

N. Prot. **INTERNO**

cl. LU.01.23.25/1.1

del 26/11/14

a mezzo: PEC, FAX, AR, ecc.

PARERE SPECIALISTICO

Di seguito si riportano le considerazioni relative agli aspetti di carattere ambientale per una ricostruzione del modello concettuale del sito contaminato LU281. Le note sono finalizzate alla redazione da parte del dipartimento di Lucca del parere di competenza per la conferenza dei servizi convocata per il 28/11/2014.

Le valutazioni si basano sulla documentazione relativa al piano di caratterizzazione presentato dal comune di Pietrasanta e su due relazioni tecniche ricevute di recente a seguito della vicenda relativa al tallio nella rete acquedottistica (relazione geol Pistilli e relazione dell'università di Pisa) che sono brevemente valutate a termine delle considerazioni sul modello concettuale..

Le sorgenti di contaminazione, come definite dalle indagini di caratterizzazione svolte fino ad oggi, risultano essere identificate come sotto riportato:

A) ACQUE DI MINIERA

Il fenomeno della lisciviazione dei minerali presenti nei corpi minerari interni alle gallerie (essenzialmente pirite), attraverso la formazione di acido solforico per ossidazione dei minerali stessi è un fenomeno ben conosciuto e studiato in tutto il mondo essendo uno dei principali problemi ambientali delle aree minerarie dismesse. Nel bacino del torrente Baccatoio le sorgenti di rilascio connesse alle acque di miniera ("*acid mine drainage*") sono attualmente attive e dipendono dalla lisciviazione dei depositi minerari interessati in passato dagli scavi minerari. E' un fenomeno strettamente connesso all'attività mineraria in quanto i depositi minerari naturalmente non presentano circolazioni idriche tali da determinare lisciviazioni importanti. Solo le attività di escavazione e frantumazione del minerale possono determinare,

attraverso l'aumento esponenziale delle superfici di contatto tra minerali e acqua di circolazione, l'amplificazione del fenomeno fino ad arrivare alla produzione di rilevanti quantità di acque di miniera ad altissimi contenuti di metalli pesanti. Queste acque di miniera possono poi contaminare sia le acque superficiali nel caso di loro immissione diretta nelle acque superficiali o contaminare le acque sotterranee attraverso la loro infiltrazione in profondità. Un esempio eclatante è quello della miniera di Campiano dove solo a seguito della chiusura negli anni ottanta delle attività minerarie, con conseguente allagamento dei vuoti minerari, si è innescato il fenomeno con produzione di grandi quantità di acque di miniera attualmente oggetto di interventi di messa in sicurezza. Nell'area in oggetto le acque di miniera sono prodotte nei sistemi di gallerie del M.te Arsiccio, Le Basse e Pollone. Queste possono fuoriuscire a giorno direttamente dagli sbocchi delle gallerie (A1) o da emergenze sorgive dopo percorsi sotterranei più o meno lunghi in funzione della permeabilità delle formazioni rocciose attraversate (A2). La produzione di acque di miniera e le loro modalità di mobilitazione concernono, da una parte la qualità delle acque ad uso idropotabile, in quanto alcune delle sorgenti presenti nel bacino sono captate dall'acquedotto, dall'altra l'alimentazione della contaminazione in fase solida già presente in dimensioni massicce nei sedimenti del torrente Baccatoio.

