LA GALLERIA "LIVIO COSENZA" NEI CAMPI FLEGREI

Analisi dell'intervento C11 – II lotto del collegamento tra tangenziale di Napoli (Via Campana), rete viaria costiera e Porto di Pozzuoli, che si inserisce all'interno delle opere viarie di completamento del piano intermodale dell'Area Flegrea

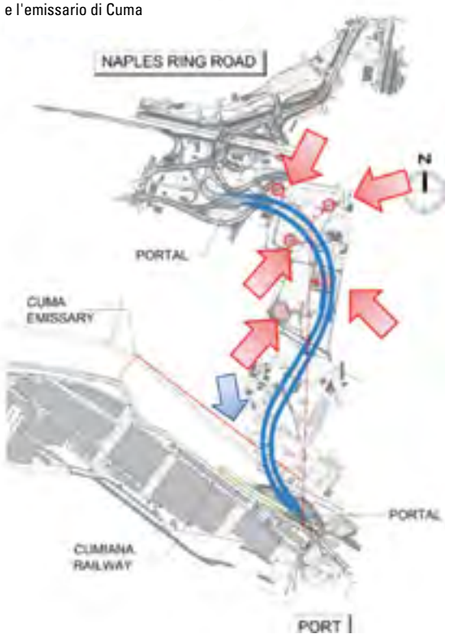
La Galleria "Livio Cosenza" fa parte delle nuove connessioni stradali tra la Tangenziale di Napoli e il Porto di Pozzuoli. Consente l'accesso diretto al lungomare di Pozzuoli e, di conseguenza, costituisce un tassello fondamentale per la riqualificazione dell'Area Flegrea. L'opera, della lunghezza di 1 km circa, a doppio fornice, diviene, inoltre, un elemento strategico per consentire l'esodo dalla città di Pozzuoli nel caso del riacutizzarsi dei fenomeni bradisismici. Questi due aspetti funzionali fanno sì che la galleria sia considerata un progetto infrastrutturale prioritario. Il progetto di Peter Eisenman per la promozione dell'Area Flegrea comprende l'attuazione del Piano Intermodale, la riqualificazione del Rione Terra, l'implementazione della rete ferroviaria locale tramite la connessione con il sistema metropolitano regionale e l'allargamento e la riqualificazione del Porto tramite la bonifica della ex area industriale Sofer-Ansaldo. La nuova galleria costituisce un elemento fondamentale di questo progetto permettendo il superamento trasversale delle barriere infrastrutturali longitudinali presenti nell'area e consentendo quindi la piena accessibilità e fruizione delle vaste risorse archeologiche e storiche di Pozzuoli, allo stato attuale ancora poco conosciute dal grande pubblico.

Sebastiano Pelizza Professore Emerito Politecnico di Torino
Mauro di Pace Direttore dei Lavori
Marco Porta Direttore Tecnico SABESA SpA
Georgios Kalamaras AK Geotecnica S.r.l.
Roberto Boller IC S.r.l.
Nicolò Faggioni Imgeco S.r.l.

Il contesto singolare

L'opera si inserisce in un contesto singolare in cui il fenomeno bradisismico fa da cornice ad un inserimento territoriale dell'opera, della quale assumono particolare rilievo, tra altre, le interferenze del tracciato di progetto con le cisterne sotterranee di Pierluigi Nervi, il collettore fognario di Cuma e la Linea ferroviaria Cumana. In particolare le 5 cisterne sotterranee presentano diametro 36m, altezza 15m e sono state costruite negli anni '50: furono progettate da Pier Luigi Nervi per sostenere esplosioni di due bombe di 500kg. Il collettore fognario di Cuma raccoglie gli scarichi idrici di Napoli e Pozzuoli, ha una lunghezza di circa 13 km ed è stato costruito alla fine del diciannovesimo secolo; è caratterizzato da una sezione ovoidale di 3x3.5m. Si tratta dell'unico emissario dell'Area Flegrea e non può essere messo fuori servizio.

Le cisterne sotterranee di Pierluigi Nervi e l'emissario di Cuma



Progettazione esecutiva

Il Progetto Definitivo prevedeva di sottopassare l'emissario di Cuma, operazione piuttosto problematica a causa di:
- cedimenti del collettore;
- scavo sotto falda;
- impianti di sollevamento acqua per tutta la vita dell'opera (277m di galleria sotto falda).

