



APAT

Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici

RELAZIONE TECNICA

**INDAGINI GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE A SUPPLEMENTO
DELLA PRE-ISTRUTTORIA VIA SPECIALE RELATIVA ALLO
SCHEMA IDRICO DEL MENTA (REGGIO CALABRIA)**

Richiesta di supporto tecnico al Servizio Analisi e
Valutazioni Ambientali del Dipartimento Stato
dell'Ambiente e Metrologia Ambientale (Nota AMB-VIA
del 15 marzo 2005)

Dipartimento Difesa del Suolo

Roma, Aprile 2005

INDICE

Premessa	3
Iter procedurale	3
Accertamenti richiesti	4
I risultati del sopralluogo	5
Accertamenti in sito	6
Considerazioni sulle interferenze con le componenti naturali	14
Conclusioni	15

PREMESSA

Nell’ambito delle attività svolte dall’APAT riguardo al supporto della Commissione VIA Speciale, il Dipartimento Difesa del Suolo è stato chiamato a prestare supporto tecnico al Servizio Analisi e Valutazioni Ambientali del Dipartimento Stato dell’Ambiente e Metrologia Ambientale dell’APAT (nota AMB-VIA del 15/03/05), responsabile Dott.ssa Maria Belvisi, in seguito ad una richiesta di supplemento della pre-istruttoria per lo Schema Idrico del Menta (Reggio Calabria) da parte del Presidente della Commissione Speciale VIA del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio (nota CSVIA/2005/0311 del 09/03/2005). In particolare, si richiedeva di accertare se quanto dichiarato dal proponente riguardo a) alla quantità e qualità di risorsa idrica drenata dalla galleria di derivazione eseguita, e b) alle caratteristiche dello smarino sistemato in discarica, corrisponde alla situazione esistente.

La presente relazione illustra i risultati degli studi e delle indagini effettuate per la galleria di derivazione della Fiumara della Menta (Reggio Calabria), parte integrante dello Schema Idrico del Menta, in data 4/04/05. In tale contesto è stato anche effettuato un sopralluogo dai Dottori Stefania Nisio e Lucio Martarelli (Funzionari Geologi del Servizio Geologico Scienze della Terra e Carte Tematiche, Responsabile Dott. Claudio Campobasso, del Dipartimento Difesa del Suolo, Direttore Dott. Leonello Serva, - APAT) e Dott. Daniele Costantini (esperto di Pianificazione territoriale del Servizio VIA), al fine di accertare alcuni aspetti che richiedevano un approfondimento tecnico specialistico a carattere geologico-applicativo, idrogeologico e naturalistico.

ITER PROCEDURALE

Si riassume di seguito l’iter del procedimento.

In data **28/03/04** (Prot. CSVIA/2004/399) il MATT ha incaricato l’APAT di svolgere la pre-istruttoria del Progetto.

In data **25/05/04** (ns Prot. 22456) l’APAT consegna i risultati dell’istruttoria.

In data **21/01/2005** il MATT con nota prot. CSVIA/2005/0103 richiedeva ad integrazione della Relazione tecnica di Sintesi del SIA un documento riepilogante gli esiti dell’istruttoria relativamente alla sola galleria di derivazione e modalità di sistemazione smarini.

Con nota CSVIA/2005/0311 del **09/03/05** l’Ing. Agricola richiede all’APAT di “accertare con cortese sollecitudine, se quanto dichiarato dal proponente (pag. 8 punto 3, penultimo e ultimo capoverso) corrisponde a realtà”.

Con nota AMB-VIA del **15/03/05** il Servizio Analisi e Valutazioni Ambientali chiede supporto al Dipartimento Difesa del Suolo.

In data **04/04/2005**, dopo lo studio di tutta la documentazione fornita, è stato effettuato il sopralluogo in sito da parte dei tecnici del Dipartimento Difesa del Suolo.

Con nota **SUO/765/GEO** dell’**11/04/2005** sono stati inviati i risultati del lavoro svolto dai Dottori S. Nisio, L. Martarelli e Dott. D. Costantini al Dipartimento Difesa del Suolo che ha provveduto ad inoltrare la relazione conclusiva al Servizio VIA.