A1) Le acque di miniera, cariche di contaminanti, prodotte all'interno dei vuoti minerari nei due sistemi di gallerie di M.te Arsiccio e Pollone alimentano il torrente Baccatoio rispettivamente in testa di valle (sopra la strada per S.Anna) e subito sopra Valdicastello determinando, con l'improvviso innalzamento del pH, la precipitazione in forma solida (sedimenti e trasporto solido in generale) dei principali contaminanti rilevati nei sedimenti del torrente. I punti di fuoriuscita dalle gallerie sono facilmente intercettabili previa ricostruzione delle variazioni di portata caratteristiche di ogni sistema minerario. Più difficile l'identificazione delle fuoriuscite di acque di miniera che avvengono attraverso i depositi clastici di scarti dell'attività mineraria presenti nelle aree minerarie. Un esempio è la discarica di base dell'area mineraria di M.te Arsiccio, interessata da una circolazione di acque di miniera (pH < 4, campione C2 della caratterizzazione), che risulterebbe distinta dalle acque fluenti dell'adiacente impluvio. Vista però la limitata distribuzione dei corpi detritici tali apporti potrebbero essere proporzionalmente poco rilevanti rispetto alle uscite dirette delle gallerie. Come evidenziato anche dalle indagini di Unipi gli effetti di diluizione e precipitazione limitano alle immediate vicinanze degli sbocchi delle gallerie minerarie gli effetti contaminanti, tranne nei periodi di magra quando la scarsità di acque di ruscellamento "pulite" riducono gli effetti di diluizione e rallentano la risalita del pH comportando il trasporto in fase solubile nelle acque superficiali per tragitti più lunghi.

A2) Una parte delle acque di miniera, in percentuali che sono ancora da determinare, penetra nelle formazioni incassanti miscelandosi con le acque sotterranee di circolazione profonda e determinando una potenziale contaminazione delle sorgenti alimentate da tali circuiti. La conformazione geologica del bacino del torrente Baccatoio, che vede la presenza, nei livelli inferiori della successione tettonica, di formazioni a medio-bassa permeabilità (filladi e scisti) sormontati da formazioni ad elevata permeabilità (calcari e marmi) limita, fortunatamente, la circolazione profonda di queste acque contaminate che nella stragrande maggioranza dei casi fuoriescono a giorno in prossimità delle aree minerarie precedentemente indicate. Solo localmente (vedi ad es. la sorgente dei Mulini posizionata immediatamente a valle del sistema minerario M.te Arsiccio-Le Basse) le acque di sorgente possono essere contaminate dalle acque di miniera o, più in generale, da fenomeni di lisciviazione dei depositi minerari sepolti. Tutte le altre sorgenti campionate presentano valori di contaminanti ed in particolare di tallio, caratterizzato da una mobilità maggiore rispetto agli altri metalli pesanti, molto bassi. Manca però ancora un censimento sistematico delle sorgenti e dei relativi circuiti sotterranei del substrato, studio che è stato sollecitato già in passato e in parte realizzato solo per l'area di M.te Arsiccio (vedi relazione geol. Pistilli).

Gli interventi di bonifica che riguardano le acque di miniera dovrebbero essere studiati e progettati in modo da limitare la lisciviazione dei depositi minerari da parte delle acque di percolazione e intercettare le acque di miniera prima della loro venuta a giorno.

B) SEDIMENTI DEL TORRENTE BACCATOIO

Il torrente Baccatoio, in modo saltuario fino alla zona immediatamente a monte di Valdicastello, dove l'attuale alveo risulta essere essenzialmente in erosione, e con continuità e spessori crescenti spostandosi verso la pianura costiera, presenta un materasso alluvionale che, nel talweg attuale e almeno fino alle profondità indagate nella caratterizzazione, risulta contaminato da metalli pesanti con valori particolarmente elevati per As, Hg, Cd, Sb, Zn, Pb. Tali sedimenti possono essere una sorgente diretta di contaminazione (B1) o determinare, per fenomeni di adsorbimento/desorbimento, una sorgente di contaminazione secondaria nei confronti delle acque sotterranee (B2, acquifero di subalveo). Da citare il fatto che il tallio (dati della caratterizzazione, tabella "*stream sediment*" nella presentazione ARPAT a RT del 6 ottobre 2014, riportata in allegato a questa nota) risulta presente sempre con valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale (<5 mg/kg) a differenza di valori per alcuni dei metalli precedentemente citati che raggiungono anche il g/kg.