Il Progetto Esecutivo dell'opera è stato redatto da un gruppo di progettazione composto da:
- AK Ingegneria Geotecnica per la progettazione geotecnica delle opere in sotterraneo nonché per il coordinamento della progettazione;
- Prof. Sebastiano Pelizza per la progettazione delle opere in sotterraneo;
- IC per la progettazione delle infrastrutture stradali ed opere strutturali;
- Imgeco per la progettazione degli impianti.

Tramite il progetto esecutivo è stata introdotta una variante di tracciato che ha consentito:
- Il sovrappasso del collettore di Cuma;
- l'introduzione di una sezione con jet-grouting, eseguito dal piano campagna, per lo scavo di circa la metà di monte della galleria semplificando e accelerando le lavorazioni in sotterraneo;
- l'eliminazione dei camini di espulsione dei fumi dalle gallerie previsti nella precedente configurazione impiantistica.

Sondaggi

Durante le fasi di progettazione definitiva ed esecutiva sono state effettuate due campagne di indagini atte a definire i principali aspetti geologici/geotecnici dell'opera. In particolare sono state condotte le campagne 2008-2009 per 390m complessivi di lunghezza e la campagna 2012 per 330m totali. L'unità Geotecnica nella quale avviene lo scavo della galleria è definita come UG4 (prodotti vulcanici e depositi di ambiente marino o di transizione a granulometria prevalentemente sabbiosa grossolana).

IL BRADISISMO

(dal greco βραδυς bradýs "lento" e σεισμος seismós "scossa") La teoria più recente, attualmente sostenuta, ravvisa nelle variazioni di riscaldamento delle falde freatiche interposte alla crosta superficiale la causa del fenomeno, laddove aumenti o diminuzioni della temperatura causerebbero una maggiore o una minore pressione del vapore acqueo imprigionato nel sottosuolo con conseguenti deformazioni della crosta superficiale.

ASPETTI STRADALI

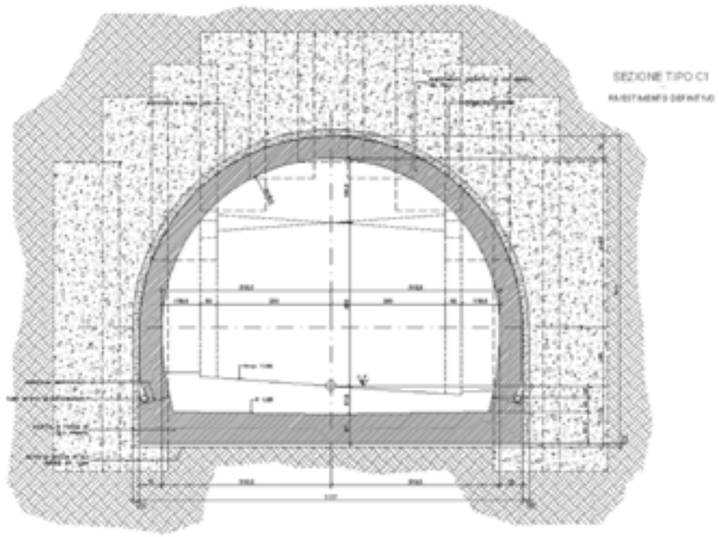
La nuova galleria Livio Cosenza è inserita in una viabilità urbana classificata in Categoria: E – strada urbana di quartiere a due corsie per senso di marcia e carreggiate separate.
Pendenza massima: 6.60%
raggio min: 200m; velocità di progetto: 40-60km/h