ACCERTAMENTI RICHIESTI

Gli accertamenti richiesti riguardano principalmente, gli aspetti idrogeologici e geologico-applicativi ai fini dell’impatto ambientale dell’opera (ultimi 3 capoversi di pag 8 della relazione APAT sopra accennata), pertanto non si è entrati nel merito della progettazione, realizzazione, esercizio e manutenzione dell’opera stessa.

A pagina 8, punto 3 della relazione concernente gli esiti dell’Istruttoria e l’integrazione alla Relazione di sintesi del SIA, viene definito quanto segue:

“La realizzazione della Galleria non ha determinato, da quanto dichiarato dal proponente particolari conseguenze di carattere ambientale. Il proponente ha riscontrato il drenaggio di un certo quantitativo di risorsa idrica che può essere opportunamente captato ed utilizzato nell’ambito dello schema purché si mettano in atto le accortezze testè richiamate relativamente agli impatti causati da questa opera.

Rimane il problema della tutela della qualità delle acque drenate ai fini dell’utilizzo e dell’impermeabilizzazione della galleria.

Questo problema anche se, da quanto dichiarato, appare risolvibile, con iniezioni di riempimento del ghiaietto a ridosso del rivestimento, eseguite con miscele acqua-cemento, con l’aggiunta di bentonite filerizzata merita ulteriori approfondimenti, anche in sede di progettazione definitiva, per l’accertamento dell’efficacia di questo provvedimento e/o per la messa a punto di ulteriori misure a riguardo.

Anche per quanto riguarda la sistemazione dello smarino, costituito, da materiale di buone caratteristiche geotecniche e di stabilità, si è constatata una soluzione compatibile con lo stato dei luoghi, adottata peraltro in modo coerente con le indicazioni progettuali fornite nel corso dell’istruttoria di VIA ordinaria.”

I RISULTATI DELLE INDAGINI E DEL SOPRALLUOGO

Le indagini svolte hanno compreso le seguenti attività:

- Rapido esame della documentazione disponibile presso il Servizio VIA dell’APAT
- Sopralluogo ed esame della documentazione resa disponibile in loco.

Il sopralluogo del 4 aprile 2005 è stato caratterizzato da due momenti:

- nella mattina si è svolta una riunione, alla quale ha partecipato l’Ing. Brath Responsabile dei lavori, e l’Ing. Traverriti Responsabile della sicurezza, il Sindaco di Cardato, in cui sono stati analizzati gli aspetti idrogeologici, idraulici e geologici d’interesse e sono state discusse tutte le problematiche in questione.
- Successivamente, tarda mattinata e pomeriggio, è stata condotta un’ispezione lungo tutto il percorso della galleria (7,5 km), nelle aree circostanti all’imbocco ed alla scarica dello smarino.

L’analisi dei documenti in sede di riunione, mostrati dalla Direzione dei Lavori negli uffici del cantiere, ha permesso di raccogliere ulteriori elementi rispetto alla documentazione di cui l’APAT era in possesso. Si è presa visione di elaborati geologici e di risultati di prove geognostiche.

Non è stato possibile avere dati circa le direzioni dei flussi idrici, né informazioni circa natura e portata delle sorgenti dell’area vasta circostante la galleria (bacino imbrifero del T. Menta). Si fa però presente che alcune informazioni saranno oggetto delle attività di monitoraggio già previste in sede di prescrizioni.

La galleria di derivazione, completata nel 2003, attraversa litologie metamorfiche (gneiss e scisti) dislocate da alcune linee di faglia. La quota di imbocco s.l.m. (zona Diga) è di m 1350 e quella di sbocco (Monte Cedri) è di m 1275 s.l.m.; la lunghezza totale è di 7,5 km.

Al di sopra di essa le coperture rocciose presentano spessori variabili, tra un massimo di 450 ad un minimo di 50 m.

I sondaggi geognostici, effettuati prima dello scavo, interessano rocce metamorfiche di varia natura e differente stato di fatturazione; il sondaggio più profondo (105 m dal p.c.), supera la quota del piano calpestabile della galleria (S4) ma non incontra falde.

In base alle informazioni raccolte, non si è evidenziata la presenza di sorgenti nelle vicinanze della galleria né piccole emergenze legate a contatti tettonici.

Le sorgenti cui si fa riferimento nelle relazioni di impatto ambientale distano molti chilometri dall’opera.

