

# COMUNE DI CROTONE

## SETTORE 3 - LL.PP.

### RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE VIA SIBARIS

#### NUOVE OPERE DI SOSTEGNO CON TERRE RINFORZATE E PARATIE IN C.A



DATA:

**GENNAIO 2017**

ELABORATO/TAVOLA

**E.15**

SCALA:

LIV. PROGETTAZIONE

**PROGETTO ESECUTIVO**

REV. N.

REV.00

AGGIORNAMENTI

PRIMA EMISSIONE

DATA

GENNAIO 2017

CONTENUTO DEGLI ELABORATI

**Disponibilità di aree ed immobili**

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**

ing. Massimiliano Berlingeri  
ing. Cosimo Santoro  
geol. Francesco Palmieri

**RUP**

ing. Gianfranco De Martino



#### IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

|                         |  |                         |                                      |
|-------------------------|--|-------------------------|--------------------------------------|
| <b>CODICE COMMESSA:</b> | 2016.002   |                         |                                      |
| <b>TITOLO PROGETTO:</b> | RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE VIA SIBARIS - COMUNE DI CROTONE - PROGETTO ESECUTIVO |                         |                                      |
| <b>COMMITTENTE:</b>     | COMUNE DI CROTONE – SETTORE III  |                         |                                      |
| <b>R.U.P.:</b>          | ing. Gianfranco DE MARTINO   |                         |                                      |
| <b>ELABORATO N.:</b>    | 2016002_ESE_15   | <b>TITOLO ELABORATO</b> | E15. DISPONIBILITA' AREE ED IMMOBILI |
| <b>FILENAME:</b>        | 2016002_ese_elab_e15_disp_aree_rev00_0.doc                                       |                         |                                      |

#### STATO DELLE REVISIONI

| REV. | DESCRIZIONE     | DATA      | FIRMA                                     |
|------|-----------------|-----------|---|
| 00   | Prima emissione | gen. 2017 | M. Berlingeri – C. Santoro<br>F. Palmieri |

#### REDAZIONE, APPROVAZIONE ED EMISSIONE

|                       |  | DATA      | FIRMA                                     |
|-----------------------|--|-----------|---|
| <b>REDATTO DA:</b>    | ing. M. Berlingeri - ing. C. Santoro - dr. F. Palmieri | gen. 2017 | M. Berlingeri – C. Santoro<br>F. Palmieri |
| <b>VERIFICATO DA:</b> | ing. Gianfranco DE MARTINO                             | gen. 2017 |   |
| <b>APPROVATO DA:</b>  | ing. Gianfranco DE MARTINO                             |           |   |
| <b>CONSEGNATO A:</b>  |  |           |   |

## Indice

|  |          |
|--|----------|
| <b>1. PREMESSA.</b>  | <b>3</b> |
| <b>2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.</b>                                | <b>3</b> |
| 2.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.                                       | 3        |
| <b>3. DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO.</b>         | <b>4</b> |
| 3.1. MOTIVAZIONE DELL'INTERVENTO E FINALITÀ DELLE OPERE.             | 4        |
| 3.2. CRITERI PROGETTUALI ADOTTATI.                                   | 5        |
| 3.3. ANALISI DELLE ALTERNATIVE.                                      | 5        |
| 3.4. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.                                   | 7        |
| <b>4. DISPONIBILITÀ E ACCESSIBILITÀ DELLE AREE E DEGLI IMMOBILI.</b> | <b>9</b> |

## ALLEGATI

|          |  |
|----------|--|
| <b>1</b> | <b>PLANIMETRIA CON SOVRAPPOSIZIONE INTERVENTI SU CATASTALE</b> |
|----------|--|

## 1. PREMESSA.

I sottoscritti Ing. Massimiliano BERLINGERI, Dott. Francesco PALMIERI e Ing. Cosimo SANTORO, hanno ricevuto dal Dirigente del Settore 3 – Lavori Pubblici e Patrimonio – del Comune di Crotone, Ing. Gianfranco DE MARTINO, giusta Det. Dir. n.3110 del 19.12.2016, a seguito della procedura di somma urgenza per il crollo del muro di contenimento in via Sibaris verificatosi in data 11 Marzo 2016, l'incarico per lo studio del fenomeno franoso in atto nonché la progettazione delle soluzioni finalizzate al consolidamento della scarpata.