B1) Negli anni i contaminanti precipitati a seguito dell'innalzamento dei pH dalle acque di miniera in uscita dalle gallerie si sono concentrati nei sedimenti che costituiscono il materasso alluvionale del torrente Baccatoio e che arrivano fino allo sbocco in mare. La caratterizzazione ha evidenziato che tali sedimenti sono altamente contaminati non solo in superficie ma anche in profondità. Un carotaggio effettuato nel 2009 (vedi presentazione per RT) ubicato a valle della SP Sarzanese, evidenzia come la contaminazione sia presente anche in tutte le carote di 2m di profondità. I risultati della caratterizzazione effettuata nel 2011-12 ha permesso di evidenziare come la contaminazione da metalli pesanti aumenti drasticamente spostandosi verso monte fino a raggiungere i valori massimi in corrispondenza delle due aree minerarie (M.te Arsiccio e Pollone) e degli impianti di lavorazione (Rezzaio e Capanne). Questa contaminazione dei sedimenti determina la possibilità di rischi sanitari per contatto diretto (dermico o ingestione/inalazione di polveri) al momento resa provvisoriamente inattiva da avvisi di interdizione sull'alveo. Il trasporto dei contaminanti avviene per mobilizzazione fisica e trascinamento durante le piene del torrente e potrebbe risultare di particolare gravità solo in caso di esondazione. La caratterizzazione ha comunque permesso di delimitare il fenomeno ed evidenziare la presenza di fenomeni di attenuazione con la distanza. A parte gli avvisi di interdizione sui tratti più contaminati questa sorgente non è bonificabile. Col tempo, interrotte le alimentazioni delle acque di miniera che ne costituiscono il maggior contributo, tenderà a ridursi molto gradualmente per effetto di fenomeni di diluizione e dispersione. Al momento non è ancora stato definito il confine tra i sedimenti contaminati dell'attuale alveo e i sedimenti più antichi che costituiscono il restante materasso alluvionale. L'assenza di contaminazioni importanti nei pozzi captanti l'acquifero di subalveo sembra indicare come i sedimenti più antichi siano esenti o comunque interessati solo limitatamente alla contaminazione in fase solida.

B2) A differenza dei sistemi idrogeologici profondi di cui, come detto in precedenza, è comunque necessario un approfondimento di indagine, ben conosciuto e monitorato in fase di caratterizzazione è invece il sistema idrogeologico del materasso alluvionale del torrente Baccatoio (acquifero di subalveo). Tale sistema è direttamente connesso alle acque del torrente da cui viene alimentato o ne è alimentazione a seconda delle portate superficiali. Tutti i pozzi domestici campionati e analizzati, vicini o lontani dalle aree minerarie, indicano l'assenza di contaminazioni rilevanti nelle acque sotterranee di questo acquifero (vedi tabella "groundwater" nella presentazione per RT). Questo fatto è in accordo con le analisi di caratterizzazione delle acque superficiali del torrente Baccatoio che non presentano particolari fenomeni di contaminazione in assenza di trasporto solido ("freshwater" nella presentazione

per RT). Solo il tallio, essendo un elemento con elevata capacità di solubilizzazione, presenta saltuariamente e in particolari circostanze (basse portate in prossimità delle fuoriuscite di acque di miniera) valori che possono arrivare a qualche decina di $\mu\text{g/l}$ per la zona del Pollone e a superare i $100 \mu\text{g/kg}$ per l'area di M.te Arsiccio).

C) STRUTTURE MINERARIE.

