Acquedotto del Ruzzo - Diga Piaganini

Minitunnel ed ingegneria idraulica

PIERANTONIO BRICCA*, GIORGIO SALVINI **

Nell'ambito del potenziamento dell'Acquedotto del Ruzzo dal Gran Sasso, lato Teramo, tra gli interventi legati all'opera di presa alla Diga Piaganini, era previsto anche il tunnel di collegamento da realizzare con una perforazione all'interno della galleria di adduzione verso il fondo lago. Un intervento complesso ma pregiudiziale alla funzionalità dell'intero schema idrico, che è stato realizzato con successo ed in sicurezza grazie alla scelta della tecnologia Minitunnel

Nell'ambito del previsto potenziamento dell'Acquedotto del Ruzzo dal Gran Sasso, lato Teramo, approvato dal CIPE con delibera n° 47 e finanziato con la Legge Obiettivo, uno degli interventi cardine prevedeva l'approvvigionamento delle acque, non più dalla condotta forzata dell'ENEL, ma direttamente con derivazione dall'invaso Piaganini, serbatoio posto sull'asta del Vomano, avente funzione di ricevere le acque di carico dalla Centrale Elettrica di S. Giacomo. L'appalto per i lavori è stato aggiudicato, dalla Soc. Ruzzo Reti S.p.A., che gestisce le opere dell'omonimo acquedotto, alla Condori S.r.l., A.T.I. costituita fra la Società Condotte d'Acqua S.p.A., di Roma, e la società Orion S.C. a r.l. di Cavriago (RE).

Uno dei punti vincolanti e nevralgici di tutto il progetto era rappresentato dalla realizzazione del collegamento tra la galleria di derivazione e il fondo del bacino di invaso, che rappresentava la vera e propria opera

*GEOMETRA, DIRETTORE TECNICO P.A.T.O. S.R.L.
**GEOLOGO, CONSULENTE P.A.T.O. S.R.L.

di presa. La galleria di derivazione, dello sviluppo di oltre 2000 metri, era stata costruita in precedenza con l'uso di TBM, avente diametro interno di circa 3,80 m, e si era dovuta naturalmente bloccare in prossimità del fondo dell'invaso, in quanto il tipo di attrezzatura non permetteva di sfociare direttamente a fondo lago.

Si trattava di studiare e di valutare la possibilità di realizzare il raccordo in oggetto (galleria di derivazione-fondo invaso) con tecnologie e metodologie che permettessero di eseguire l'opera senza lo svuotamento dell'invaso, operazione onerosa e di complessa attuazione.

A questo punto i responsabili della Condori S.r.l. interpellavano la P.A.T.O. S.r.l. di Occhiobello (RO), impresa specializzata in scavi con tecnologie "trenchless", per verificare se esistessero possibilità e metodologie che consentissero di realizzare, con successo, l'intervento sopra indicato. I tecnici dell'Impresa P.A.T.O. S.r.l., dopo l'esame approfondito di tutta la documentazione esistente e a seguito degli approfondimenti necessari, mettevano a punto un programma che prevedeva l'esecuzione del raccordo con l'utilizzo di una attrezzatura da microtunnelling, avente diametro tale da consentire la posa nel foro di una tubazione in acciaio di 1100 mm, così come prevedeva il progetto.

Naturalmente, date le condizioni ambientali esistenti, oltre alla scelta del metodo di perforazione, è risultato essenziale e vincolante prevedere tutta una serie di adeguamenti necessari per poter procedere all'intervento con la dovuta sicurezza operativa e con la contemporanea aspettativa di successo.

Condizioni generali

Caratteristiche dell'opera, condizioni logistiche, geologiche, e idrauliche

Il collegamento tra la galleria di adduzione DN 3800 mm e il fondo lago prevedeva una perforazione, per la posa di una tubazione in acciaio DN 1100, di circa 33 m di sviluppo, avente una pendenza a salire pari al 22,38 %, come schematizzato in (Fig 1)

Dovendo eseguire la perforazione dall'interno della galleria di adduzione verso il lago, risultava pregiudiziale prevedere tecnologie e attrezzature che potessero transitare in quegli spazi, lungo un percorso di più di 2000 m e potessero operare, nella parte terminale della galleria, in condizioni di lavoro accettabili sia sotto l'aspetto tecnico che sotto quello della sicurezza.

