

SOMMARIO

Editoriale

Le terre e rocce da scavo:
evoluzione normativa
senza fine

Ing. Domenico Savoca

Giornata di Studio

Problemi di Georingegneria:
aspetti ambientali e di sicurezza
legati allo stoccaggio di fluidi
nel sottosuolo

Geofluid, Piacenza - 1 ottobre 2014

Focus

Le miniere di sali alcalini
della Sicilia - 2ª Parte

Ing. Claudia Chiappino,

Ing. Michele Simili

Coordinamento editoriale: Ing. Deana Sbarzaglia



Associazione Nazionale Ingegneri
Minerari, delle Georisorse, delle
Geotecnologie, dell'Ambiente
e del Territorio

Presidente: **Ing. Domenico Savoca**

Presidente Onorario: **Ing. Carmelo Latino**

Segretario generale: **Ing. Sergio Polselli**

Sede Legale: C.so Italia, 102 • 00198 Roma
Corrispondenza - A.N.I.M. - Ass. Ingegneri Minerari
via Battindarno, 2 - 40133 Bologna
cell. 335 5860519 - tel./fax: 051 382023
e-mail: m.xibilia@libero.it - minerari@libero.it
www.anim-minerari.it

Le terre e rocce da scavo: evoluzione normativa senza fine

Domenico Savoca

Il legislatore nazionale non riesce ancora a trovare un punto di equilibrio per la gestione delle terre rocce da scavo: in ultimo, con il decreto legge "Sblocca Italia" n. 133 del 12 settembre 2014, al fine di rendere più agevole la realizzazione degli interventi che comportano tale gestione, ha previsto l'emanazione di un decreto del Presidente della Repubblica, entro novanta giorni dalla data di conversione del decreto legge stesso, contenente disposizioni di riordino e di semplificazione della materia. L'ulteriore intervento con un nuovo decreto dovrà servire a coordinare le disposizioni vigenti, assicurandone la coerenza giuridica, logica e sistematica e per semplificarne il linguaggio, nonché per assicurare la proporzionalità della disciplina all'entità degli interventi da realizzare. Il decreto legge n. 133/2014 ha voluto richiamare, infine, l'art. 15 delle disposizioni sulla legge in generale premesse al codice civile circa le modalità di abrogazione o modifica di una legge, forse per ricordare al legislatore i propri doveri in materia di scrittura delle leggi stesse. La necessità di un ulteriore provvedimento normativo fa emergere con tutta evidenza come l'intera legislazione in materia di terre e rocce da scavo sia caratterizzata, nella sua convulsa evoluzione, da ingiustificata complessità, mancanza di chiarezza e coordinamento con la restante legislazione ambientale, sia giuridicamente non coerente e scritta con un linguaggio di non immediata comprensione. L'affermazione precedente, contenuta, peraltro, in un provvedimento legislativo, costituisce il punto massimo raggiunto dalla critica circa la sostanziale inefficacia, dal punto di vista ambientale e del reimpiego produttivo delle terre e rocce da scavo, degli interventi normativi succedutisi negli ultimi due anni, ad un ritmo certamente insostenibile per una corretta gestione della materia da parte della Pubblica Amministrazione e per i necessari adempimenti in carico agli operatori privati. Le necessità di continui adeguamenti normativi è dovuta per la gran parte alla non conoscenza delle problematiche del settore da parte del legislatore, che ha ritenuto di regolare un'attività importante e delicata con disposizioni calate dall'alto, senza averne le specifiche competenze tecniche e senza aver valutato, come previsto dall'attuale legislazione, gli impatti effettivi sull'ambiente e sul sistema produttivo.

Appare opportuno ripercorrere l'evoluzione normativa dal 2012.