Discariche minerarie, impianto di lavorazione di Rezzaio e le vasche di decantazione in località le Capanne rappresentano sorgenti secondarie di contaminazione a causa della presenza di sterili e residui della lavorazione del minerale estratto. Queste sorgenti di contaminazione andrebbero trattate come siti contaminati a sè ed indagate singolarmente con priorità sull'area delle vasche di decantazione degli sterili inglobate in parte nel tessuto urbano di Valdicastello. In queste vasche è stato decantato anche il residuo della lavorazione del cinabro proveniente dalle miniere di Levigliani e presentano quindi una contaminazione da mercurio di entità maggiore rispetto a quella derivante dalle aree minerarie del bacino del Baccatoio (M.te Arsiccio e Pollone). La distribuzione della contaminazione per questo metallo (vedi grafici nella presentazione per RT) evidenziano nettamente questo fatto. Anche sulle discariche minerarie ci sarebbe da capire se risultano non interessate da importanti fenomeni di lisciviazione come indicato dall'università o invece sono determinanti nel rilascio di acque contaminate come evidenziato dall'utilizzo di questi materiali come riempimenti in alcuni lavori stradali. Probabilmente vecchie discariche come quella sulla strada per Sant'Anna (area mineraria di M.te Arsiccio) ha un rilascio limitato essendo costituita da residui minerari molto vecchi le cui superfici di contatto si sono con il tempo attenuate. Rimobilizzare tali materiali potrebbe invece rinnovare le superfici di contatto riattivando in pieno il fenomeno della lisciviazione acida come è successo al materiale utilizzato per realizzare il terrapieno stradale. Da tener presente, inoltre, che solo se nelle discariche sono presenti le mineralizzazioni a solfuri può verificarsi il rilascio dei contaminanti. Discariche di sterili non contenenti solfuri non presentano le condizioni e i contenuti di metalli per rappresentare sorgenti importanti di contaminazione. Sulle discariche minerarie necessitano dunque interventi di censimento, delimitazione e determinazione della propensione alla lisciviazione. Per l'area di M.te Arsiccio tale attività (censimento e delimitazione) è stata in parte realizzata nello studio del geol. Pistilli. Mancano i dati sulla propensione al rilascio della contaminazione. Ancora assenti invece informazioni sulle aree del Pollone e del Le Basse.

D) Una sorgente individuata durante la attività di caratterizzazione e che determina un innalzamento delle concentrazioni in particolare di Pb e Sb è stata individuata nel tiro a volo

ubicato lungo il corso del Rio Fondo, affluente di destra del torrente Baccatoio. La contaminazione in oggetto è presente solo nel campione a valle dell'impianto indicando come questo bacino secondario del torrente Baccatoio, pur essendo stato in passato oggetto di ricerca ed estrazione mineraria (concessione Argentiera-Santa Barbara), non sia interessato dalla contaminazione connessa alle attività minerarie. Qui risultano essere anche presenti concentrazioni elevate di IPA derivanti dai frammenti di piattelli. In quest'area gli interventi di bonifica dovrebbero riguardare la rimozione dei rifiuti a vista (depositi di pallini e di frammenti di piattello) previa una caratterizzazione mirata sito-specifica ed una eventuale analisi di rischio.

