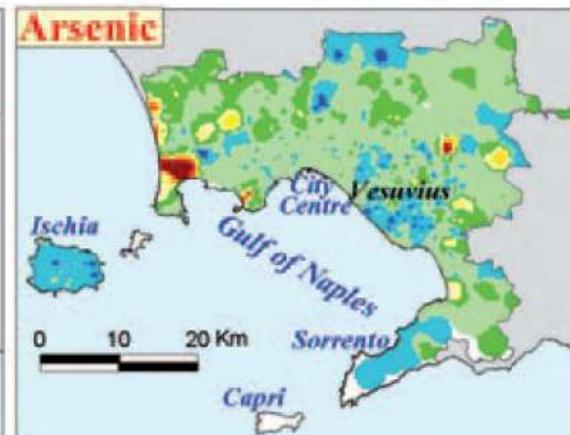
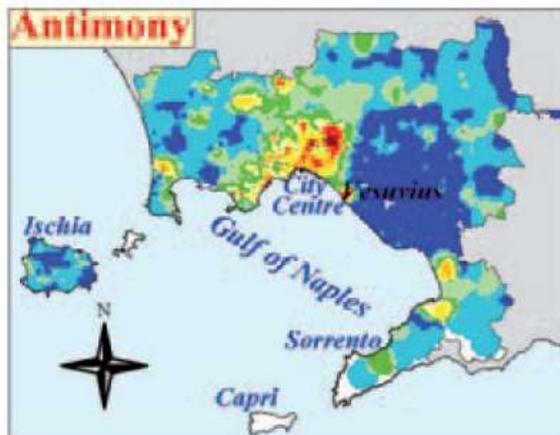
Possibile bio-accumulo di sostanze nocive nella catena alimentare



Mappe geochimiche

Per comprendere un inquinamento è di notevole importanza la georeferenziazione dei dati geochimici su opportune carte tematiche.

- Matrice ambientale (suolo, acqua)
- Scala per ogni elemento e concentrazioni
- Numero, ubicazione e campioni



Gli studi di **geochimica ambientale** sono di fondamentale importanza per comprendere l'**evoluzione di un ecosistema** e le relazioni cause - effetti.

Studi geochimici hanno infatti contribuito a estrapolare la **Teoria di Gaia**, sviluppata da James Lovelock.

Questa teoria mette alla luce la stretta interdipendenza tra biosfera e ambiente, esaltando le influenze reciproche tra distribuzione e **circolazione** degli **elementi nell'ambiente** e sviluppo della **biosfera**.