E' risultato certamente positivo l'obiettivo fissato dal Parlamento al Ministero dell'ambiente con l'art. 49 del decreto legge n. 1/2012, secondo la formulazione contenuta nella legge di conversione n. 27/2012, di emanare un regolamento per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo e per la definizione delle condizioni alle quali gli stessi materiali possono essere classificati sottoprodotti in applicazione dell'art. 182 bis del Testo Unico sull'ambiente (decreto legislativo n. 152/2006). Il Ministero dell'ambiente ha provveduto con decreto ministeriale n. 161/2012 a dare attuazione alla delega normativa, abolendo la disciplina precedente contenuta nell'art. 186 del Testo Unico sull'ambiente, dettando una serie di disposizioni, soprattutto con riferimento ai piccoli cantieri, caratterizzate da pignoleria burocratica non giustificata dalle effettive necessità di tutela ambientale, prevedendo, inoltre, campionamenti ed analisi spesso ridondanti e non sempre necessari alla stretta qualificazione del materiale quale sottoprodotto. Il decreto ministeriale n. 161/2012, pur nella sua complessità strutturale, ha fornito alcune definizioni utili alla effettiva individuazione dei materiali ai quali applicare la normativa sulle terre e rocce da scavo. Quale elemento caratterizzante e di specificazione rispetto alla genericità della terminologia relativa alle terre e rocce da scavo, è stata fornita la definizione di "materiale da scavo", individuato come suolo o sottosuolo, con eventuali presenze di riporto, derivanti dalla realizzazione di un'opera, come, ad esempio, scavi in genere, perforazioni, trivellazioni, palificazioni, consolidamenti, opere infrastrutturali, rimozione e livellamento di opere in terra. Per quanto di specifico interesse minerario, rientrano tra i "materiali da scavo" i materiali litoidi provenienti da escavazioni effettuate negli alvei, nonché i residui di lavorazione di materiali lapidei (marmi, graniti, pietre, ecc), anche non connessi alla realizzazione di un'opera e non contenenti sostanze pericolose (quali ad esempio flocculanti con

acrilammide o poliacrilammide). La norma precedente ha destato particolare allarme in molti operatori, soprattutto negli esercenti attività estrattive di sabbia e ghiaia, nelle quali il processo produttivo prevede il lavaggio degli inerti e quindi la separazione dei limi ancora presenti nelle acque mediante l'utilizzo di flocculanti. Il flocculante maggiormente impiegato nel processo di separazione per sedimentazione del limo è proprio la poliacrilammide, il cui monomero, l'acrilammide, è classificato cancerogeno. Poiché a seguito della produzione di poliacrilammide può sempre risultare nel polimero una percentuale, ancorché bassa, del relativo monomero, una interpretazione letterale della norma avrebbe condotto alla classificazione quali rifiuti pericolosi dei limi prodotti in Italia mediante flocculazione: ne sarebbe derivata l'impossibilità di utilizzo di tali limi per molti impieghi ormai consolidati, con necessità di reperire discariche di rifiuti pericolosi per alcuni milioni di tonnellate di tale materiale.

L'interpretazione restrittiva era stata confermata dal Ministero dell'ambiente, che, su conforme parere di ISPRA e dell'Istituto Superiore di Sanità, con visione miope e senza tenere conto di quanto già previsto in molte normative straniere, aveva comunicato non essere definibile un valore minimo di concentrazione del monomero inquinante, trattandosi di materiale cancerogeno. Come spesso avviene in Italia, alla emanazione di una norma severissima, cervelotica e sostanzialmente inapplicabile, era seguito, dopo un primo allarme, un comportamento ad ogni livello di indifferenza circa la norma stessa, e tutto era continuato come prima.

In taluni scavi, soprattutto nei centri abitati, risulta classificato quale "materiale di scavo" il riporto, inteso quale orizzonte stratigrafico costituito da una miscela eterogenea di materiali di origine antropica e suolo/sottosuolo così come definito dal citato decreto n. 161/2012 è risultata particolarmente utile per gli operatori: tale definizione ha subito una modifica rilevante a seguito di variazioni normative.