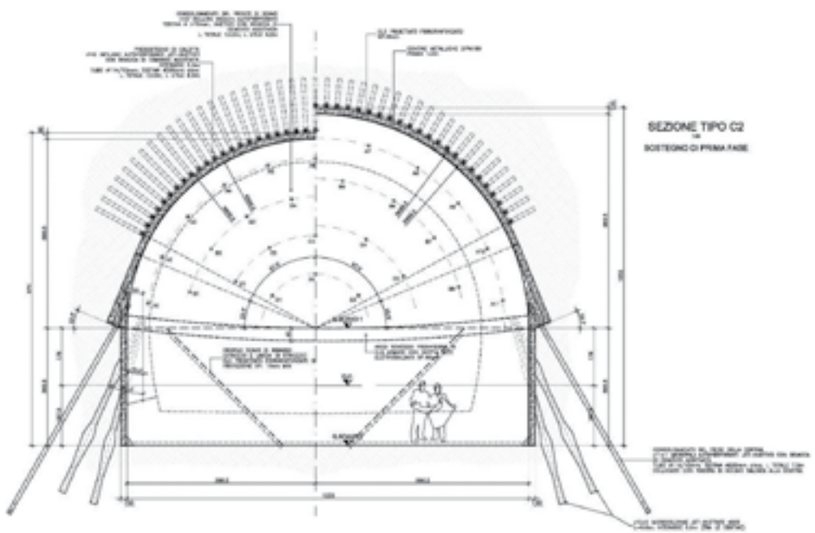
Sezioni Tipo di Scavo: Requisiti progettuali

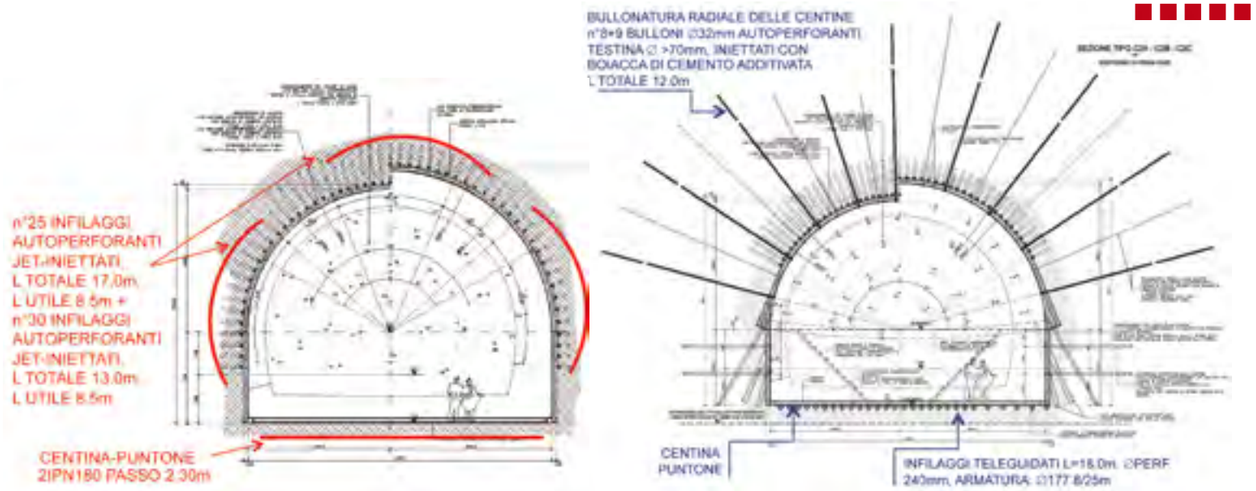
R1: garantire la stabilità del fronte e del cavo nei terreni sabbiosi e mitigare rischi legati alla subsidenza in superficie;
R2: ridurre i volumi di scavo e soprattutto evitare l'uso di materiali per il consolidamento che possono inquinare il marino di galleria e rendere pertanto problematico il suo riutilizzo;
R3: adottare tecnologie di scavo che semplifichino il processo di costruzione della galleria e riducano i rischi di sforamento della durata di costruzione quale prevista in progetto;
R4: per il sovrappasso del collettore di Cuma i requisiti progettuali sono (i) la riduzione, il più possibile e comunque per quanto necessario, del disturbo e dei sovraccarichi indotti dallo scavo della galleria sul collettore; (ii) l'eliminazione dei sovraccarichi della galleria sul collettore in fase di esercizio; (iii) progettare una struttura definitiva della galleria in grado di resistere ad eventuali sovrappressioni dal collettore.

