



PROVINCIA DI RAVENNA

Presidente della Provincia
Claudio Casadio

Assessore ai LL.PP. - Viabilità
Secondo Valgimigli

SETTORE LAVORI PUBBLICI

UNITA' ORGANIZZATIVA PROGETTAZIONE STRADE

RAZIONALIZZAZIONE E MESSA IN SICUREZZA CON ELIMINAZIONE PUNTI CRITICI LUNGO LA EX S.S. 306 CASOLANA 1° LOTTO 2° STRALCIO

PROGETTO ESECUTIVO

Tavola/Elaborato

GER_002

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

Scala

-

Data

15 febbraio 2012

Dirigente del Settore Lavori Pubblici:

Dott. Ing. Valentino Natali

Responsabile Unico del Procedimento:

Dott. Ing. Valentino Natali

Progettista:



Prof. Ing. Claudio Comastri

Studio Tecnico di Ingegneria
40037 Sasso Marconi (BO) - via Castello n.7
tel. +39.51.6750312 fax. +39.51.6750370
E-mail: thesis@studiothesis.it

PROVINCIA DI RAVENNA
COMUNE DI RIOLO TERME

PROVINCIA DI RAVENNA
SETTORE LL.PP.: UNITA' ORGANIZZATIVA PROGETTAZIONE STRADE

RAZIONALIZZAZIONE E MESSA IN SICUREZZA CON ELIMINAZIONE DI PUNTI
CRITICI LUNGO LA EX SS N,306 "CASOLANA" – 1 LOTTO – 2° STRALCIO

RELAZIONE TECNICA GENERALE



THESIS ENGINEERING

002.11.LP	REV. 1	15/02/2012	Rev. da check list	C.C.	B.B.	C.C
002.11.LP	1^emis.	05/12/2011	Emissione	C.C.	B.B.	C.C
Cod.	Rev.	Data	Descrizione	Eseguito	Controllato	Approvato



1 PROGETTO

1.1 Titoli

Codice Commessa: 002.11.LP

Committente: Provincia di Ravenna-Settore Lavori Pubblici–Unità Operativa Progettazione Strade. (via di Roma, 118 – Ravenna)

Titolo Opera: Razionalizzazione e messa in sicurezza con eliminazione punti critici lungo la Ex Strada Statale n.306, “Casolana”, 1° Lotto, 2° Stralcio.

Località: Riolo Terme (RA), 3km Ovest lungo la Ex SS n.306.

Progetto: Progetto Esecutivo dell’intervento di “Razionalizzazione e messa in sicurezza con eliminazione punti critici lungo la Ex Strada Statale n.306, “Casolana”, 1° Lotto, 2° Stralcio”.

1.2 Gruppo di Progettazione

Progettista: ing. Claudio Comastri

Collaborazioni: Studio Thesisengineering di Sasso Marconi, Bologna
ing. Barbara Barbieri; ing. Elia Comastri; ing. Federica Forlani; arch. Cinzia Fontanelli; geom. Cristiano Lamma; p.i. Cristina Lamma; geom. Simone Lamma

1.3 Redazione e controllo del documento

Titolo: Relazione tecnica generale [002.11.LP.PE.R.GEN.001]

Fogli A4: N. 17

Pagine numerate: N.16

Fogli A3: N.(-)

Tavole allegate: N. (-)

Dischi CD, DVD allegati: /

Revisione: 1

Data: 15 febbraio 2012

Descrizione: Revisione come da 1^ check list

Redazione: ing. Claudio Comastri

Controllo: ing. Barbara Barbieri

Approvazione: ing. Claudio Comastri

1.4 Trasmissione

Provincia di Ravenna, Settore Lavori Pubblici–Unità Operativa Progettazione Strade.
(via di Roma, 118 – Ravenna)

Ing. Chiara Bentini

Ing. Giuseppe Colarossi

Copie Originali: N.1 Copia cartacea e n. 1 CD

Data: 15 febbraio 2012



2 INDICE

1	PROGETTO	2
1.1	Titoli	2
1.2	Gruppo di Progettazione	2
1.3	Redazione e controllo del documento	2
1.4	Trasmissione	2
2	INDICE	3
3	LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO	4
4	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	5
5	FONTE BIBLIOGRAFICHE	5
6	PREMESSA	5
7	INQUADRAMENTO E DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA	5
8	INDAGINI E RILIEVI	7
8.1	Progetto definitivo ed esecutivo	7
8.2	Indagini e rilievi integrativi da eseguire alla apertura dei cantieri	8
8.2.1	Indagini e prove geotecniche	8
8.2.2	Rilievi topografici e delimitazione delle aree di cantiere	9
9	APERTURA DEI CANTIERI E FASI OPERATIVE	9
9.1	Effetti della cantierizzazione sul traffico veicolare locale	9
9.2	Macrofasce di cantiere	10
9.2.1	Prima macrofase operativa	10
9.2.2	Seconda macrofase operativa	11
9.2.3	Terza macrofase operativa	11
9.2.4	Quarta macrofase operativa	12
10	MOVIMENTI TERRE: SCAVI E RILEVATI	12
11	OPERE DI SOSTEGNO	12
12	PONTE	13
13	CHIODATURE E COLONNE DI GHIAIA	14
14	CONCLUSIONI	14



3 LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Per la redazione del progetto esecutivo sono state applicate le vigenti Leggi e Norme Tecniche alla data di emissione del progetto stesso.