Molti operatori, singolarmente o per il tramite delle Associazioni di categoria, tra cui ANCE e ANEPLA, hanno presentato ricorso al TAR contro il decreto ministeriale, con differenti profili di violazione di legge, afferenti alla previsione normativa di istituti non previsti dalla legge di delega, alla indeterminata temporalità di alcuni procedimenti amministrativi previsti e alla violazione del principio di proporzionalità. Il ricorso sopra citato, seguito da sentenza esemplare da parte del TAR del Lazio n. 6187/2014, ha permesso di delineare un quadro giuridico e amministrativo efficace, ancorché nell'incertezza ancora di alcuni istituti normativi. Si esamineranno a conclusione della presente nota le motivazioni più rilevanti della sentenza precitata. Con ulteriore legge n. 71/2013, di conversione del decreto legge n. 43/2012, sono state introdotte sostanziali innovazioni procedurali al decreto ministeriale n. 161/2012, limitando l'applicazione dello stesso ai materiali da scavo prodotti nell'esecuzione di opere soggette a VIA o AIA, anche al fine di agevolare la realizzazione degli interventi urgenti previsti dalla stessa legge. Al contempo, in attesa dell'emanazione di una specifica disciplina per la semplificazione amministrativa delle procedure, non si sa bene con quali obiettivi, da parte di chi ed entro quali tempi, alla gestione dei materiali da scavo provenienti da piccoli cantieri la cui produzione non superi i seimila metri cubi di materiale, si riapplica la procedura di cui all'art. 186 del Testo Unico sull'ambiente: con piena e cosciente incoerenza si fa rivivere parzialmente un articolo di legge appena abrogato dal decreto ministeriale n. 161/2012. Il provvedimento legislativo di cui sopra ha avuto appena il tempo di essere pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale, quindi è stato travolto da nuove disposizioni, certamente più incisive di quelle appena promulgate. Infatti,

con legge n. 98/2013, di conversione del decreto legge n. 69/2013, sono state apportate modifiche ed integrazioni alle disposizioni ambientali relative alla gestione dei materiali da scavo, nel tentativo, solo in parte riuscito, di chiarire le difficoltà interpretative ed operative emerse in sede di applicazione della legislazione.

In particolare, le novità della legge hanno riguardato:

- integrazione delle definizioni dei materiali da riporto, quale miscela eterogenea di origine antropica, costituita da residui e scarti di produzione e di consumo e di terreno costituente un orizzonte stratigrafico specifico, per la realizzazione di riempimenti, rilevati e reinterri;
- necessità di sottoporre a test di cessione i materiali da riporto, al fine di ridurre il rischio di inquinamento delle acque sotterranee;
- conferma dell'applicazione del decreto ministeriale n. 161/2012 alla gestione dei materiali da scavo relativi ad opere ed attività soggette a VIA o ad AIA;
- possibilità per i materiali da scavo provenienti da miniere dismesse o esaurite all'interno di siti di interesse nazionale di essere utilizzati per riempimenti, reinterri e recuperi all'interno dei siti stessi;
- ridefinizione di sottoprodotto, per meglio adattarla al settore dei materiali da scavo, ai quali trova applicazione l'art. 184 bis del Testo Unico sull'ambiente, per attività ed interventi autorizzati in base alle norme vigenti;
- attestazione da parte del proponente o del produttore circa il rispetto delle norme di cui al punto precedente con comunicazione all'ARPA, e comunicazione alle autorità competenti del completamento del programma proposto.

Il tentativo di far chiarezza definitivamente pare evidente, però l'impalcato normativo risulta ancora complesso, di difficile lettura e coordinamento, tanto da abbisognare, come già visto, di una nuova previsione legislativa di adeguamento. La complessità della materia, con le implicazioni ambientali conseguenti, anche in relazione all'obbligo di attuazione delle direttive comunitarie in materia ambientale e di rifiuti, in relazione agli interessi coinvolti, consiglia di affrontare, per il futuro, le specifiche problematiche con prudenza e dopo aver acquisito le opinioni, ancorché interessate, delle associazioni di categoria, che sono in grado di chiarire preventivamente eventuali difficoltà applicative o interpretative. In ultimo si riprende il contenuto della sentenza del TAR del Lazio n. 6187/2014 già richiamata.