La portata del Torrente Catacino è limitata; essa è pari, , come riportato nello studio di impatto ambientale, a 150 l/sec nella stagione piovosa; durante la stagione estiva invece il corso d’acqua è completamente asciutto.

Le prese idriche sui torrenti Catacino e Vizanola, previste in progetto, non sono state eseguite poiché in sede di istruttoria si è arrivati alla conclusione di proporre la loro definitiva eliminazione attraverso apposita prescrizione.



Fig. 1: Sbocco della Galleria di derivazione, presso Monte Cendri

ACCERTAMENTI IN SITO

In merito ai chiarimenti richiesti è possibile fare le seguenti considerazioni; (verranno riportati i capoversi tratti dalla relazione APAT (pag. 8 punto3), e di seguito le considerazioni maturate dopo il sopralluogo).

PRIMO CAPOVERSO

La realizzazione della Galleria non ha determinato, da quanto dichiarato dal proponente particolari conseguenze di carattere ambientale.

E’ stato accertato durante il sopralluogo in sito, che l’area interessata dall’opera, ma anche una vasta zona circostante la galleria, all’interno del bacino imbrifero del T. Menta, non è abitata; sono presenti solamente le costruzioni temporanee del cantiere ed alcune abitazioni agricole ormai abbandonate. Il centro rurale più vicino l’opera dista alcuni chilometri dal cantiere. Non sono presenti nell’area attività industriali o altri cantieri di lavori.

Non sono presenti nell’area pozzi di emungimento ad uso irriguo o potabile.

La stessa area non è interessata da attività agricole o pastorali.

Non sono state presentate dagli abitanti, dei luoghi circostanti, segnalazioni, reclami o lamentele circa l’opera in costruzione.

Sono state anche acquisite informazioni riguardo al fatto che non si sono registrate evidenti modifiche del regime idrico superficiale o variazioni dei livelli piezometrici delle acque del sottosuolo.

Non sono state altresì segnalate, dagli abitanti o dagli Enti locali, variazioni nella portata delle sorgenti a valle.

Non sono state riscontrate particolari conseguenze di carattere ambientale, faunistico o floristico.

SECONDO CAPOVERSO

Il proponente ha riscontrato il drenaggio di un certo quantitativo di risorsa idrica che può essere opportunamente captato ed utilizzato nell’ambito dello schema purché si mettano in atto le accortezze testè richiamate relativamente agli impatti causati da questa opera.

La realizzazione della galleria è stata completata nel 2003, così come il rivestimento in conci. Il rivestimento dei primi 500 m è stato eseguito in tradizionale, la restante porzione in conci prefabbricati.

Durante la realizzazione della galleria sono sorti alcuni problemi nella fase di scavo (“eventi geologici”) in cui cospicue venute d’acqua, non previste durante le indagini preliminari, e presenza di materiale cataclastico e fortemente fratturato hanno determinato la sospensione dei lavori e la necessità di misure di stabilizzazione e cementazione, mediante iniezioni.

E’ probabile che le venute d’acqua siano dovute alla presenza di linee tettoniche (faglie o fratture), che non era stato possibile posizionare esattamente durante i rilevamenti geologici rispetto alle progressive di avanzamento dello scavo.

Dopo la realizzazione dello scavo della galleria sono state riscontrate alcune infiltrazioni d’acqua (Fig. 2).

Durante l’ispezione effettuata all’interno della galleria si è constatato che le venute d’acqua provengono nella maggior parte dei casi dai conci, dai fori di iniezione in calotta e in misura minore dai fori di iniezione lungo i piedritti.

E’ presente inoltre infiltrazione più o meno diffusa in tutta la galleria, si sono comunque riscontrati tratti con venute d’acqua da scarse a nulle, e tratti caratterizzati da un drenaggio di tipo concentrato. Le venute più cospicue sono concentrate in 5 punti principali, per ciascuno dei quali sono state riscontrate portate comprese tra 2 e 10 l/s circa (tra le progressive 5000 e 6000).



Fig 2: Infiltrazioni d’acqua in galleria dai fori di iniezione e dai conci.

In merito al problema è stato curato dalla direzione dei lavori un sistematico monitoraggio delle venute d’acqua (Tab. 1, 2). Nelle tabelle allegate vengono riportate tutte le portate misurate alla sezione finale, presso lo sbocco della galleria di derivazione. Dal documento si evince che la portata massima misurata nella stagione di piena si attesta intorno ai 118 l/s nell’anno 2003, e 103 l/s per l’anno 2004.