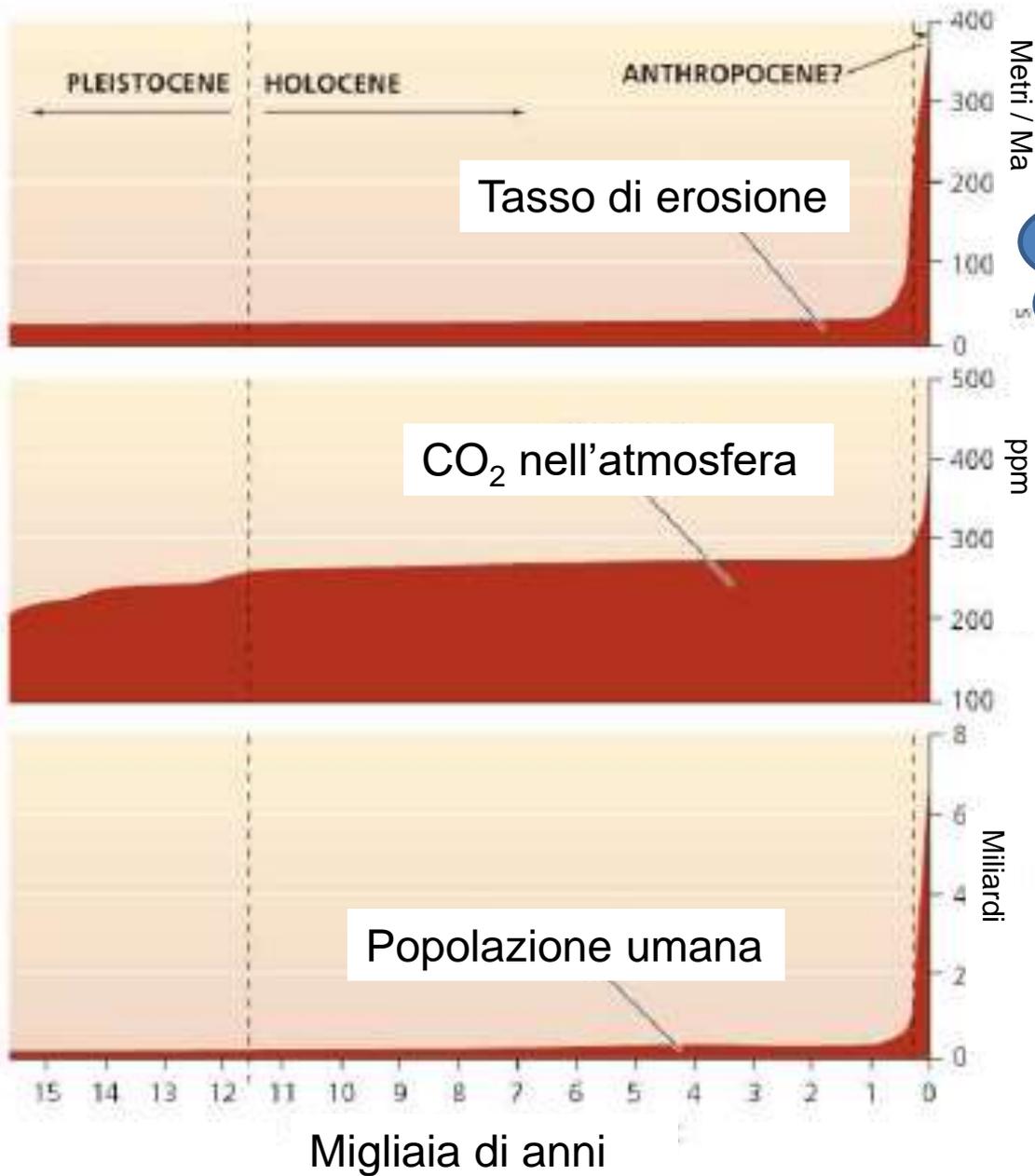


Lovelock ne conclude che gli ecosistemi e il loro ambiente costituiscono un **sistema unico capace di attuare reazioni e controreazioni**, atte a mantenere gli equilibri più adatti alla sopravvivenza e allo sviluppo della biosfera nel suo complesso.

Purtroppo tali teorie non tengono conto della capacità distruttiva di *Homo sapiens*....

Riuscirà la biosfera a neutralizzare gli effetti delle azioni umane?

La geochimica è una delle molte discipline che aiuta a rispondere a queste domande.