Il Ministero dell'ambiente, intervenendo nel processo con una memoria difensiva, ha modificato la propria posizione originaria relativamente all'utilizzo del flocculante poliacrilammide; nell'ambito del processo di attuazione del "regolamento REACH" sono state individuate adeguate misure del rischio dovuto ad esposizione ad acrilammide, ritenuto accettabile per contenuto del monomero nel polimero non superiore allo 0,1%. Tale soluzione appare pienamente accettabile per gli operatori nazionali del comparto delle sabbie e ghiaie. La citata sentenza del TAR risponde in pieno alle rimostranze degli operatori contro il decreto ministeriale n. 161/2012, in materia di verifiche imposte per il riutilizzo dei materiali di scavo provenienti da siti sottoposti a bonifica o risanamento ambientale, di individuazione dei materiali da riporto, del procedimento di approvazione del piano di utilizzo da parte di ARPA, etc. La lettura della sentenza, esemplare nella sua chiarezza, potrà fornire ai lettori elementi di riflessione e di conoscenza del meglio orientarsi nella gestione dei materiali da scavo. E' da sperare, infine, che la normativa in itinere relativa ai materiali da scavo possa veramente porre la parola fine a tutte le incertezze ancora presenti, evitando di dover far carico alla magistratura amministrativa della soluzione di problematiche non risolte appieno dal legislatore.



A.N.I.M. Associazione Nazionale Ingegneri Minerari

in collaborazione con

DICAM - Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali - Università di Bologna



GIORNATA DI STUDIO
**PROBLEMI DI GEOINGEGNERIA:
ASPETTI AMBIENTALI E DI SICUREZZA LEGATI ALLO
STOCCAGGIO DI FLUIDI NEL SOTTOSUOLO**

Piacenza, 1 ottobre 2014

Sala B

GEOFLUID - Piacenza Expo - Loc. Le Mose Via Tirotti, 11 - 29122 Piacenza (ITALY)

Scopo della Giornata di Studio è quello di fornire un contributo al pressante tema che in questi ultimissimi anni ha interessato gli aspetti ambientali e di sicurezza conseguenti ad attività di coltivazione e di stoccaggio di fluidi del/nel sottosuolo. In particolare, ci si riferisce ad attività industriali legate alla produzione o stoccaggio di idrocarburi, reflui industriali (anidride carbonica e/o acqua di processo).

Quello che si sta facendo in questo periodo è di cercare di dare risposte a una serie di domande fondamentali non solo dal punto di vista scientifico e tecnico, ma anche da quello economico, legislativo, normativo e sociale nel tentativo di definire la sostenibilità del processo di stoccaggio. Anche in questo ambito rientrano attività promosse in ambienti ministeriali dove, considerando le raccomandazioni contenute nel Report della Commissione ICHESE (Commissione internazionale istituita Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri) si individuano la necessità di definire "indirizzi e linee guida per il monitoraggio della microsismicità, delle deformazioni del suolo e della pressione di poro nell'ambito delle attività antropiche, in base allo "stato dell'arte", cioè in base ai più alti livelli di sviluppo e conoscenza attualmente disponibili". Gli ambiti in cui ricadono queste tematiche investono in primo luogo il sistema italiano di stoccaggio del gas, che riveste importanza strategica nazionale per soddisfare diverse esigenze legate all'utilizzo e alla produzione del gas. In secondo luogo, e non di secondaria importanza, esse investono altresì la possibilità di stoccare anidride carbonica allo scopo di ridurre la quantità emessa nell'atmosfera anche alla luce del Decreto Legislativo 14 settembre 2011 n. 162, ove veniva recepita una Direttiva comunitaria sullo stoccaggio geologico del biossido di carbonio.

Alla Giornata di Studio sono previsti contributi da parte di rappresentanti ministeriali e regionali, di docenti ed esperti, oltre che di portatori di interessi vari.