Durante il sopralluogo è stata inoltre effettuata presso lo sbocco di Monte Cendri un’ulteriore misura della portata dell’acqua drenata lungo tutta la galleria:

con procedure di tipo speditivi è stato possibile stimare una portata di **104 l/s** (Fig. 3); ma la Direzione Lavori, considerando un fattore di correzione (di 0,7), che tenga conto della differente velocità lungo la sezione misurata e della scabrezza del fondo, ritiene che la portata finale sia da ricondurre a circa **73 l/s** (cfr tab. 1).

Sembra tuttavia opportuno raccomandare la realizzazione di un rilievo delle portate mediante l’adozione di uno stramazzo.



Fig. 3: Le infiltrazioni d’acqua vengono convogliate all’interno dei binari del trenino realizzato per ispezionare la Galleria. Allo sbocco della Galleria è stata effettuata una prova di portata.

Considerando lo sviluppo totale della galleria (circa 7,5 km), il drenaggio per metro lineare di opera eseguita è di circa 0,014 l/s. Pertanto nel complesso l’entità del drenaggio delle acque di falda risulta limitato.

Il progetto di Valutazione di Impatto Ambientale prevede un piano di monitoraggio in cui è prevista la misurazione delle portate delle sorgenti presenti nel bacino imbrifero del Menta. Tale piano deve essere ancora attivato.

GALLERIA DI DERIVAZIONE DALLA DIGA SUL T. MENTA

**MISURE PORTATE DI VENUTE DI ACQUA IN GALLERIA VERIFICA MENSILE ALLA SEZIONE 0
SBOCCO GALLERIA DERIVAZIONE**

Tabella di correlazione altezza/superficie di deflusso della rigola nel concio di base