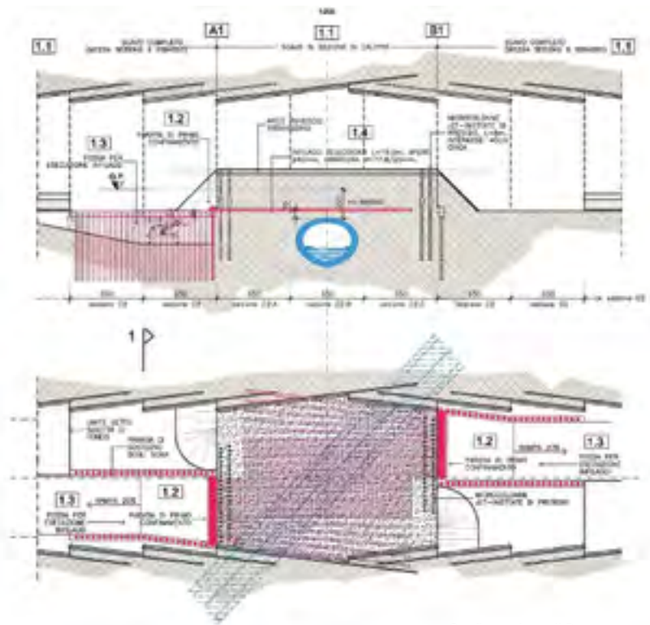
Scavo galleria

Per lo scavo in galleria sono previste le seguenti sezioni tipologiche di scavo:
- Sezione tipo C1 + Piazzola di Sosta + by-pass carrabile e pedonale Terreno consolidato dall'alto tramite colonne jet-grouting Ø2000 (schema a campana + diaframma ogni 12m); durante la fase di realizzazione dell'opera le seguenti modifiche sono state adotatte: colonne jet: Ø2.7m, interasse: 2.0m (a seguito del campo prove); setto di 3 colonne continue ogni 7m, adozione di centine reticolari
- Sezione tipo C2: Scavo a mezza sezione con presostegno calotta e consolidamenti in avanzamento con "Metodo Pelizza". Consolidamento del fronte di scavo mediante n°27 micropali Ø32mm iniettati ad alta pressione contemporaneamente alla perforazione con boiacca di cemento additivata, di lunghezza totale 12.0m e lunghezza utile pari a 6.5m e testina Ø >70mm; presostegno di calotta mediante n°45 infilaggi autoperforanti jet-iniettati con boiacca di cemento additivata, ad interasse 30cm, realizzato con tubi metallici Ø114/10mm, di lunghezza totale pari a 12m e lunghezza utile 6.5m, testina Ø200mm; consolidamento del piede della centina con n°1+1 micropali autoperforanti jet-iniettati con boiacca di cemento additivata e tubo metallico Ø114/10mm, di lunghezza totale pari a 7.5m, realizzati con testina Ø200mm e collegati con piastra di acciaio saldata alla centina;n°2+2 microcolonne jet-iniettate Ø200, di lunghezza totale pari a 6m e interasse 0.5m tra le centine;
- Sezione C5: Scavi archeologici hanno impedito l'applicazione della sezione del progetto C1 e pertanto è stata applicata, in fase di costruzione a seguito delle risultanze del costante monitoraggio geotecnico (convergenza, livellazione in superficie, carichi agenti sul sostegno di prima fase) una nuova sezione tipo, C5, a partire dalla sezione C2 con l'adozione di n°25 infilaggiautoperforanti jet-iniettati per una lunghezza totale di 17.0m (utile 8.5 m) più n°30 infilaggi autoperforanti jet-iniettati per una lunghezza totale di 13.0m (utile 8.5 m) e l'utilizzo di una centina puntone 2IPN180 passo 2.30m;
- il sovrappasso del collettore di Cuma che prevede la realizzazione di una struttura a ponte mediante l'esecuzione delle paratie di primo confinamento, dello scavo a fossa propedeutico alla realizzazione degli infilaggi orizzontali teleguidati.