Per quanto riguarda il problema della presenza del tallio, come già detto, tale novità non modifica sostanzialmente le modalità di approccio già messe in campo per quanto riguarda gli aspetti connessi alle problematiche ambientali. E' vero che avendo una chimica più simile ad elementi anionici come il potassio, può presentare fenomeni di mobilità nelle acque maggiori rispetto agli altri metalli pesanti determinando in tal modo la contaminazione di sorgenti utilizzate a scopo idropotabile, ma resta comunque un elemento poco rappresentato a differenza degli altri metalli pesanti che presentano una distribuzione essenzialmente nella matrice solida ma diffusa su tutta l'estensione dei sedimenti di alveo del torrente.. Si rileva, dai dati di caratterizzazione (vedi tabelle nella presentazione a RT), che il tallio è presente in medio-basse concentrazioni nelle acque di miniera (ordine di qualche centinaio di $\mu\text{g/L}$), in quantità molto ridotte o assente nelle acque superficiali e sotterranee (ordine di pochi $\mu\text{g/L}$) e sempre assente nei sedimenti (vedi dati). Questa situazione fa pensare che possa essere mobilizzato essenzialmente dalle acque superficiali o di subalveo essendo scarsamente soggetto alla precipitazione con l'innalzamento del pH ma essendo comunque presente in basse concentrazioni sin dalle aree sorgenti (gallerie minerarie) non determini mai concentrazioni particolarmente rilevanti al di fuori di tale ambito (si parla di massimo 10-15 $\mu\text{g/l}$ nella sola sorgente dei Mulini - campione F1 - e sotto i pochi $\mu\text{g/l}$ o assente nelle altre acque superficiali e sotterranee). Arsenico, cadmio e soprattutto mercurio sono invece elementi più preoccupanti da un punto di vista ambientale e sanitario. Il mercurio, in particolare, a causa della sua volatilità, può determinare rischi sanitari specialmente in prossimità delle sorgenti secondarie (sedimenti, vasche e discariche).

Note alla proposta dell'Università di Pisa (Unipi)

La proposta presentata da Unipi copre in parte quanto già richiesto in sede di valutazione del piano di caratterizzazione (ricostruzione dei circuiti idrogeologici), attraverso anche tecniche innovative quali quelle isotopiche.

Nella proposta si distinguono cinque principali attività di indagine così suddivise:

Attività 1) Indagini Geologico/mineralogiche. Hanno come obiettivo (attività 1a) la localizzazione e caratterizzazione, all'interno delle gallerie minerarie, dei depositi minerari oggetto del rilascio dei contaminanti, con particolare attenzione per il tallio e (attività 1b) la caratterizzazione delle fasi solide precipitate dalle acque di miniera nell'alveo del torrente Baccatoio durante la loro evoluzione da condizioni acide a condizioni neutre o alcaline.

L'attività 1a, sicuramente interessante per quanto riguarda il fenomeno di produzione delle acque di miniera, si collega all'attività 4 che prevede lo studio dei fenomeni biologici che stanno alla base del rilascio dei contaminati. L'identificazione delle comunità batteriche comporta la possibilità di utilizzare anche tecniche biologiche di attenuazione dei fenomeni di rilascio dalla sorgente primaria.

Attività 2) Indagini idrogeologiche. Prevedono la ricostruzione delle circolazioni idrogeologiche e idrologiche a livello di bacino attraverso anche tecniche isotopiche (attività 3). Sono previste tre sottoattività. La prima (2a) riguarda la ricostruzione dell'assetto idrostrutturale del bacino del torrente Baccatoio. Tale attività si sovrappone a quanto già realizzato per l'area mineraria di Mte Arsiccio dal geol. Pistilli e risulta di fondamentale importanza per la definizione di eventuali contaminazioni di altre sorgenti presenti nel bacino. L'attività 2b prevede la ricostruzione dell'acquifero di subalveo e le sue connessioni con la circolazione superficiale. Fondamentale per l'intera attività 3 l'acquisizione di dati idrologici e idrogeologici di magra e di piena, aspetto richiesto più volte nelle fasi di caratterizzazione e mai effettuato.

Attività 3) Indagini geochimiche. Sono previsti campionamenti e rilievi su vari punti relativi a acque superficiali e sotterranee (non esplicitati nella proposta) su cui realizzare analisi isotopiche e qualitative a supporto delle considerazioni idrogeologiche e geologico/mineralogiche delle prime due fasi. Questa attività deve necessariamente essere coordinata con ARPAT per poter permettere l'effettuazione delle validazioni previste dalla normativa nell'ambito delle caratterizzazioni ambientali.

Attività 4) Vedi quanto già detto per l'attività 1a.

Attività 5) Prevedono attività analitiche relative alla biodisponibilità da parte di specie vegetali di elementi potenzialmente tossici e tossici da effettuarsi sia in situ, attraverso campionamenti di specie presenti in loco, sia in laboratorio (serre e camere di crescita).