PROGRAMMA

Presiede: Prof. Ezio Mesini, Università di Bologna - ANIM

9,00 Registrazione dei partecipanti

9:30 Apertura dei lavori – Saluto degli organizzatori, autorità

9:45 Introduzione dei lavori

10:00

Aspetti ambientali e di sicurezza legati allo stoccaggio:

l'esperienza degli operatori – Pietro Cavanna, Assomineraria

Scenari energetici e stoccaggi di gas nel sottosuolo

Alessandro Bianchi, Davide Tabarelli, NE-Nomisma Energia, Bologna

Linee guida per i monitoraggi microsismici, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro delle attività minerarie: stato dell'arte e applicazione ai casi pilota

Liliana Panei, Franco Terlizzone, Ministero dello Sviluppo Economico

Lo stoccaggio di gas naturale in sottosuolo. Public acceptance e ruolo degli enti locali – Domenico Savoca, Regione Lombardia - ANIM

Monitoraggio della microsismicità dei siti di stoccaggio. L'esperienza di Collalto

Gaetano Annunziata, Edison stoccaggio S.p.A. – Enrico Priolo, OGS Trieste

Possibilità di stoccaggio geologico di CO2 in Lombardia

Fabio Moia, Francesca Colucci, Roberto Guandalini RSE S.p.A.

Paolo Macini, Ezio Mesini, Università di Bologna - ANIM

13,00 Discussione generale e chiusura dei lavori

REGISTRAZIONE

Per partecipare alla Giornata di Studio non è previsto il versamento di una quota di iscrizione, ma per accelerare le formalità di ingresso alla Fiera di Piacenza, potrete compilare sin da ora le operazioni di **pre-registrazione** ottenendo il necessario badge per l'ingresso sul sito <http://www.geofluid.it/>

Segreteria Operativa ANIM: Sig.ra Maria Xibilia

Cell. 335 5860519 - Tel./fax 051 382023 - e-mail: m.xibilia@libero.it

Le miniere di sali alcalini della Sicilia

2^A PARTE

Ing. Claudia Chiappino, Ing. Michele Simili

Il focus sui sali di Sicilia, dopo la rassegna a tutto tondo della puntata precedente sulla geologia dei giacimenti e sulla storia dell'azienda Italkali, riprende qui con l'analisi geomeccanica di uno dei siti in sotterraneo. Tali accurati studi permettono e permetteranno ai tecnici di sviluppare sia in fase di progettazione che di gestione le necessarie geometrie e tecnologie per la coltivazione della miniera, nel rispetto delle leggi sulla sicurezza vigenti ed alle norme di buona arte mineraria, oltre che alle necessità produttive