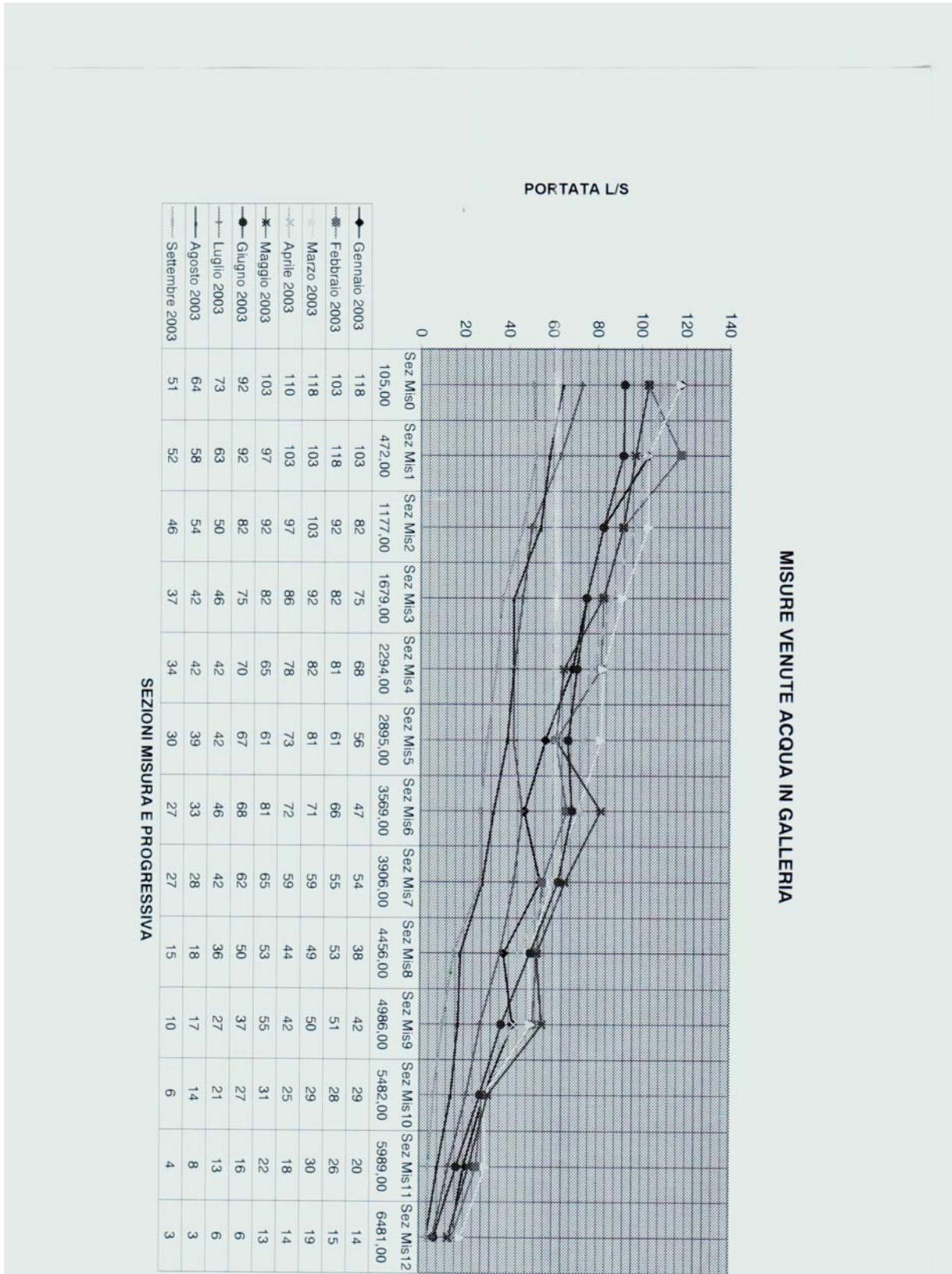
Calcolo Autocad

Altezza acqua h = cm	Area deflusso cmq	Area deflusso mq
20	1176,48	0,1176
19	1107,45	0,1107
18	1046,77	0,1047
17	977,71	0,0978
16	913,90	0,0914
15	849,80	0,0850
14	785,85	0,0786
13	722,10	0,0722
12	658,54	0,0659
11	595,17	0,0595
10	536,06	0,0536
9	477,03	0,0477
8	422,77	0,0423
7	368,16	0,0368
6	313,33	0,0313
5	258,54	0,0259
4	204,19	0,0204
3	150,56	0,0151
2	98,09	0,0098
1	47,39	0,0047

Sezione rigola concio di base

Sezione 0 Misurata nel Mese di	Progr. Galleria ml	Lungh. Sezione (m)	Tempo (s)	Altezza d'acqua (cm)	Velocità (m/s)	Area deflusso (V. Tabella) (mq)	PORTATA		
							Q (l/s)	Q*0,7 (l/s)	Q _{arr} (l/s)
Ottobre 03	105,00	10	10,00	12	1,000	0,0659	65,85	46,10	46
Novembre 03	105,00	10	9,00	12	1,111	0,0659	73,17	51,22	51
Dicembre 03	105,00	10	10,00	16	1,000	0,0914	91,39	63,97	64
Gennaio 04	105,00	10	11,00	18	0,909	0,1047	95,16	66,61	67
Febbraio 04	105,00	10	10,00	18	1,000	0,1047	104,68	73,27	73
Marzo 04	105,00	10	10,00	17	1,000	0,0978	97,77	68,44	68
Aprile 04	105,00	10	9,00	17	1,111	0,0978	108,63	76,04	76
Giugno 04	105,00	10	10,00	16	1,000	0,0914	91,39	63,97	64
Settembre 04	105,00	10	11,00	15	0,909	0,0850	77,25	54,08	54
Dicembre 04	105,00	10	9,00	17	1,111	0,0978	108,63	76,04	76
Marzo 05	105,00	10	8,00	20	1,250	0,1176	147,06	102,94	103

Tab. 1: Misure di portata effettuate dalla Direzione lavori.



Tab. 2: Misure delle infiltrazioni in galleria da gennaio a settembre 2003.

TERZO E QUARTO CAPOVERSO

Rimane il problema della tutela della qualità delle acque drenate ai fini dell’utilizzo e dell’impermeabilizzazione della galleria.

Questo problema anche se, da quanto dichiarato, appare risolvibile, con iniezioni di riempimento del ghiaietto a ridosso del rivestimento, eseguite con miscele acqua-cemento, con l’aggiunta di bentonite filerizzata merita ulteriori approfondimenti, anche in sede di progettazione definitiva, per l’accertamento dell’efficacia di questo provvedimento e/o per la messa a punto di ulteriori misure a riguardo.