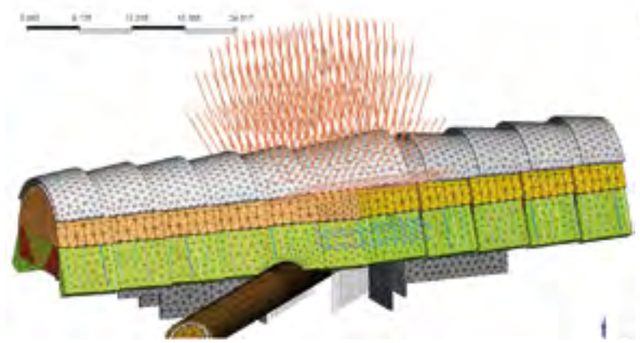


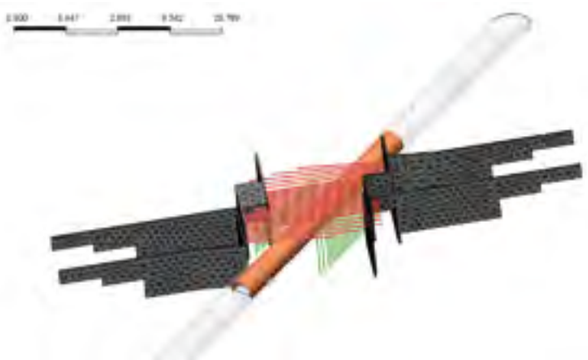


Configurazione di Progetto

ANALISI FEM

Le verifiche ed il dimensionamento statico e geotecnico del sovrappasso sono stati mediante il software di calcolo MIDAS GTS (3D) ad elementi finiti





Imbocco lato Tangenziale

Imbocco lato Porto

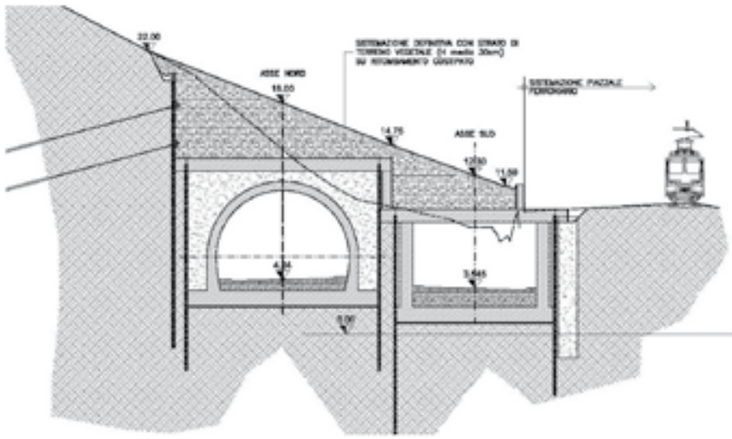
Configurazione degli imbocchi

Il progetto esecutivo della galleria prevede le seguenti configurazione finali dei gli imbocchi.

Sottopasso della Cumana

Il progetto esecutivo prevede la realizzazione del sottopasso della ferrovia cumana, interferente con il portale lato porto della galleria, secondo le seguenti fasi costruttive articolate per garantire la continuità del servizio ferroviario:

- esecuzione delle paratie provvisionali lato monte e dei consolidamenti a tergo delle paratie stesse;
- sbancamento sino alla quota di imposta del futuro solettone di copertura delle gallerie artificiali e del solettone di copertura del sottopasso;
- esecuzione delle paratie di micropali interne per il sostegno del solettone del sottopasso;
- getto in cls armato del solettone di copertura e posa delle armature in corrispondenza dei paramenti verticali e getto del solettone di copertura del futuro sottopasso ferroviario nel tratto a monte;
- spostamento della linea ferroviaria verso monte, completamento delle paratie provvisionali ed esecuzione degli scavi. Spostato l'esercizio ferroviario sul binario provvisorio si interviene a valle delle opere già realizzate completando verso valle le opere di presidio e le operazioni di scavo;
- armatura e getto dello scatolare di valle, posa delle stilate provvisorie, armatura e getto della soletta di copertura, ripristino della linea ferroviaria sul manufatto costruito, posto sulle stilate provvisorie;
- una volta ripristinato il binario della linea storica si prevedono le operazionidi scavo al di sotto del solettone lungo l'asse nord dell'asse principale della viabilità di progetto, da estendere sino all'imbocco della galleria naturale;
- esecuzione degli scavi al di sotto del solettone lungo l'asse sud dell'asse principale della viabilità di progetto, da estendere sino all'imbocco della galleria naturale;
- ritombamento sulle gallerie artificiali e opere di mitigazione sul crinale a monte del sottopasso.



Impianti tecnologici

Nella configurazione finale di esercizio la galleria è servita dagli impianti tecnologici:

- Illuminazione ordinaria e di emergenza;
- Illuminazione di sicurezza per le vie d'esodo;
- Impianto di ventilazione;
- Impianto acqua antincendio (rete idranti);
- Sistema di rilevazione incendi;

e dagli impianti di sicurezza e di comunicazione da e per l'utenza:

- Impianto di comunicazione S.O.S.;
- Impianto di messaggistica luminosa (PMV) e segnaletica;
- Impianto di videosorveglianza;
- Impianto di copertura radio.

il tutto supervisionato da un sistema di telecontrollo locale (postazione in cabina) remotizzabile.