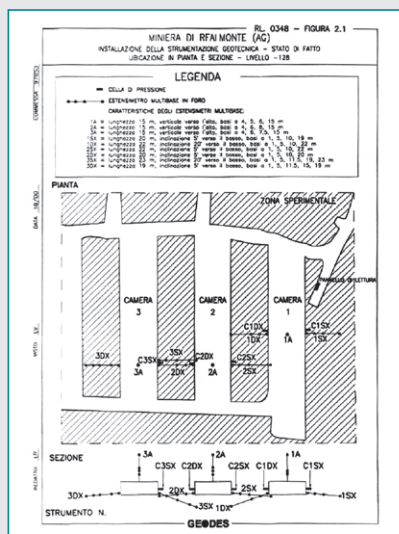


Figura 6 - Strumentazione Quota -128

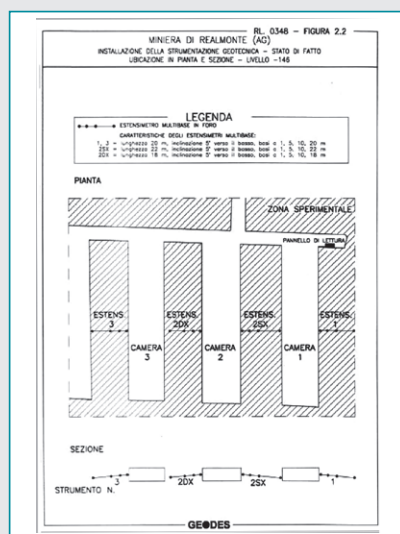


Figura 7 - Strumentazione Quota -146

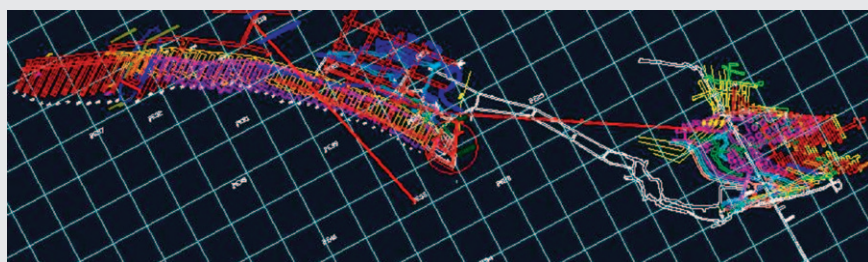


Figura 8
Planimetria
situazione
attuale

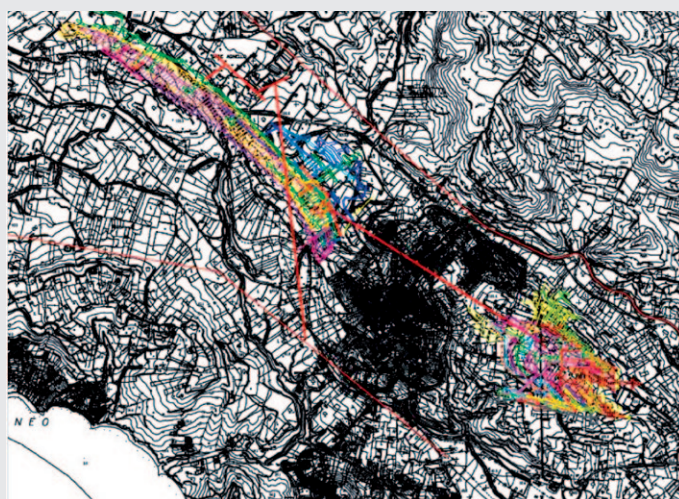


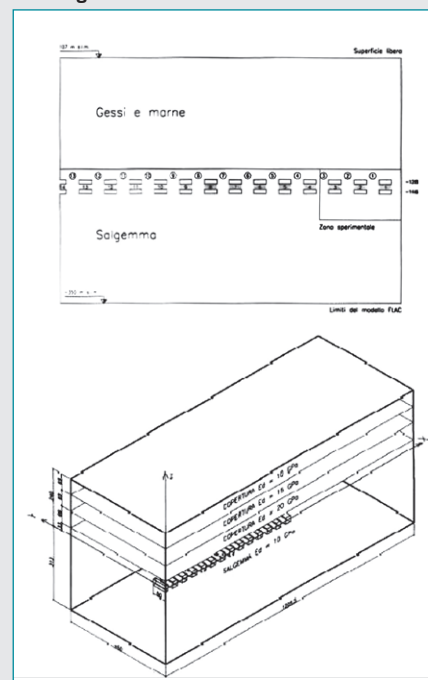
Figura 9
Sovrapposizione
esterno/
sotterraneo

La prima fase (1999-2004) ha interessato la zona sperimentale di abbattimento delle solette tra i livelli -128 e -146. Nel mese di marzo 1999 furono installati nelle camere 1, 2 e 3 ai livelli -128 e -146 degli estensimetri multi-base in foro e delle celle di pressione con lo scopo di seguire il comportamento dell'ammasso roccioso salino durante l'abbattimento della soletta tra i due livelli.

Su provini cilindrici, ricavati da campioni prelevati in miniera, per ottenere i parametri caratteristici di resistenza e deformabilità della roccia salina furono eseguite prove di laboratorio, nel dettaglio:

- Prove di compressione monoassiale.

Figura 10 - Schema di coltivazione



- Prove di compressione triassiale.
- Prove di deformazione a carico costante (creep).

Sulla base dei risultati ottenuti in laboratorio fu possibile ottenere i parametri caratteristici del salgemma:

- Modulo elastico secante = 4-10 Gpa
- Modulo elastico tangente = 1-1,3 Gpa

• Resistenza a compressione monoassiale = 30 MPa

• Resistenza a trazione = 1,5 MPa ed inoltre furono determinati i parametri dei criteri di resistenza di Hoek-Brown e di Mohr-Coulomb; con le prove di creep fu determinata la velocità di deformazione viscosa in funzione della tensione deviatorica.