Il progetto delle opere di completamento, prevede l’esecuzione di iniezioni di consolidamento e di impermeabilizzazione.

L’impermeabilizzazione ha interessato però solamente la porzione finale della galleria (nei pressi della diga).

L’ispezione di questo tratto ha mostrato l’efficacia di tale operazione, dal momento che localmente le venute d’acqua in galleria sono pressoché nulle.

E’ stata a tal fine, pertanto, avviata una gara d’appalto per l’impermeabilizzazione integrale e definitiva, il bando della gara è stato pubblicato e sono già scaduti i termini previsti per la presentazione delle domande. Si resta in attesa dell’aggiudicazione dei lavori e dell’avvio di questi.

E’ prevista la realizzazione di una piattaforma di base in cls per tutto lo sviluppo dell’opera con esecuzione di iniezioni di consolidamento ed impermeabilizzazione del manufatto e drenaggio, captazione ed adduzione in corrispondenza delle principali venute d’acqua che insistono sulla galleria per un eventuale uso potabile.

Tale risorsa idrica drenata, al momento viene dispersa in un fossato con recapito nel torrente Catacino.

A tal proposito il Comune di Cardato, che ha realizzato sul Torrente Catacino una piccola opera di presa alla quale però nel periodo estivo l’acqua viene a mancare, ha richiesto, se la qualità delle acque risultasse idonea, la concessione di un quantitativo d’acqua da utilizzare nel territorio comunale.

Il Sindaco di Cardato, su suggerimento dei tecnici dell’APAT nell’ambito della riunione del 4 aprile, ha pertanto sollecitato all’A.R.P.A. Calabria di competenza le analisi delle acque in oggetto, pur considerando che tali analisi, per la presenza delle attività lavorative e di impermeabilizzazione in corso, potrebbero non essere pienamente indicative.

Il prelievo del campione da parte della A.R.P.A. Calabria, Dipartimento Provinciale di Reggio Calabria-Servizio Laboratorio Chimico e Tossicologico, è stato compiuto alcuni giorni dopo il sopralluogo in oggetto (8 aprile 2005). I risultati delle analisi, pervenuti in data 8/04/2005 con nota

n: 791, mostrano valori dei parametri chimici principali soddisfacenti, tuttavia si registra una certa acidità (pH 5,7), e valori di conducibilità eccessivamente bassi. Si consiglia pertanto di ripetere le analisi per la verifica di tali parametri.

QUINTO CAPOVERSO

Anche per quanto riguarda la sistemazione dello smarino, costituito, da materiale di buone caratteristiche geotecniche e di stabilità, si è constatata una soluzione compatibile con lo stato dei luoghi, adottata peraltro in modo coerente con le indicazioni progettuali fornite nel corso dell’istruttoria di VIA ordinaria.”

Lo smarino (130.000 m³ di inerti), è costituito dal materiale di risulta della galleria e pertanto prevalentemente da gneiss ridotto in blocchi di dimensioni variabili da centimetriche a decimetriche (Fig. 4). La frantumazione del materiale e la presenza di livelli a granulometria più fine, tra i piani di scistosità all’interno delle rocce metamorfiche, hanno determinato una certa quantità di matrice sabbiosa e limoso-argillosa (Fig. 4). La presenza di quest’ultima può generare una certa propensione al dissesto del materiale, soprattutto in occasione di eventi piovosi abbondanti che possano facilitare i processi di scorrimento superficiale delle acque. Infatti il sopralluogo ha accertato che un quantitativo di materiale accatastato è stato mobilizzato e trasportato alcuni metri verso valle. Risulta pertanto importante realizzare rapidamente quanto previsto nel progetto di sistemazione definitivo nel corso dell’istruttoria.



Fig. 4: Dettaglio delle caratteristiche fisiche dello smarino. A sinistra gneiss frantumato in blocchi di dimensioni variabili da centimetriche a decimetriche; a destra è visibile la matrice argillosa.