Gli impianti della galleria sono tutti alimentati da una cabina dedicata di trasformazione, ubicata nelle vicinanze del portale lato Tangenziale, con annessi i locali tecnici per la distribuzione delle alimentazioni alle rispettive utenze. In cabina è installato anche un gruppo elettrogeno per la continuità dei servizi di emergenza in caso di assenza rete. Annessi alla cabina sono installati il locale di supervisione e il locale gruppo antincendio con la propria riserva idrica dedicata.

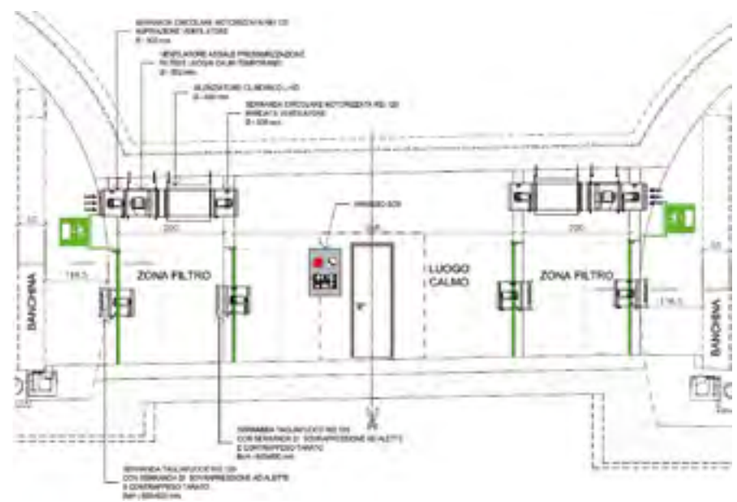
Le dotazioni di sicurezza a corredo della galleria sono installate in nicchie tecnologiche in cui sono ricavati gli alloggiamenti per i sistemi antincendio, gli SOS e la quadristica.

La galleria è dotata inoltre di uscite di sicurezza e vie di esodo protette realizzate mediante collegamenti pedonali tra i due fornici. All'interno dei collegamenti sono ricavati i luoghi sicuri temporanei separati dalla galleria a mezzo di zone filtro protette dal fuoco e mantenuti in sovrappressione da un impianto di ventilazione dedicato.

SOTTOPASSO DELLA LINEA FERROVIARIA

Al fine di garantire la continuità dell'esercizio ferroviario, durante le fasi di lavorazione dell'area di imbocco lato porto, il progetto esecutivo prevede la realizzazione di una serie di opere di presidio a difesa del manufatto in costruzione atte a garantire non solo la sicurezza durante le operazioni di scavo all'interno delle aree messe a disposizione per il cantiere ma anche a realizzare un binario provvisorio in adiacenza a quello esistente. Tale binario nelle fasi di lavorazione permetterà di non interrompere l'esercizio ferroviario.

LA GALLERIA RISPONDE IN TOTO AGLI STANDARD DI PROGETTAZIONE: 2004/54CE – D.LG.264/06 LINEE GUIDA ANAS PROGETTAZIONE 2009



Fase Costruttva

La fase costruttiva dell'opera ha avuto inizio con l'affidamento dei lavori di primo stralcio in data 12 Maggio 2014.

L'inizio dei lavori della canna sud, lunga 928.00 m è partito il 20 agosto 2014, mentre quello della canna nord, lunga 973.00 m, il 30 ottobre 2014. La previsione di fine scavo è fissata per il mese di settembre 2016. ◆

Committente:
Presidente della Regione Campania Commissario Straordinario ex art. 11 comma XVIII L. 887/84

General Contractor:
COPIN DUE S.p.A.

Affidataria:
SABESA S.p.A.

Consolidamenti dall'alto:
TREVI SpA

Realizzazione galleria:
ATI TECHNOSCAVI Srl SCF Srl, OLIDRAG Srl, TECNOMANTO Srl

Monitoraggio geotecnico:
I&C Italia Srl