Nella presente relazione vengono individuate le aree ed immobili interessate dagli interventi di progetto, con indicazione della relativa disponibilità.

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.

### 2.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.

Il sito oggetto di studio si ubica in via Sibaris, in agro del comune di Crotone. I riferimenti cartografici dell'area sono riportati nella Carta d'Italia IGM scala 1:25.000 foglio n. 571 sezione III – Crotone, nel foglio 238 III SE D "Crotone" del progetto Casmez, mentre come base topografica è stata assunta la Cartografia Tecnica Regionale elemento n. 571 102 in scala 1:5.000. In figura 1 è riportata l'ubicazione del sito su ortofoto (2009).

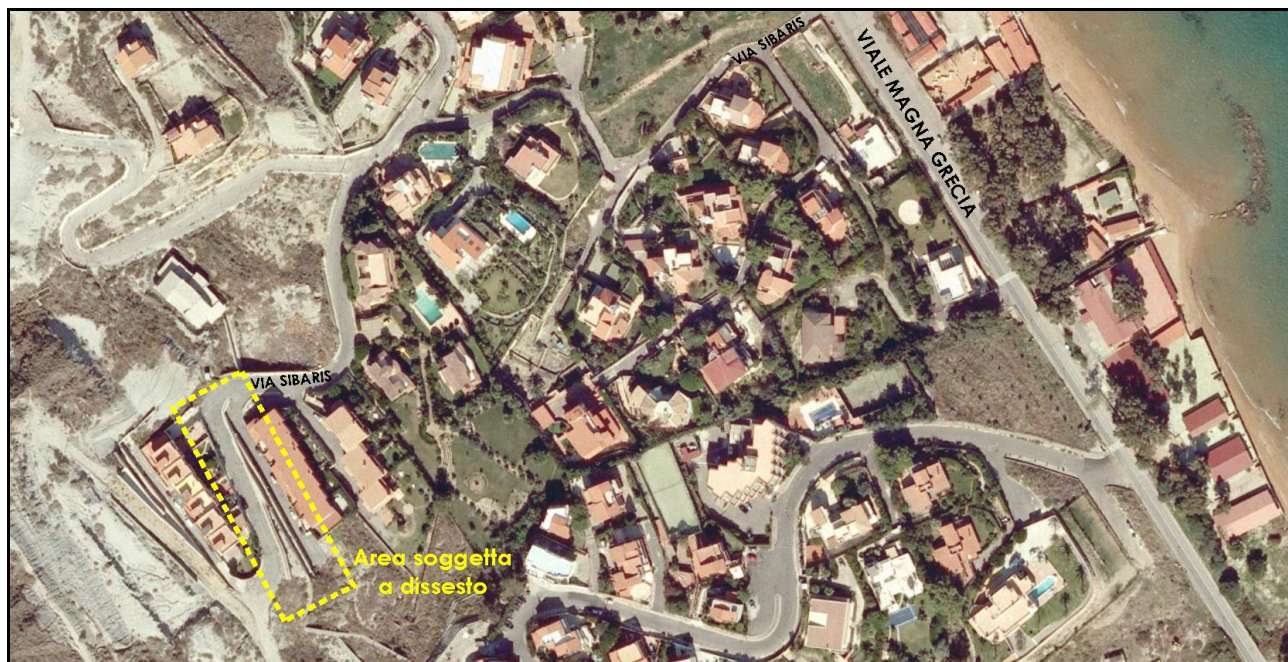


Figura 1 - inquadramento area di studio su ortofoto.



### 3. DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO.

#### 3.1. MOTIVAZIONE DELL'INTERVENTO E FINALITÀ DELLE OPERE.

L'intervento complessivo di progetto prevede la messa in sicurezza del tratto di via Sibaris interessato dal crollo della preesistente opera di sostegno costituita da n.3 muri in c.a. sovrapposti (nella sezione più alta), garantendo al contempo il ripristino della viabilità di penetrazione della lottizzazione ivi presente.

Come si evince dagli elaborati planimetrici allegati, l'opera di sostegno crollata costituiva il muro di sottoscarpa del rilevato della strada di penetrazione della lottizzazione VRICA S.a.s. adiacente al Lotto n.12 (fabbricato costituito da n.6 villette a schiera a 2 piani fuori terra più seminterrato).