In base alle risultanze degli studi geologici, eseguiti a corredo del progetto, e tenendo conto degli approfondimenti finalizzati ed eseguiti da P.A.T.O. S.r.l., è stato assodato che il comparto interessato dalla perforazione dell'opera di presa, risultava costituito da una successione litoide tipica di questi territori, ascrivibile alla Formazione delle "Marne con Cerrogna", del Miocene medio, come riportato nello stralcio geologico di (Fig 2)

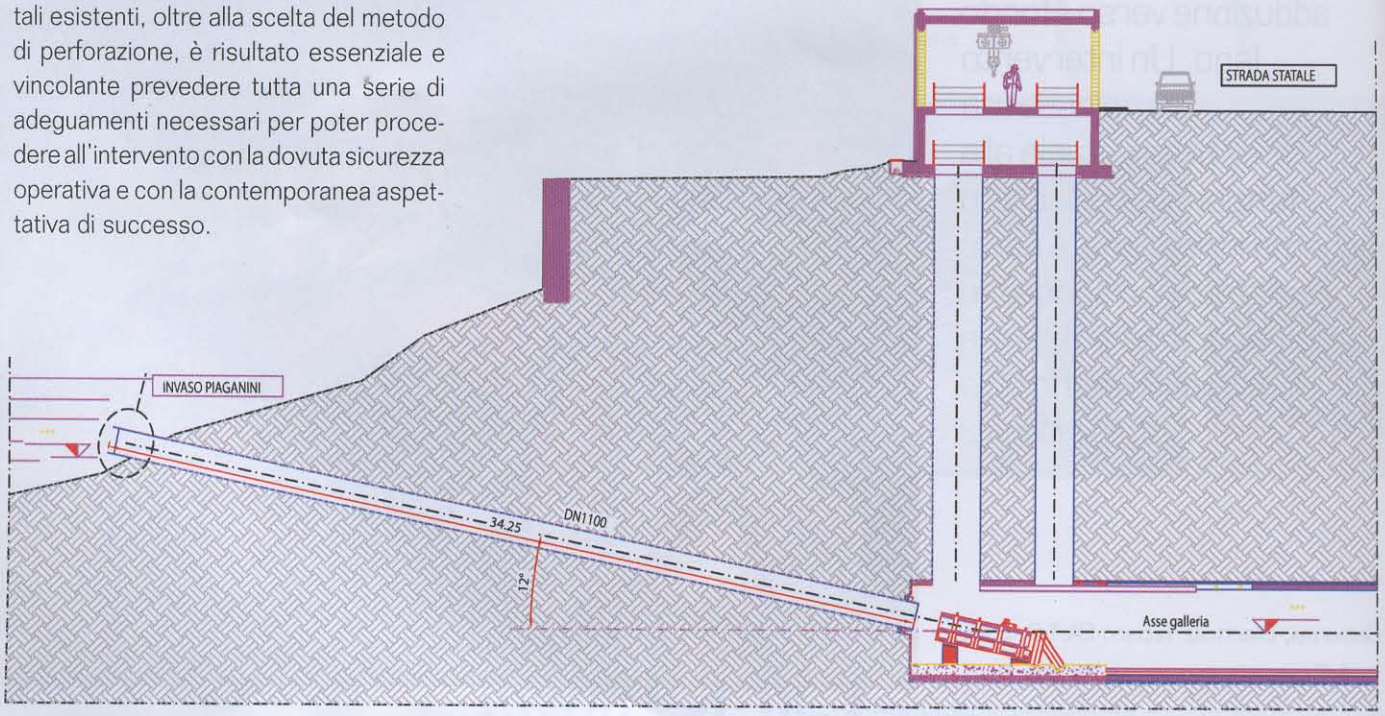
Tale formazione è rappresentata da alternanze di marne, marne calcaree e marne argillose, in strati medi e sottili, associate a torbiditi carbonatiche, provenienti dall'erosione di aree del dominio laziale-abruzzese.

La stratificazione è spesso obliterata da un clivaggio diffuso e da intensa bioturbazione. In tutta la formazione sono inoltre frequenti fenomeni di slumpings.

Da quanto sopra si deriva che il comparto interessato dalla perforazione era da considerare caratterizzato dalla presenza di litotipi sostanzialmente litoidi, ma estremamente disomogenei da un punto di vista delle caratteristiche litologiche, strutturali e geomeccaniche, per la presenza di un variabile ma significativo grado di fratturazione.