- DLGS 12 aprile 2006 n.163, “Codice dei Contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture, in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE.
- DPR 5 ottobre 2010 n.207, “Regolamento di esecuzione ed attuazione del DLGS 12 Aprile 2006, n.163, recante “Codice dei contratti pubblici relativi ai lavori, servizi e forniture in attuazione alle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”.
- Legge 5 novembre 1971 n.1086, “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ad a struttura metallica”.
- Legge 2 febbraio 1974 n.64, “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- DM 14 gennaio 2008, “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”.
- Circ.Min. 2 febbraio 2009 n.617, “Istruzioni per l’applicazione delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”.



4 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Il progetto esecutivo del quale la presente relazione descrive i principali aspetti è stato redatto facendo riferimento agli elaborati del progetto definitivo redatto a cura della Provincia di Ravenna.

5 FONTI BIBLIOGRAFICHE

Nelle prime parti di ogni relazione specialistica sono citate le fonti bibliografiche cui si è fatto riferimento per lo sviluppo delle specifiche componenti progettuali, da quella geotecnica a quella strutturale. In questa relazione non si elencano, quindi, le fonti bibliografiche, rimandando alla lettura delle relazioni e delle fonti specifiche.

6 PREMESSA

La presente relazione generale riguarda il progetto esecutivo delle opere di *“Razionalizzazione e messa in sicurezza con eliminazione punti critici lungo la Ex S.S. n.306 Casolana, 1° lotto, 2° stralcio”*, di cui all’incarico conferito dalla Provincia di Ravenna, allo Studio ThesisEngineering (TE) dell’ing. Claudio Comastri, Progettista esecutivo dell’Opera. Il progetto esecutivo di cui si tratta è stato elaborato facendo riferimento al Progetto Definitivo della stessa Opera, redatto da “3TI ITALIA Srl” di Roma, per conto della Provincia di Ravenna ed alle prescrizioni di cui al disciplinare di incarico allegato al contratto di progettazione citato. Per elaborare il progetto esecutivo sono state realizzate, a cura dello Studio TE, indagini e rilievi, integrativi rispetto a quanto già fu realizzato in occasione della predisposizione del progetto definitivo, peraltro elaborato sulla base alla normativa previgente rispetto alle norme NTC2008, assunte, queste ultime come vigenti per la redazione del progetto esecutivo .

Tutte le considerazioni, le valutazioni e le verifiche contenute nel progetto esecutivo si riferiscono unicamente ai documenti del Progetto Definitivo di cui al capitolo 3 della presente relazione ed ai risultati delle indagini e delle prove riportate nel documento “Rapporto sulle indagini” allegato alla documentazione di progetto. Fanno parte dei documenti e del materiale di riferimento tutte le informazioni ed i dati contenuti nelle relazioni specialistiche allegate al Progetto Esecutivo. Eventuali modifiche o varianti che saranno apportate o che si registreranno durante i lavori progettati, sia alle caratteristiche geotecniche dei terreni, sia alle condizioni geometriche e strutturali di tutto o di parti del progetto, richiederanno necessariamente una revisione del Progetto Esecutivo e delle valutazioni descritte nei documenti, nelle relazioni, negli elaborati del progetto stesso. In nessun caso si potranno modificare o apportare variazioni al progetto senza che queste siano state verificate ed approvate da parte della Direzione Lavori che potrà rapportarsi al Progettista Esecutivo per i necessari confronti e conseguenti valutazioni e verifiche.

7 INQUADRAMENTO E DESCRIZIONE GENERALE DELL’OPERA

Le caratteristiche generali dell’opera in esame sono tratte dalla documentazione del Progetto Definitivo. Si tratta dell’adeguamento e della razionalizzazione di un tratto stradale della Ex Strada Sta-



tale n.306, ricadente nel territorio del Comune di Riolo Terme, Provincia di Ravenna. Ad Ovest della Città di Riolo Terme, la strada oggetto dell'intervento costeggia il fiume Senio che scorre da Ovest verso Est per dirigersi verso NE e confluire nel Fiume Reno prima di raggiungere la foce nel Mare Adriatico.

Il corridoio sul quale si colloca l'opera da realizzare, corre lungo l'attuale sede stradale dalla sezione finale dei lavori già realizzati per la razionalizzazione del primo tratto di strada, in corrispondenza di Molino Nuovo- Gallisterna fino al Torrente "Marotta" dove il nuovo tracciato scavalca il torrente con un ponte ad unica campata per rimettersi sulla sede stradale ma con una quota più elevata rispetto a quella attuale, fino a Mioletto dove termina il tratto di progetto (ved. fig.1).