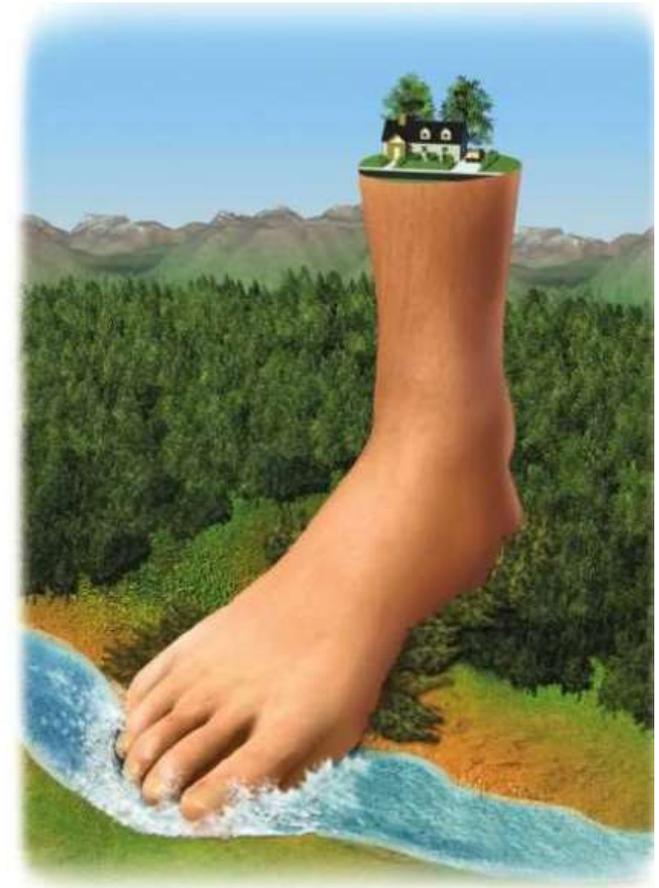
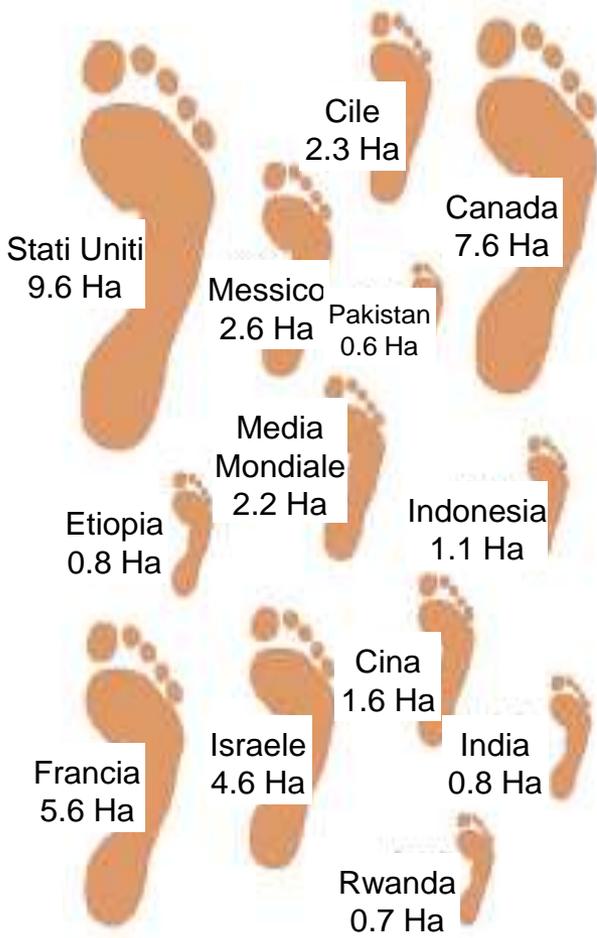
Abbiamo creato una nuova epoca geologica?

L'ANTROPOCENE



Dr Jan Zalasiewicz

Ecological footprint analysis è un concetto e un metodo di calcolo ideato nella tesi di PhD di Mathis Wackernagel (University of British Columbia, Vancouver). Fornisce un'idea dell'**entità di risorse necessarie ad ogni singolo** individuo di una specifica comunità.



È espressa come **l'area totale (in ettari) che serve a creare le risorse di un singolo e per smaltire i suoi rifiuti.**

Puoi calcolare la tua personale footprint con il software disponibile nel sito <http://www.ecologicalfootprint.com/>



Renewable natural resources

- Sunlight
- Wind energy
- Wave energy
- Geothermal energy



Nonrenewable natural resources

- Crude oil
- Natural gas
- Coal
- Copper, aluminum, and other metals

Particolare attenzione deve essere posta all'**utilizzo sostenibile di risorse non rinnovabili**.