La trincea prevista (con profondità di 1,5 m e larghezza 80 cm) ancora non è stata realizzata. Inoltre si fa presente che i versanti orografici circostanti l’area in esame, per un intorno di alcuni chilometri, sono caratterizzati da movimenti di massa con tipologie di scorrimento o di crollo. Il sito prescelto per la sistemazione dello smarino è comunque un’area stabile, un pianoro alla testata di una vallecchia già sede di una cava che è stata riempita, in cui non sono evidenti fenomeni di massa attivi. In ogni caso la sistemazione del materiale appare urgente per i motivi sopra citati.

I lavori di ingegneria naturalistica previsti riguardano la realizzazione di gradoni e successiva realizzazione di viminate secondo quanto previsto dalle prescrizioni e dallo studio di ingegneria naturalistica della ELC.

Inoltre è prevista in una seconda fase il recupero dell’area con realizzazione di giardini e di una pista ciclabile.

CONSIDERAZIONI SULLE INTERFERENZE CON LE COMPONENTI NATURALI

Il sopralluogo eseguito il 4 aprile 2005 ha permesso di escludere interferenze, sulle componenti vegetazione flora e fauna nonché ecosistemi, legate alla presenza della galleria di derivazione.

In riferimento al progetto di ripristino e rinaturalizzazione della discarica di smarini (Fig. 5) si è constatato che i lavori di rimodellazione evidenziano pendenze delle scarpate troppo accentuate. Le pendenze devono essere opportunamente definite nel progetto definitivo della sistemazione.

Si suggerisce al fine di aumentare la stabilità del materiale composto prevalentemente da micascisti - di ridurre la pendenza delle scarpate dal 65-70% al 50 % intervallando le stesse – ogni 8 metri di quota - da un gradone avente pendenza del 18-20%, l’insieme così realizzato ridurrà sensibilmente l’effetto artificiale della sistemazione.

Si suggerisce inoltre di creare due cunettoni in pietra e legname lungo la linea di massima pendenza dove convogliare i drenaggi superficiali a spina di pesce che dovranno essere realizzati ogni tre metri di dislivello; tale soluzione permetterà di controllare maggiormente lo scorrimento delle acque superficiali al fine di evitare fenomeni di ruscellamento ed erosione come quelli evidenziati dalla Fig. 5..



Fig. 5: Il mosaico rappresenta la profonda erosione – incisione del materiale (in prevalenza micascisti con un esiguo cappello di gneiss) - depositato nella discarica degli smarini ai piedi del Monte Cendri.

CONCLUSIONI

Il sopralluogo del 4 Aprile 2005 ha permesso di accertare i seguenti punti:

- L’opera realizzata non determina particolari conseguenze di carattere ambientale, idrogeologico, faunistico o floristico.
- Dopo la realizzazione dello scavo della galleria sono state riscontrate alcune venute d’acqua provenienti nella maggior parte dei casi dai conci, la cui portata massima complessiva è stata stimata, mediante procedure speditive, di 118 l/s. Le venute più cospicue sono concentrate in 5-6 punti principali, per ciascuno dei quali sono state riscontrate portate comprese tra 2 e 10 l/s circa.
- Si suggerisce il monitoraggio costante della portata complessiva e la realizzazione di un rilievo delle portate più preciso mediante l’adozione di uno stramazzo.
- Risulta possibile captare le acque mediante tubazioni poste longitudinalmente alla galleria (una per ogni lato) e portate fino all’esterno della stessa per un successivo sfruttamento. Le analisi delle acque, eseguite dall’ARPA regionale, mostrano valori complessivamente buoni ma si rileva una certa acidità; si consiglia pertanto di eseguire di nuovo le misure per verificare il valore del pH e della conducibilità.
- Risulta opportuno verificare la presenza di eventuali emergenze naturali a valle dell’opera (anche se queste distano alcuni chilometri dalla galleria in oggetto) e monitorarne le eventuali variazioni di portata.
- Durante i lavori per la sistemazione dello smarino si raccomanda, al fine di aumentare la stabilità del materiale, di ridurre la pendenza delle scarpate dal 65-70% al 50 % intervallando le stesse da un gradone avente pendenza del 18-20%, l’insieme così realizzato ridurrà sensibilmente l’effetto artificiale della sistemazione. Si consiglia inoltre di creare due cunettoni in pietra e legname lungo la linea di massima pendenza, dove convogliare i drenaggi superficiali, a spina di pesce, realizzati ogni tre metri di dislivello.

Dott. Claudio Campobasso