Risultati dello studio

Prima degli scavi, l'ammasso roccioso viene interessato da uno stato tensionale naturale idrostatico isotropo con valori di σ_1 e σ_3 pari a circa 5.0-5.5 Mpa.

In seguito agli scavi, si osservano valori di σ_1 intorno a 10 Mpa, mentre l'andamento dei valori di σ_3 evidenzia una zona di distensione nella parte centrale delle solette con presenza di zone di trazione di circa 0,25 Mpa, comunque decisamente inferiori alla resistenza del salgemma $\sigma_t = 1,5$ Mpa.

In conclusione, i livelli tensionali nelle strutture minerarie conseguenti alle operazioni di coltivazione e con riferimento ai valori di resistenza del salgemma, sono tali da non comportare problemi statici di rilievo.

Dopo aver esaminato il comportamento delle strutture minerarie, è stato analizzato il comportamento reologico.

Nella prima fase dello studio è stata svolta una simulazione a $\delta t_{creep} = 25$ anni. Le analisi numeriche sono state svolte in campo bidimensionale in condizioni di deformazione piana: ciò significa che la lunghezza delle camere viene considerata infinita, di conseguenza il calcolo sovrastima i cedimenti indotti in superficie.

I cedimenti indotti proseguono con legge lineare nel tempo sia in sotter-



Coltivazione camere e pilastri nella miniera di Realmonte

raneo che in superficie.

non si evidenziano sostanziali aumenti di tensioni nei pilastri della miniera, mentre si osserva il formarsi di un arco di compressione al di sopra delle camere.

Gli effetti dei cedimenti indotti in superficie non dipendono dal loro valore assoluto, ma piuttosto dai cedimenti relativi che la struttura subisce e dalle caratteristiche stesse della struttura. Sono stati quindi analizzati i potenziali effetti causati dai cedimenti del suolo dopo 20 anni, tenendo conto dei valori soglia di innesco di danni architettonici o strutturali. Per le strutture in c.a. intelaiate il parametro più significativo per descrivere i movimenti della fondazione in grado di produrre danni all'edificio è la rotazione relativa β . Riferendosi ad alcuni studi internazionali si è ritenuto di assumere i seguenti valori limite di β :

$\beta_{lim} < 1/500 (2 \times 10^{-3})$ danni architettonici

$\beta_{lim} < 1/150 (6,7 \times 10^{-3})$ danni strutturali

Per le strutture a muri portanti il parametro più significativo per descrivere i movimenti in grado di produrre

danni all'edificio è δ/l , inteso come rapporto tra l'inflessione δ (massimo cedimento della congiungente due punti) e l (distanza tra i due punti). I valori di soglia di δ/l per evitare l'inesco di fessurazioni sono:

$\Delta/L = 1/5000 (2 \times 10^{-4})$ per $L/H = 1$

$\Delta/L = 1/2500 (4 \times 10^{-4})$ per $L/H = 5$

H è l'altezza dell'edificio.

Analizzando tutte le possibili posizioni degli edifici lungo il diagramma delle subsidenze, esteso per circa 2 km, i valori massimi della rotazione relativa β e del rapporto di inflessione δ/l ricavati sono:

$\beta_{max} = 2.53 \times 10^{-5}$ $\Delta/L_{max} = 6.67 \times 10^{-6}$

confrontandoli con i valori limite e di soglia:

$\beta_{lim} = 2 \times 10^{-3}$ $\Delta/L = 2 \times 10^{-4}$

risulta evidente che i cedimenti superficiali dovuti agli scavi, nonché il successivo creep esteso a 20 anni, non comportano danni agli edifici ne di tipo fessurativo né tantomeno strutturali, essendo di due ordini di grandezza inferiori.

La **Seconda Fase** si è focalizzata sui futuri sviluppi delle coltivazioni nella

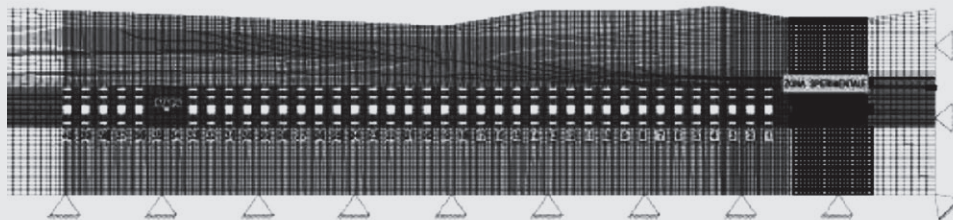


Figura 11
Rappresentazione del modello numerico sulla sezione

zona ovest del giacimento.