L'uso di queste deve essere minimizzato cercando di favorire, quando possibile, il loro riciclaggio.

La **geochimica** e **applicazioni mineralogico petrografiche** possono contribuire alla massima **valorizzazione** delle **risorse naturali** e suggerire **strategie** per il **riciclaggio** e la **riqualificazione** dei rifiuti.

Nel corso verrà discusso anche il ruolo della geochimica e delle discipline associate per il **reperimento** di alcune **materie prime** importanti per l'**industria**.

Verranno menzionate strategie per ottenere **riqualificazione** dei **materiali**, cioè tecniche attraverso le quali si può incrementare il valore di un materiale esistente.

Verranno inoltre menzionate **problematiche ambientali** collegate allo **sfruttamento** di queste **risorse** e alla **gestione dei rifiuti**.

Molte delle analisi geochimiche e minero-petrografiche si possono effettuare grazie a strumenti disponibili presso i Dipartimenti di Scienze della Terra distribuiti sul territorio nazionale.

Fra questi il Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra dell'Università di Ferrara, rinomato per l'eccellenza in questi ambiti di ricerca

Esempi di ricerche applicative

**Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra
Università di Ferrara**



Sabbie ferrettizzate

Attraverso un separatore magnetico si è sperimentata la deferrizzazione delle sabbie naturali della pianura ferrarese. Il valore del materiale di partenza viene aumentato notevolmente.

L'esperienza è stata poi trasferita a livello industriale.

Le sabbie deferrizzate, utilizzate principalmente nel settore del gres porcellanato e smaltato e in mono-porosa chiara, sono il risultato ultimo del processo di selezione.

Tale processo è realizzato grazie a una tecnologia di trattamento e processi industriali sviluppati a fronte di continui studi e ricerche.

<http://www.gruppoorpelli.it/pages/sabbie/sabbie-essicate-e-deferrizzate.php>



Zeoliti in agricoltura

Recenti sperimentazioni hanno evidenziato che l'uso delle zeoliti naturali è in grado di svolgere un ruolo di primaria importanza nella correzione di suoli caratterizzati da bassa capacità di scambio cationico e di scarsa ritenzione idrica, per le seguenti proprietà:

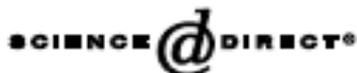
- ✓ incremento della capacità di scambio cationico con lento rilascio di macroelementi (potassio ed azoto ammoniacale) e di microelementi vari, con il vantaggio duplice di: riduzione dei concimi da apportare e mantenimento delle riserve nutritive del terreno;
- ✓ incremento della ritenzione idrica del terreno con conseguente riduzione della frequenza delle irrigazioni e dei fenomeni di stress idrico;
- ✓ azione tampone nei confronti degli effetti ossidativi di fertilizzanti ed antiparassitari;
- ✓ abbattimento dei fenomeni di dilavamento degli elementi nutritivi fondamentali con riduzione degli effetti inquinanti prodotti dall'azoto dilavato.



Riqualficazione dei rifiuti da demolizione



Available online at www.sciencedirect.com



waste  management

Waste Management 25 (2005) 149–159

www.elsevier.com/locate/wasman

Recycling of construction and demolition waste materials: a chemical–mineralogical appraisal

G. Bianchini *, E. Marrocchino, R. Tassinari, C. Vaccaro

Department of Earth Sciences, University of Ferrara, Corso Ercole I D'Este n.32, 44100 Ferrara, Italy