Il tratto di strada interessato dal dissesto franoso è lungo circa 60 m ed è costituito da un'unica livelletta di pendenza del 14% circa.

A valle del muro crollato, a un dislivello variabile tra 4 e 12 m rispetto alla strada sovrastante, è posta una strada adiacente al Lotto n.11 (fabbricato anch'essa composto da n.6 villette a schiera a 2 piani fuori terra più seminterrato).

Attualmente la strada a valle è ricoperta dai detriti risultanti dal crollo del muro e dalla demolizione dei blocchi in c.a. rimanenti, mentre quella a monte si presenta a larghezza all'incirca dimezzata, in quanto franata per una larghezza variabile fra i 3 e i 4 m, con pendio che è stato profilato provvisoriamente con scarpa di circa 1:1.

Dall'analisi della superficie libera del pendio, dalle risultanze dei rilievi e delle indagini e dall'esame delle sezioni geologico-tecniche, si deduce che il terreno franato in seguito al crollo del muro di sostegno è rappresentato essenzialmente dal riporto a grana grossa che costituiva la parte in rilevato della strada a mezza costa adiacente il Lotto 12 (denominata in precedenza e in seguito "strada a monte"), mentre si rileva la sostanziale stabilità del pendio argilloso naturale.



Figura 2 - Foto del sito negli istanti immediatamente successivi al crollo.

### 3.2. CRITERI PROGETTUALI ADOTTATI.

Nello studio delle possibili soluzioni progettuali, fermo restando l'obiettivo generale di mettere in sicurezza il sito di intervento e ripristinare lo stato ex ante, si è cercato di tener conto dei seguenti criteri di progettazione:

- **impatto psicologico:** la soluzione da individuare deve garantire il minore impatto di tipo psicologico sugli abitanti del luogo, duramente provati dall'evento calamitoso, il quale solo grazie alla prontezza di intervento della Amministrazione comunale e delle forze dell'ordine, messe in allarme dai cittadini, e delle ditte intervenute, non ha determinato danni maggiori a cose e persone;
- **impatto paesaggistico-ambientale:** l'opera di sostegno da realizzare, di notevole ingombro e dimensioni (altezza di circa 12 m nella sezione più critica), deve essere tale da minimizzare, sia in fase di cantiere che di esercizio, l'impatto paesaggistico sull'area, già interessata da opere di sostegno imponenti e dalle caratteristiche estetiche non del tutto consone al contesto;
- **fattibilità tecnico-economica:** la soluzione da individuare deve essere tale da risultare fattibile in relazione agli aspetti tecnici (ad esempio accessibilità ai mezzi d'opera, sicurezza per gli operatori durante le fasi di cantiere, stabilità dei fabbricati limitrofi durante le fasi di cantiere, ...) ed alle disponibilità economiche e finanziarie presenti;
- **tempi di esecuzione:** la soluzione da individuare deve essere tale da potersi realizzare nel minor tempo possibile.

### 3.3. ANALISI DELLE ALTERNATIVE.

L'altezza della scarpata da sostenere con le opere in progetto varia da un minimo di 4 m a un massimo di 12 m.

Si è innanzitutto scartata la possibilità di sostituire anche parzialmente l'opera di sostegno rigida crollata (muro di sottoscarpa) con una di caratteristiche simili, sia per ragioni di carattere paesaggistico (pur non essendo l'area soggetta a vincoli, si tratta comunque di una zona residenziale con vista sul mare e fabbricati di pregio), che per ragioni di sicurezza e di occupazione di spazi (la realizzazione di un muro comporterebbe la necessità di effettuare rischiosi movimenti preliminari di terra alla base della scarpata; inoltre la fondazione avrebbe invaso il sottofondo della strada di valle, con la necessità di effettuare il parziale smantellamento e rifacimento di quest'ultima).

Si è ritenuto quindi preferibile valutare l'inserimento di un'opera di sostegno flessibile, e precisamente una paratia di pali in c.a., in quanto comporta una minore occupazione di spazi in orizzontale rispetto ad un'opera di sostegno rigida e consente un'esecuzione più rapida e sicura in quanto non richiede movimenti di terra preliminari.