Lo studio si è sviluppato in continuità con le precedenti fasi di analisi delle condizioni tensio-deformative delle strutture minerarie all'avanzare degli scavi di camere e solette ai livelli -128 e -146 ed ha preso in esame le nuove coltivazioni ai livelli -85, -106 e -172, spingendo la valutazione degli effetti deformativi sino al 2045.

L'aggiornamento delle misure di gennaio 2013 consente il controllo dello stato deformativo dei pilastri della zona sperimentale di abbattimento delle solette ove gli scavi si sono ormai da tempo conclusi. Il sistema di monitoraggio continua a fornire indicazioni sul comportamento viscoso dell'ammasso salino, che rappresenta il principale contributo alla variazione dello stato deformativo attuale delle strutture minerarie.

L'andamento degli spostamenti registrati dagli estensimetri evidenzia che il fenomeno di distensione viscoso si sta sviluppando secondo un gradiente pressoché costante.

Dal punto di vista tensionale, le celle di pressione, installate nella parte corti-

cale dei pilastri, mettono in luce un significativo de-tensionamento, legato presumibilmente a fenomeni di plasticizzazione, delle zone superficiali dei pilastri della coltivazione.

L'area complessiva del modello numerico è rimasta invariata ma rispetto a quello del 2004 sono stati aggiunti tre nuovi livelli di coltivazione alle quote -85, -106 e -172.

Ai fini del calcolo, si è suddivisa l'attività estrattiva, pregressa e futura, in 35 fasi di calcolo, che coprono un arco di tempo compreso tra il 21/04/1999 e il 31/12/2045.

Si ipotizza che gli effetti elastici e/o elasto-plastici dello scavo, che competono a ciascuna fase si sviluppino istantaneamente. A ciascuna fase è in seguito associato il tempo necessario per il completamento dei lavori, nel corso del quale si sviluppano e sono valutati gli effetti viscosi.

Osservazioni sulla situazione attuale

Vi è un'ottima corrispondenza tra i valori di spostamento calcolati e quelli misurati per gli strumenti. Fino al gen-

naio del 2013 non si sono verificati fenomeni di plasticizzazione nel salgemma. Lo stato deformativo nell'intorno della miniera è governato dalla natura viscosa del salgemma, la componente elastica della deformazione risulta trascurabile, mentre è del tutto nulla quella plastica.

Osservazioni sulla situazione al 2045

Le tensioni principali massime σ_1 e minime σ_3 agenti nei pilastri non subiscono variazioni apprezzabili. Il rapporto di mobilitazione continua a restare come valore massimo pari a 0.70. Lo stato deformativo nell'intorno della miniera è governato dalla natura viscosa del salgemma, la componente elastica della deformazione risulta trascurabile, mentre è del tutto nulla quella plastica.

Effetti in superficie al 2045

Pur essendo i cedimenti indotti in superficie al 2045 superiori in valore assoluto rispetto a quelli calcolati al 2024, vale sempre quanto detto per la prima fase e cioè che gli effetti non dipendono dal valore assoluto, ma dai cedimenti relativi che la struttura subisce e dalle caratteristiche della struttura stessa.

Dalle analisi risulta che i potenziali effetti causati dai cedimenti non comportano danni strutturali negli elementi portanti o fessurativi nei tamponamenti degli edifici presenti nell'area di influenza della miniera.

Conclusioni

Si può quindi concludere che la stabilità delle strutture minerarie viene garantita sia allo stato attuale sia durante l'evoluzione degli scavi dei previsti futuri sviluppi della coltivazione della zona Ovest del giacimento di Realmonte.

Figura 12
i segni lasciati dai passaggi della fresa nella miniera di Realmonte