Accepted 7 September 2004

Abstract

Building activity is currently demanding remarkable amounts of inert materials (such as gravel and sand) that are usually provided by alluvial sediments. The EU directives and Italian Legislation are encouraging the re-use of construction and demolition waste provided by continuous urban redevelopment. The re-utilisation of building waste is a relatively new issue for Italy: unfortunately the employment of recycled inert materials is still limited to general bulk and drainage fills, while a more complete re-evaluation is generally hampered by the lack of suitable recycling plants. In this paper, chemical–mineralogical characterization of recycled inert materials was carried out after preliminary crushing and grain-size sorting. XRF and XRD analysis of the different grain-size classes allowed us to recognise particular granulometric classes that can be re-utilised as first-order material in the building activity. Specifically, the presented chemical–mineralogical appraisal indicates that the recycled grain-size fraction 0.6–0.125 mm could be directly re-employed in the preparation of new mortar and concrete, while finer fractions could be considered as components for industrial processing in the preparation of cements and bricks/tiles.



Construction and Demolition Waste

C&DW



Riqualficazione dei rifiuti da demolizione



<https://urbanpost.it/amatrice-ricostruzione-oltre-il-danno-la-beffa/>

I rifiuti da costruzione e demolizione (C&D) sono un problema impellente in particolare nelle aree terremotate.

Soprattutto in queste aree vi è la necessità di inventare protocolli per il riciclaggio di questi materiali.

Aree minerarie e problematiche ambientali



Problemi ambientali sono noti in zone minerarie anche per l'utilizzo di reagenti chimici utili a separare e concentrare il metallo desiderato. Qualche esempio:

Ricerca d'oro

Quando l'oro si trova libero, distribuito in particelle finissime, invisibili ad occhio nudo, viene spesso utilizzato il processo di "amalgamazione".

In questo processo la matrice prevalente viene macinata finemente e trattata con mercurio, che forma un amalgama con loro, trattenendolo, mentre il resto del minerale rimane inalterato.

In un secondo momento per separare l'oro dal mercurio si sottopone l'amalgama a riscaldamento, facendo così evaporare il mercurio, il quale, diventando aeriforme, torna a inquinare l'ambiente e soprattutto può procurare alla salute dell'incauto operatore danni molto gravi.