Dal punto di vista delle condizioni idrauliche, il settore interessato dalla perforazione, pur presentando, condizioni litologiche molto eterogenee, con la presenza di litotipi certamente a bassa permeabilità (marne e marne argillose), alternati a episodi o livelli più permeabili (torbiditi carbonatiche e marne calcaree), si po-

Figura 1 - Profilo longitudinale



teva presumere che fosse caratterizzato dalla presenza di deflussi idrici di una certa portata, anche in pressione, in conseguenza della posizione sottostante ad un invaso, caratterizzato da significativo battente idraulico, e in considerazione del rilevante stato di fessurazione del comparto in oggetto.

Scelta delle tecnologie

A fronte delle condizioni sopra menzionate, si è proceduto alla scelta della attrezzatura ritenuta più idonea alla esecuzione della perforazione. Avendo vincoli di spazio, sia per l'obbligo di dover trasportare al fronte tutta l'attrezzatura lungo i 2000 m della esistente galleria di derivazione sia poi per l'onere di dovere operare in aree molto anguste, è stato ritenuto conveniente l'utilizzo di una attrezzatura da microtunnelling, con testa a pressione di fanghi e smarino idraulico. Con tale attrezzatura, contenuta negli ingombri, si aveva anche l'opportunità di contrastare le eventuali e significative pressioni idrostatiche, del tutto probabili lungo l'avanzamento, in considerazione della presenza dei soprastanti battenti idrici dell'invaso. Tale attrezzatura risultava anche molto adatta in considerazione del diametro e del tipo di tubazione da posare (tubi da 1100 mm in acciaio, in barre da 3 m, opportunamente tra loro saldati).

In particolare si è operato con le seguenti attrezzature:

- Fresa Herrenknecht AVN800A con disco fresante da roccia, DN 1100 mm (Fig. 3)
- Impianto di separazione: Bauer GS-00-BE250
- Unità di miscelazione fanghi : Clivio AP/OL 90 S-ETA
- Additivi per fanghi : Baroid

È del tutto evidente, come verrà meglio esplicitato in seguito che, per rispondere adeguatamente alle condizioni logistiche, geologiche e idrauliche esistenti, oltre all'utilizzo delle attrezzature sopra indicate le stesse hanno dovuto essere adeguate ed adattate alle esigenze operative ed integrate con equipaggiamenti di supporto, compatibili con le varie condizioni che man mano si sono delineate durante i lavori.

36

Marne con Cerrogna. Calcari marnosi, marne calcaree e marne arenacee con bioturbazioni, talora glauconitiche, con intercalazioni di calcareniti e calciruditi. Spessore: 300 – 400 m. Miocene inferiore-medio.

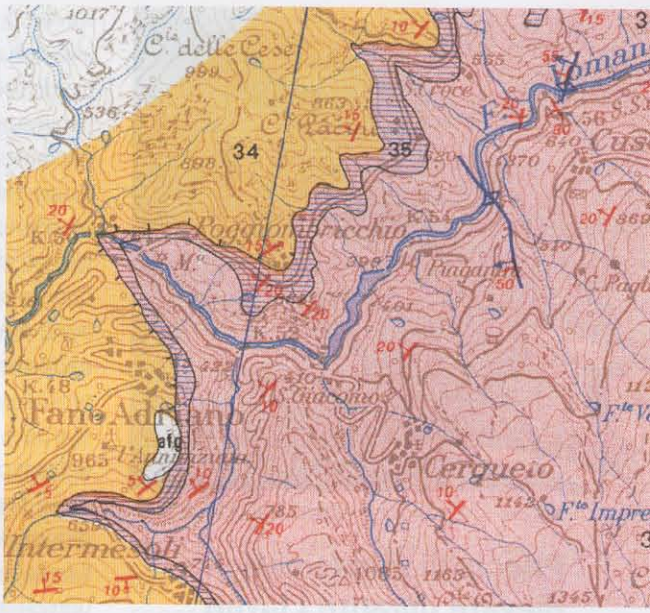
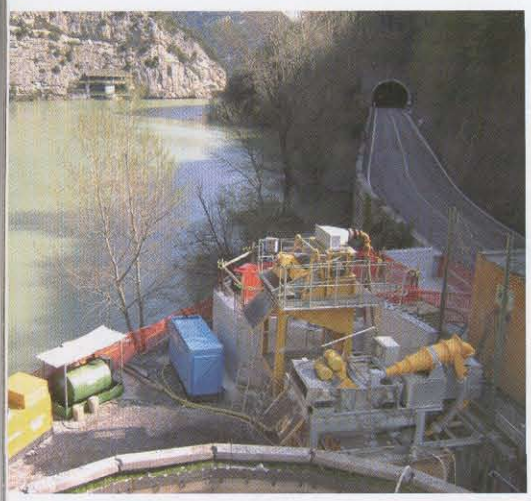