La scelta delle fondazioni profonde (pali) risponde all'esigenza principale di evitare che le azioni trasmesse da un'eventuale fondazione superficiale dell'opera di sostegno possano andare a gravare sul vicino muro del piano seminterrato del fabbricato di valle (Lotto 11).



Figura 3 - Ubicazione lotti.

La possibilità di sostenere l'intera scarpata (per un'altezza variabile tra 4 e 12 m) esclusivamente con una paratia in c.a. al bordo esterno della strada di monte è stata scartata perché troppo costosa: oltre che richiedere un notevole impegno dal punto di vista delle opere in c.a., questa soluzione infatti non risolverebbe il problema del sostegno della scarpata sottostante, che bisognerebbe contenere con un'ulteriore paratia o altre opere di sostegno a valle (nella figura sottostante è riportata la sezione della soluzione sopra descritta nel punto in cui il dislivello è più elevato). Si tenga, inoltre, conto che le distanze dal fabbricato di monte (Lotto n.12) al ciglio della scarpata renderebbero difficoltose le fasi di cantiere per le macchine operatrici.

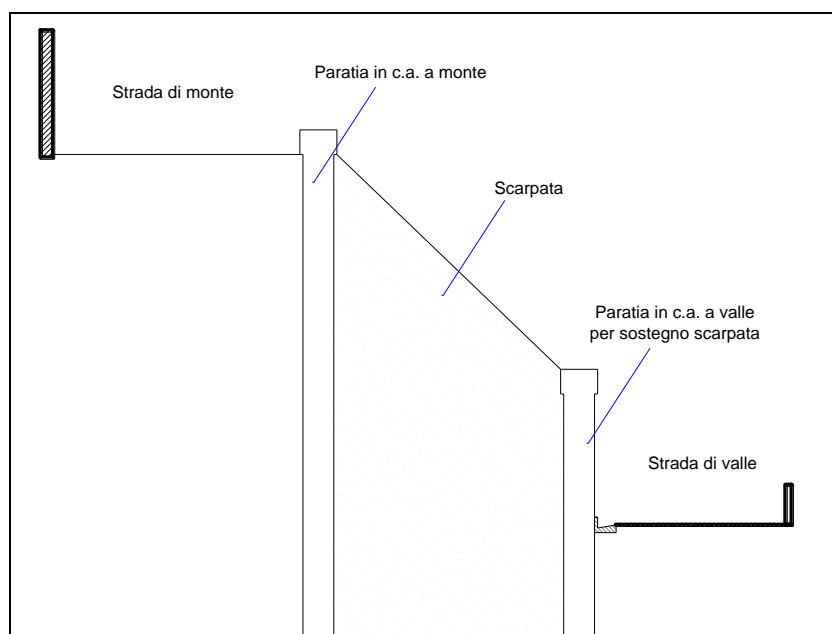


Figura 4 - Ipotesi progettuale con paratia a tutta altezza nella sezione più critica.

I progettisti hanno pertanto ritenuto di adottare una soluzione "mista", che tenga nel debito conto tutti gli aspetti da considerare nel caso specifico (strutturali, geotecnici, economici, paesaggistici e psicologici), utilizzando, per un'altezza massima di 3.50 m, una paratia di pali in c.a. alla base del pendio, lungo il bordo interno della strada di valle, e sostenendo il dislivello rimanente con l'adozione di rilevati in terra rinforzata, sfruttando sia le capacità di contenimento del pendio di questo tipo di strutture (paragonabili per il loro funzionamento statico a muri sostegno a gravità) sia le loro qualità di migliore inserimento nell'ambiente circostante.