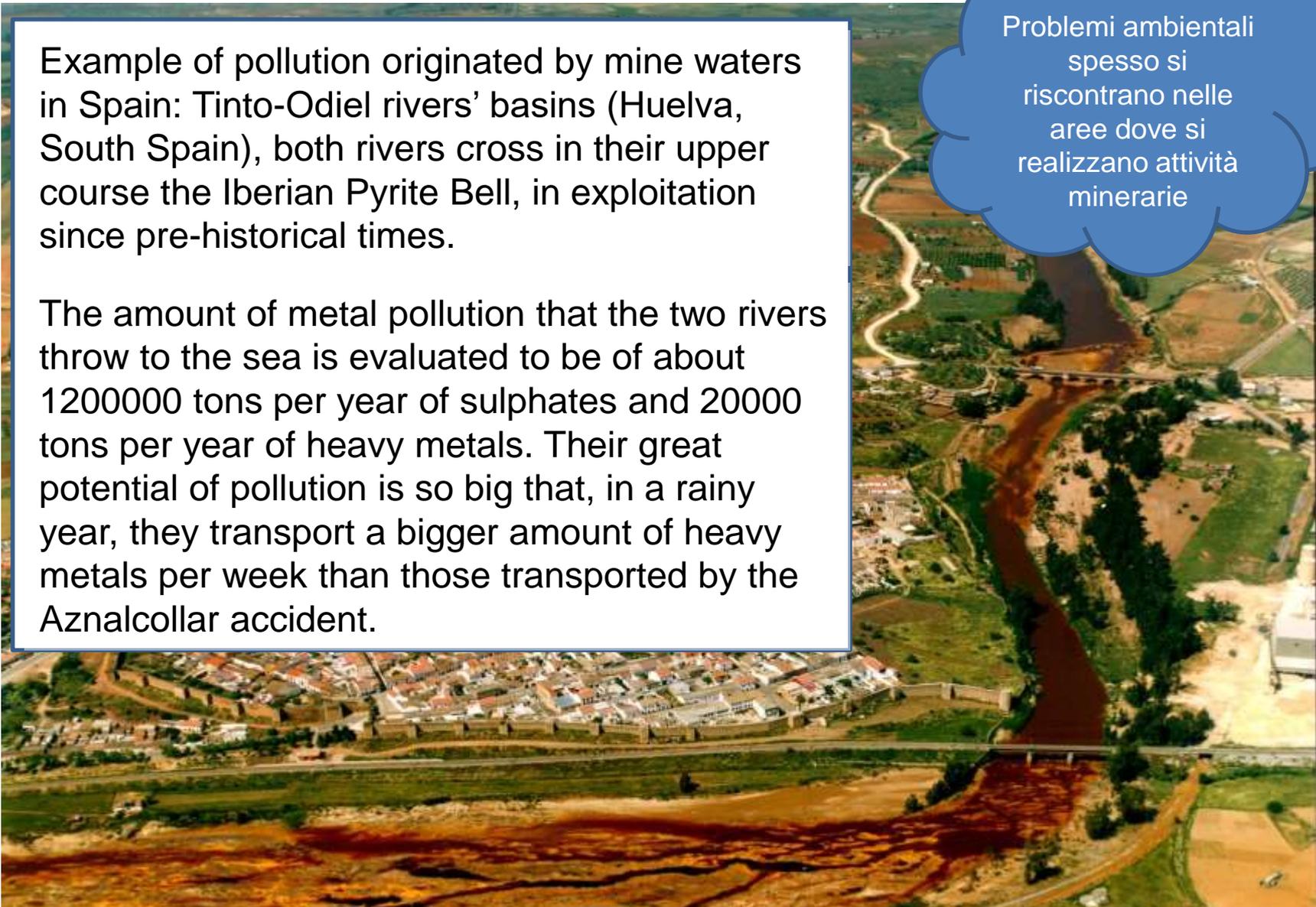
E' noto che il mercurio è molto nocivo per la salute. La sua velenosità, il contatto manuale e i suoi vapori causano danni al sistema nervoso centrale, al cuore, ai reni e necrosi alle mascelle. Minatori in pensione erano spesso colpiti da questi mali.

Un altro metodo di separazione consiste nell'utilizzo di cianuro, il quale è un anione che deriva dalla dissociazione dall'acido cianidrico (HCN). Questo composto ha la capacità di combinazione con metalli come Ag e Au a formare sali complessi. Anche in questo caso l'elevata tossicità rappresenta un problema.

Miniere in Spagna

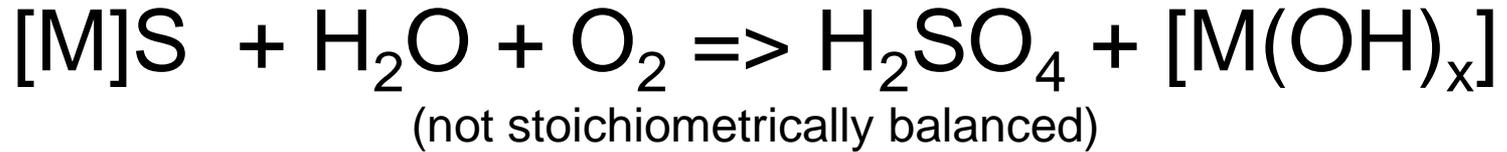
Example of pollution originated by mine waters in Spain: Tinto-Odiel rivers' basins (Huelva, South Spain), both rivers cross in their upper course the Iberian Pyrite Belt, in exploitation since pre-historical times.

The amount of metal pollution that the two rivers throw to the sea is evaluated to be of about 1200000 tons per year of sulphates and 20000 tons per year of heavy metals. Their great potential of pollution is so big that, in a rainy year, they transport a bigger amount of heavy metals per week than those transported by the Aznalcollar accident.