Figura 2

Figura 3



Principali problematiche rilevate durante i lavori

Come prevedibile, l'esecuzione di una perforazione, anche se non di consistente sviluppo (circa 33 m), in condizioni ambientali come quelle esistenti, ha comportato il superamento di significative difficoltà e tutta una serie di interventi sia a livello preliminare che in fase esecutiva, pregiudiziali per la buona riuscita dell'opera.
Le principali problematiche incontrate durante lo sviluppo dei lavori vengono di seguito elencate e sinteticamente descritte.

Condizioni logistiche

In primo luogo è si dovuto risolvere il problema, tutt'altro che semplice, del trasporto al fronte di tutta l'attrezzatura attraverso la galleria di derivazione, avente uno sviluppo di oltre 2000 m e un diametro di soli 3,80 m. Essendo la galleria di minima pendenza, è stato possibile e conveniente installare un binario lungo tutto il suo sviluppo, in modo di procedere al trasporto delle attrezzature con vagoni trainati da un locomotore elettrico. Con questo sistema, anche se le difficoltà non sono mancate, tuttavia è stato possibile rispondere in modo adeguato sia all'approntamento della macchina e di tutte le sue parti complementari, che alle esigenze di trasporto del materiale necessario durante la perforazione, comprese le barre di tubazione in acciaio, ecc.
Il collegamento di tutte le linee di servizio (idrauliche, elettriche, di smarino, ecc.) tra la fresa all'interno della galleria e le attrezzature di alimentazione e di controllo all'esterno della stessa, come pure l'accessibilità rapida alla postazione di spinta per le maestranze, è avvenuto tramite un pozzo di ventilazione avente diametro 1,5 m e profondità 25 m.

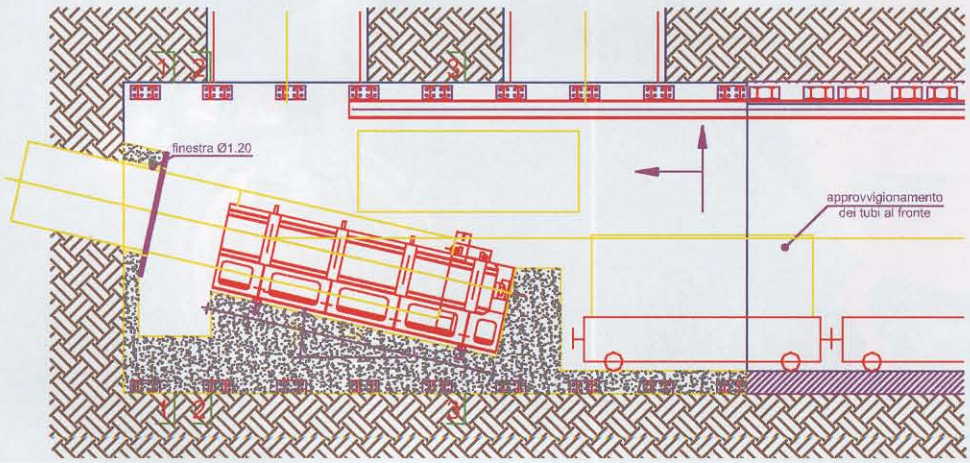
Esecuzione rampa di partenza

Per poter impostare la fresa con l'inclinazione indicata dal progetto è stata realizzata, al fronte, una rampa in calcestruzzo armato, avente la pendenza prevista (circa 12°), che fungeva da appoggio per il telaio di spinta.
Alla base della rampa è stato poi realizzato il muro di controspinta, adeguatamente armato per poter reggere al carico dei martinetti di spinta, mentre tra la parte terminale della rampa e il fronte è stato creato un opportuno ribasso, che fungeva da postazione per le saldature delle barre di tubazione in acciaio.
In calotta inoltre era stata predisposta, debitamente ancorata alla roccia, una rotaia di corsa corredata da un paranco, principalmente per tutte le operazioni legate alla messa in rampa delle singole barre e comunque essenziale per tutte le operazioni complementari. Al fronte è stata inoltre predisposta la parete in c.a. per l'installazione dell'anello di lancio entro il quale era ricavata la finestra DN 1200 mm di inserimento della tubazione. In (Fig.4) viene riportato quanto esposto sinteticamente sopra.