### 3.4. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.

La soluzione progettuale proposta dai progettisti prevede la realizzazione dei seguenti interventi:

- Paratia di pali in c.a.:** alla base del pendio, in aderenza alla strada di valle, si prevede la realizzazione di una paratia di pali in c.a. di diametro 60 cm con sbalzo fuori terra di 2.90 m, più 0,60 m di trave di coronamento, infissi nel terreno per una profondità variabile fra i 3 e 5 m. Il paramento esterno della paratia sarà rifinito in cls. Tale intervento consentirà di trasferire nel sottosuolo le tensioni del pendio a monte senza gravare sul muro che delimita il seminterrato del fabbricato di valle. Le trivellazioni per l'esecuzione dei pali in c.a. accostati, costituenti la paratia (di diametro 60 cm e lunghezza complessiva variabile tra i 7 e gli 8 m, di cui la metà costituisce la profondità di infissione) verranno eseguite con sonda a rotazione, per evitare la trasmissione di vibrazioni ai fabbricati esistenti. Poiché il terreno da perforare è argilloso e possiede, a partire dalla profondità di circa 1,0÷1,5 m, una buona coesione anche in condizioni drenate, l'adozione del tubo forma sarà necessaria solo per la parte fuori terra e per lo strato più superficiale da perforare. Il mezzo cingolato su cui saranno montate le aste e la sonda di perforazione passerà sopra i detriti risultanti dal crollo del muro, provvisoriamente abbancati sulla strada di valle, che non saranno rimossi (ad eccezione dello spazio strettamente necessario alle trivellazioni) fino al completamento dell'esecuzione della paratia.
- Opera di sostegno in terra rinforzata:** L'altezza rimanente del pendio, variabile tra 1 e 9 m, sarà contenuta da un'opera di sostegno in terra rinforzata, la quale fungerà anche da rilevato per ricostituire la sezione stradale originaria a monte. Nel campo delle geotecnica è definita come opera in terra rinforzata o pendio rinforzato, una struttura atta al contenimento o alla stabilizzazione di una scarpata costituita, essa stessa, da terreno e da elementi di rinforzo di forma e materiale opportuno, capaci di assorbire sforzi di trazione. Tali elementi vengono di solito disposti lungo piani di posa orizzontali durante il riempimento e la compattazione del rilevato di terra, che avviene per strati successivi. Nel tratto più alto l'opera in terra rinforzata sarà costituita da n.3 blocchi di terra rinforzata, opportunamente sovrapposti e sfalsati, ciascuno con sezione trasversale di larghezza massima 5,00 m e altezza 3,00 m; successivamente le dimensioni e il numero degli elementi in terra rinforzata si ridurranno opportunamente seguendo la pendenza della strada di monte. Gli elementi in terra rinforzata sovrapposti saranno disposti non allineati in verticale, in maniera tale che la base di ciascun elemento scarichi lo sforzo di scorrimento in



massima parte sul terreno naturale, sfruttando le capacità portanti di quest'ultimo e riducendo quindi l'azione orizzontale complessiva sugli elementi sottostanti.

- Protezione antierosiva tecnologia "PRATI ARMATI":** Si tratta di una tecnologia verde utilizzata per contrastare l'erosione dei versanti e per favorire la rinaturalizzazione, che utilizza esclusivamente specie erbacee autoctone perenni, caratterizzate da un apparato radicale profondo e resistente che imbriglia il terreno e da una fitta coltre vegetale. L'intervento avverrà sulle superfici di progetto (scarpate e pianori), utilizzando un miscuglio di sementi (non inferiore a 50 g/mq) autoctone di specie o varietà erbacee perenni in quantità e proporzioni da definire in base alle caratteristiche pedologiche del cantiere e aventi le seguenti caratteristiche:

  - rusticità: sono infatti utilizzabili come piante pioniere in quanto capaci di vegetare anche in suoli poveri di sostanze organiche ed elementi nutritivi, contribuendo a ripristinare un substrato favorevole alla successiva rinaturalizzazione;
  - non infestanti (si definiscono infestanti piante che si propagano in modo virulento e incontrollato e non sono di alcuna utilità);
  - non modificate geneticamente;
  - costituiscono un ottimo foraggio;
  - capacità di ricaccio elevata dopo gli incendi;
  - adattabilità a condizioni pedoclimatiche estreme: temperature da  $-40^{\circ}$  a  $+60^{\circ}$  C; reazione del terreno compresa da pH 4 a pH 11;
  - adattabilità a sopportare sommersioni anche per periodi prolungati;
  - capacità di resistere anche in zone estremamente siccitose;
  - capacità di vegetare anche su suoli fortemente inquinati da cadmio, cobalto, cromo, rame, mercurio, nichel, piombo, antimonio, selenio, zinco, etc.
  - non richiedono particolari manutenzioni. Tale intervento garantirà, inoltre, un adeguato inserimento paesaggistico nel contesto di riferimento.
- Sistema di drenaggio superficiale e profondo:** al fine di dissipare le eventuali sovrappressioni dovute alle acque di infiltrazione, si prevede la realizzazione di un idoneo sistema di drenaggio superficiale e profondo. Il primo sarà costituito da cunette in terra al piede di ogni blocco di terra rinforzata, il secondo da nucleo drenante in argilla espansa avvolto all'interno di un telo in geotessuto con alla base tubo microfessurato, a tergo della paratia e delle terre rinforzate. Tale sistema convoglierà in direzione longitudinale le acque di infiltrazione in parte alla rete delle acque bianche della lottizzazione ed in parte nel reticolo idrografico superficiale (calanco) posto a sud-est del sito di intervento.
- Ripristino delle sedi stradali e sottoservizi:** si provvederà infine al ripristino della sede stradale sia a valle che a monte dell'opera in progetto, nonché al ripristino dei sottoservizi (fogna bianca e nera, rete idrica e pubblica illuminazione, con la posa in opera di n.3 lampioni) scavando nella parte di sezione stradale a monte rimasta integra.

Per la sicurezza dei lavoratori impegnati nella realizzazione delle opere, si seguiranno tutte le prescrizioni del D.Lgs. n.81/2008, e in particolare:

a) Per motivi di sicurezza, prima della realizzazione delle opere di contenimento vere e proprie a valle, sarà necessario eliminare il materiale di riporto residuo del rilevato stradale, per il tratto di sezione trasversale strettamente necessario alla messa in sicurezza ed alla realizzazione delle opere in progetto. Tutti gli scavi

verranno eseguiti a gradoni di altezza massima 3 m, cercando, compatibilmente con gli spazi a disposizione, di dare al fronte di scavo una pendenza quanto minore possibile: la stabilità dei vari fronti di scavo nelle varie fasi sarà verificata coi metodi della geotecnica, tenendo conto anche della presenza del fabbricato limitrofo a monte e, qualora tali verifiche dovessero dare esito negativo, essi saranno adeguatamente con sbadacchiature e puntellature costituite da tavoloni e puntelli, opportunamente disposti e dimensionati.

b) Prima degli ulteriori scavi e della posa in opera delle terre armate lungo la scarpata, verrà realizzata la paratia di pali in c.a. sul bordo interno della strada di valle, che consentirà una maggiore sicurezza nell'esecuzione dei lavori a monte. Per la sicurezza degli operatori a monte, sarà inoltre realizzata una barriera provvisoria anticaduta dell'altezza minima di 1 m, in aste metalliche zincate poste a interasse di 180 cm, con due traverse e una tavola fermapiè in legno, ancorata alla trave di coronamento in c.a. della paratia.

#### 4. DISPONIBILITÀ E ACCESSIBILITÀ DELLE AREE E DEGLI IMMOBILI.

Ai fini della cantierabilità degli interventi previsti in progetto, si è provveduto a verificare la disponibilità delle aree mediante opportuno inquadramento catastale. Le aree da utilizzare sia in via temporanea che definitiva sono di facile accesso, attraverso la strada di quartiere che parte dall'incrocio tra via Sibaris e viale Magna Grecia e la successiva strada di lottizzazione, e sono nelle disponibilità dell'Amministrazione in quanto già occupate per l'immediata messa in sicurezza dei fabbricati a monte e a valle (vedere documentazione fotografica allegata).

Le aree che saranno occupate in permanenza dalle opere in progetto fanno parte del solido stradale di monte e della scarpata che era sostenuta dal muro crollato: non essendo prevista l'occupazione permanente di nuove aree, non sarà necessario procedere ad espropri.

Nella zona in cui si dovrà operare sono presenti tutte le opere di urbanizzazione primaria: prima dell'allestimento del cantiere, si concorderanno con i rispettivi enti gestori le modalità di allacciamento delle varie utenze di cantiere alla rete elettrica, idrica e fognaria.

Crotone, gen. 2017



Massimiliano Berlingeri  
ingegnere per l'ambiente ed il territorio



Cosimo Santoro  
ingegnere



Francesco Palmieri  
geologo