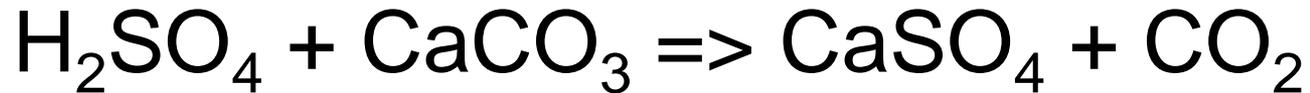


Problemi ambientali spesso si riscontrano nelle aree dove si realizzano attività minerarie

Metal Sulphide + Water + Oxygen =>
Acid + Metal



Acid + Alkali => "Salt" + Carbon Dioxide



Environmental Impact from:

- Acidity
- Metals in solution (in acid or alkaline environments)
- Salinity
- Sludge precipitates

Sulphide Minerals

Pyrite (FeS_2)

Marcasite (FeS_2)

Galena (PbS)

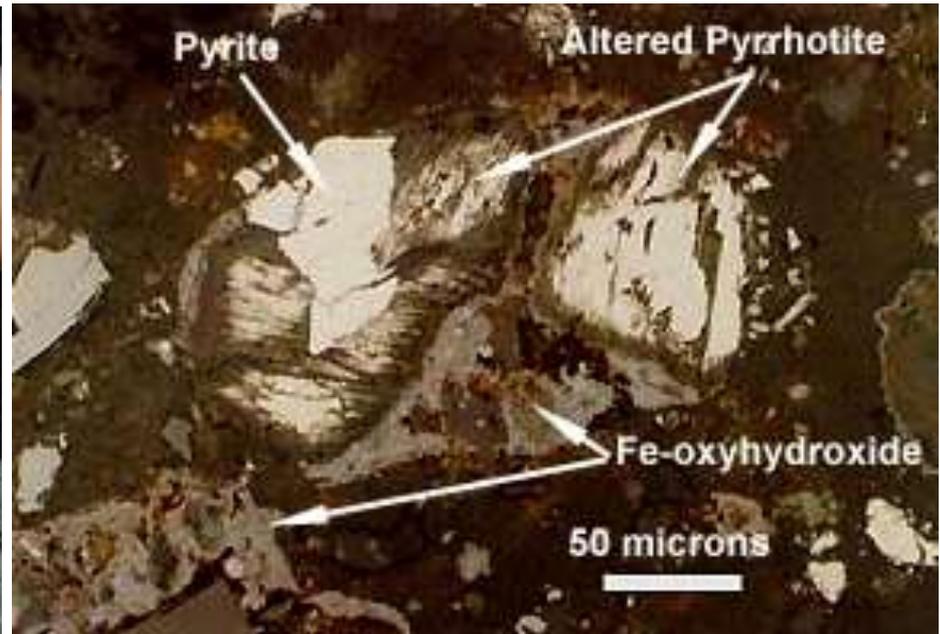
Arsenopyrite (FeAsS)

Pyrrhotite ($\text{Fe}_{(1-x)}\text{S}_x$)

Chalcopyrite (CuFeS_2)

Sphalerite (ZnS)

Bornite (Cu_5FeS_4)



In the surroundings of mining activities water chemistry depends on:

- ✓ Rate and extent of oxidation
- ✓ Rate and extent of metal release
- ✓ Quantity of material
- ✓ Contained metals
- ✓ Site hydrology and climate
- ✓ Accumulation of oxidation products
- ✓ pH/solubility controls, flowpath reactions
- ✓ Control technology



Paesi in via di sviluppo -

I problemi ambientali in aree minerarie sono di notevole attualità soprattutto nei paesi in via di sviluppo.



Il collasso di altre civiltà

Cercando di imparare dagli errori degli altri.....



The haunting statues of Easter Island were erected by a sophisticated civilization that collapsed after depleting its resource base and devastating its island environment.