Esecuzione dello scavo

Le significative disomogeneità litologiche e strutturali, riscontrabili, come in precedenza osservato, nell'ambito dell'ammasso roccioso, hanno comportato particolari difficoltà nel gestire la forza di spinta sulla testa, soggetta, per tali condizioni, a subire continue e repentine variazioni.
*Tali condizioni hanno anche comporta*to frequenti rischi di rollio. Per evitare l'instaurarsi di queste pericolose situazioni sono state messe in atto adeguate installazioni antirollio. In particolare sono stati tra loro vincolati i vari segmenti che costituiscono la fresa, attraverso occhielli d'acciaio, opportunamente saldati su ciascun segmento, e tra loro bloccati da spinotti in acciaio filettati e imbullonati.
Inoltre la parte terminale della fresa è stata vincolata, sempre con anelli d'acciaio imbullonati, anche a tutta la batteria di tubi di rivestimento ad essa retrostanti.
Oltre ai fenomeni di rollio, contrastati con la messa in opera dei presidi sopra indicati, si sono anche dovuti affrontare i problemi di pendenza della perforazione, al momento del rilascio del contrasto dei martinetti di spinta, allorché si doveva procedere all'inserimento e alla saldatura di una nuova barra di tubazione. Per evitare eventuali arretramenti della batteria di tubi già spinti, si è ricorso al bloccaggio attraverso catene messe in tensione,

Figura 4 - Schema di lancio



le quali collegavano occhielli in acciaio, saldati sul bordo terminale della tubazione già spinta, e occhielli saldati sull'anello di lancio, opportunamente ancorato alla parete rocciosa tramite tiranti.

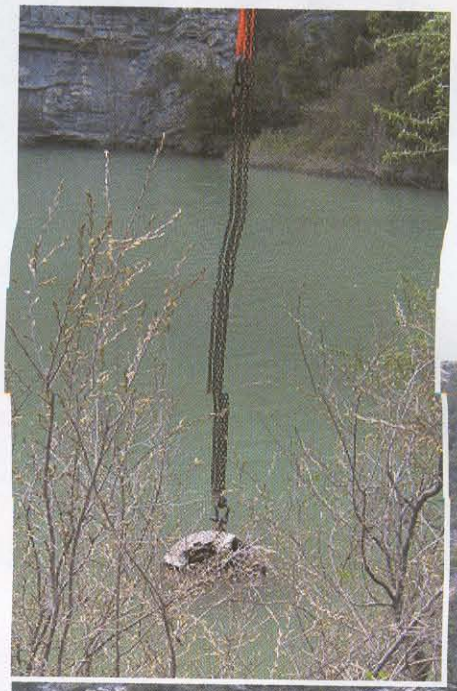
Condizioni idrauliche

Altra difficoltà operativa molto vincolante è risultata quella del controllo e del contrasto del battente idraulico derivante dalla presenza dell'invaso e che veniva a gravare (per circa 2 bar), attraverso il "sovrascavo anulare" (anulus tra diametro scavo e diametro tubazione in acciaio), sulla parete di imbocco. Per contrastare tale pressione ed evitare scarico di acque nell'area di imbocco è stato montato, sulla piastra di lancio, un anello di tenuta in acciaio con doppia guarnizione a labbro, con elementi in neoprene, ed una ulteriore guarnizione pneumatica di emergenza. Il metodo ha perfettamente funzionato, consentendo il contrasto delle pressioni senza alcun problema in condizioni di tutta sicurezza.

Fuoriuscita della fresa nel fondo dell'invaso

Altro momento estremamente delicato *risultava quello della fuoriuscita della fresa* nel lago, dopo l'abbattimento dell'ultimo diaframma roccioso. Per rispondere adeguatamente a queste problematiche era stata progettata la messa in opera di un tappo di tenuta in acciaio con guarnizione, che andava a chiudersi su di un anello già predisposto (flangia fissa) e saldato all'interno dei tubi in acciaio dietro al corpo fresa.