I prodotti delle attività di indagine proposte consentiranno di completare il modello concettuale già esposto attraverso il completamento delle conoscenze relative alla mobilitazione dei contaminanti dalle sorgenti già individuate e definire in parte la loro disponibilità nei confronti delle attività umane localizzate all'interno delle aree contaminate.

Si rileva sostanzialmente l'utilità delle indagini proposte che devono però essere integrate con quanto già realizzato o in fase di realizzazione (relazione geol. Pistilli e eventuali integrazioni sulle altre aree minerarie) per quanto riguarda le attività 1, 2 e 3. L'attività 4 è caratterizzata da attività innovative e particolarmente specialistiche di difficile valutazione. Certamente valido il contributo, specialmente se l'indagine può effettivamente individuare, ai fini dei successivi interventi di bonifica, flore batteriche da utilizzare per l'attenuazione dei fenomeni di lisciviazione dei contaminanti dalle sorgenti di rilascio sia primarie che secondarie. L'attività 5, certamente rilevante per il contesto antropico nel quale sono ubicate le sorgenti di contaminazione, comprende esclusivamente indagini di biodisponibilità su specie vegetali, trascurando gli effetti della contaminazione sul biota acquatico e ripario del torrente.

Note alla relazione del geol. Pistilli dal titolo “Rilievi propedeutici alla progettazione dell'intervento di sbarramento idraulico del sito inghiottitoio nelle miniere di Mte Arsiccio” costituita da una relazione tecnica e 5 tavole.

Lo studio ha previsto una ricostruzione di dettaglio dell'area mineraria di Mte Arsiccio comprensiva dell'assetto geologico (litologico, strutturale e idrogeologico), geomorfologico e delle infrastrutture minerarie. Per quanto riguarda gli aspetti geomorfologici da rilevare la ricostruzione dei depositi di detrito legati alle attività di miniera e la ricostruzione temporale dell'evoluzione del sinkhole connesso al collasso di una porzione degli scavi in sotterraneo. I depositi di detrito risultano in buona parte rinaturalizzati; solo il deposito più basso (discarica di M.te Arsiccio, oggetto dell'intervento di capping ora sospeso) presenta i maggiori volumi (stimati 10.000mc) e una propensione alla mobilità legata agli eventi di piena degli impluvi. Tale struttura era stata inizialmente individuata come area di intervento per la sua impermeabilizzazione superficiale. Le ragioni di tale intervento e la sua progettazione non risultano essere state sottomesse e discusse dalla CdS. La documentazione è stata richiesta ma non ancora ricevuta. La struttura di collasso ricostruita con rilievi di dettaglio sul terreno e foto aeree storiche presenta estese fratturazioni che favoriscono l'assorbimento di acque di ruscellamento. E' una imponente struttura che in base alla ricostruzione riportata in sezione (6.2.4.1) veicola le acque di infiltrazione verso le gallerie dei livelli inferiori del sistema minerario di Mte Arsiccio. Eventuali interventi di intercettazione delle acque a monte dell'area mineraria

risultano di difficile attuazione sia per la particolare asperità dei versanti sia per l'instabilità connessa al collasso.

L'approfondimento di indagine in quest'area dovrà permettere di valutare le portate in uscita dal sistema minerario finalizzate al dimensionamento dell'impianto di trattamento, da effettuarsi con l'ausilio anche della geochimica isotopica secondo la proposta di UNIPI. Nella proposta di UNIPI è inoltre previsto uno studio sulle attività microbiche che favoriscono l'acidificazione delle acque di miniera che dovrebbe eventualmente suggerire anche interventi interni alle gallerie per ridurre gli effetti di lisciviazione delle mineralizzazioni.

Pisa, 26 Novembre 2014

Dott. Geol. Fabrizio Franceschini