Il tappo in acciaio, che era già stato inserito in attesa di utilizzo all'interno del tubo durante i lavori, risultava già corredato di fori per la bullonatura sulla flangia fissa, ed inoltre risultava corredato di due saracinesche per il passaggio di aria e di acqua, da utilizzare al momento opportuno. Delicate e laboriose operazioni di fuoriuscita possono sinteticamente individuarsi con quelle, ben note, messe in atto per l'immersione e l'emersione di un sommergibile mediante l'allagamento delle camere stagne (tubazione in acciaio). A recupero della fresa avvenuto,(Fig.5) i sommozzatori hanno provveduto all'installazione di una griglia di protezione all'estremità della condotta infissa e, successivamente, all'alimentazione graduale della condotta, tramite step successivi di apertura controllata del flusso con saracinesche in serie di diametri crescenti.



Considerazioni conclusive

L'intervento sopra illustrato è da considerare di elevata valenza in quanto risultava vincolante e funzionale in relazione all'utilizzo della galleria di adduzione, opera di oltre 2000 m di sviluppo, praticamente priva di significato, in mancanza del collegamento col lago (opera di presa).
Pertanto la perforazione in esame è risultata pregiudiziale per la funzionalità di tutto il nuovo schema idrico.
Ancora una volta è risultata essenziale, per la buona riuscita dell'intervento, le scelta oculata della tecnologia di perforazione, scelta che è risultata impegnativa in fase progettuale da parte dei responsabili e dei tecnici dell'Impresa P.A.T.O. S.r.l., che hanno dovuto poi proseguire i loro sforzi e chiamare in gioco tutte le loro capacità anche in fase realizzativa, che ha presentato una serie di problematiche non sempre di facile soluzione.
La grande versatilità del metodo utilizzato ha permesso di portare a termine con successo, in poco più di un mese di lavoro, un opera, di non grossa entità, ma di elevata *complessità tecnica, logistica ed operativa.* ■

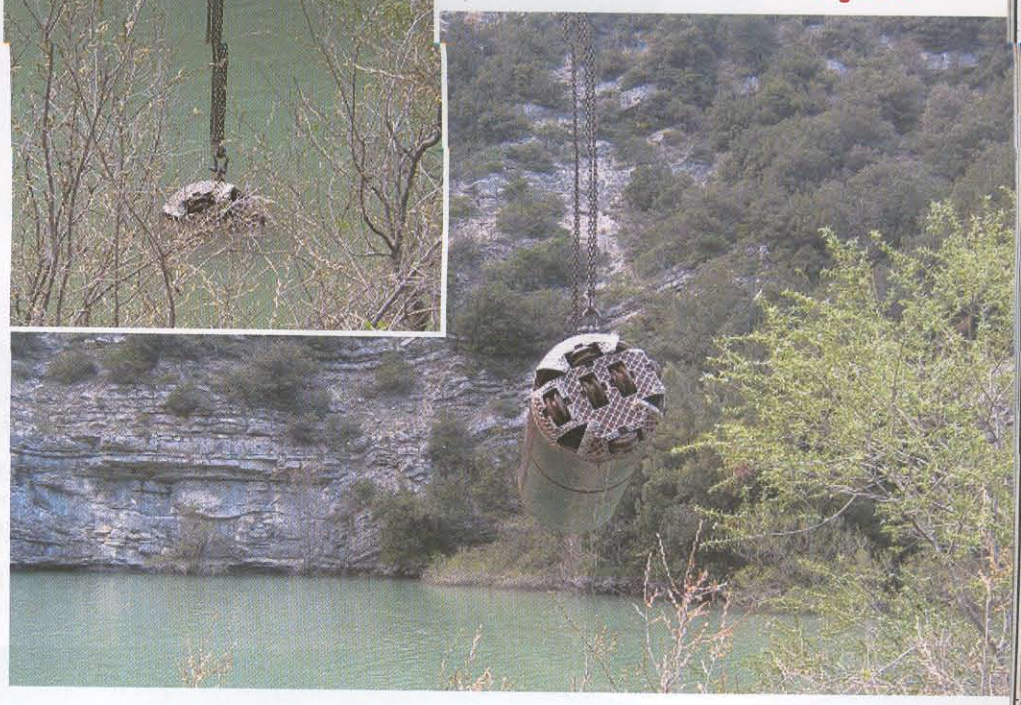



Figura 5