Le opere necessarie all'ottenimento della razionalizzazione stradale consistono nei seguenti principali capitoli:

- allargamenti con sostituzione della attuale sede stradale;
- formazione di opere di contenimento, di sottoscarpa, e controripa;
- costruzione di un ponte;
- opere di sistemazione idraulica e di stabilizzazione dei versanti;
- opere di raccordo stradale;
- opere per la sicurezza stradale;
- opere minori e ripristino delle aree di cantiere.

Gli allargamenti della strada, con sostituzione della attuale sede stradale, riguardano tutto il tratto iniziale, dalla sezione di chiusura dei lavori già realizzati con il 1° stralcio del lotto 1 fino al nuovo ponte dello 2° stralcio: in questo tratto la nuova sede stradale è ribassata rispetto a quella esistente e si sviluppa in parte sotto la sede attuale ed in parte a nord di essa, dove il terreno si alza a formare un pianoro la cui quota media è superiore alcuni metri rispetto alla stessa piattaforma stradale attuale. Per questo tratto, come per quello successivo, si pone il problema della realizzazione dell'opera stradale mantenendo in esercizio il traffico.

Per quanto riguarda il tratto che dal nuovo ponte di sviluppa verso Ovest fino al limite del Lotto 1, 2° stralcio, rispettivamente km 0+958,821 e km 0+758,821, l'allargamento della piattaforma stradale è associato all'innalzamento della livelletta di alcuni metri rispetto all'attuale tracciato, che viene sovrastato e sepolto dal corpo del rilevato della nuova sede stradale. Anche per la realizzazione di questo tratto si pone il problema del mantenimento in esercizio del traffico veicolare. A differenza del tratto precedente in cui si mantiene in esercizio la piattaforma esistente almeno per la prima fase di lavoro, in questa parte del cantiere è indispensabile realizzare una strada di servizio per il traffico locale a valle di quella esistente, in modo da consentire la completa chiusura della piattaforma esistente e la realizzazione del corpo del rilevato a tutta sezione.

I muri e le opere di sostegno riguardano tutta l'opera stradale da realizzare per tratti, con altezze e funzioni diverse. Nella prima parte dell'opera la funzione dei muri è quella di "controripa", nel secondo tratto i muri, in c.a. e in terra armata, hanno funzione di "sottoscarpa". I muri di sostegno sono realizzati nelle prime fasi di costruzione dell'intera opera.

Il ponte che collega le sponde del corso d'acqua che sfocia nel Fiume Senio provenendo da nord, è ad unica campata, impostata su due spalle poste tra loro ad una distanza di 35m circa. La livelletta stradale in corrispondenza del ponte è più bassa della piattaforma stradale attuale nel primo



tratto ed è più alta della piattaforma stradale attuale nel secondo tratto. La costruzione delle spalle del ponte fanno parte delle opere da realizzare nelle prime fasi di cantiere allo scopo di consentire la formazione dei rilevati di accesso alle spalle stesse con le terre prelevate dagli scavi del primo tratto ed il successivo varo delle travi per la costruzione dell'impalcato.

Le opere di sistemazione idraulica consistono nella regimazione superficiale delle acque meteoriche di piattaforma e provenienti da monte oltre che dalle scarpate che terminano sulla nuova strada. Opere di drenaggio sono previste a tergo dei muri di sostegno ed opere di controllo e difesa spondale sono previste nel tratto del torrente interessato dalle spalle del nuovo ponte. Il consolidamento delle scarpate consiste nella inclusione di chiodi e nella installazione di mantellate costituite da geosintetici, geocompositi e, talora, con idrosemina per una rapida crescita della vegetazione. Le opere di collegamento e coordinamento stradale sono realizzate nelle fasi finali dei lavori: essi sono costituiti da raccordi con le strutture e le pavimentazioni esistenti. I raccordi riguardano anche le vegetazioni e le componenti che riguardano le regimazioni idrauliche. In tali opere si collocano anche le opere minori, i cordoli, i pozzetti, e quant'altro necessario per completare il sistema, comprese le opere per la sicurezza stradale ed il recupero delle zone e delle aree utilizzate per i cantieri. La strada di servizio realizzata per il traffico veicolare nel tratto stradale compreso tra la spalla Ovest e la fine del tratto stradale di progetto viene dismessa al termine dei lavori ripristinando le condizioni morfologiche originarie e ricucendo il tessuto vegetale con quello circostante.

8 INDAGINI E RILIEVI

8.1 Progetto definitivo ed esecutivo

In fase esecutiva sono state condotte indagini geotecniche nel sottosuolo dell'area interessata dalla costruzione dell'opera, integrative rispetto a quelle già condotte nella fase definitiva del progetto. All'epoca dello studio per il progetto definitivo furono eseguiti n.5 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alle profondità relative di 15m, 20m e 25m. Durante le perforazioni furono condotte prove di penetrazione SPT e furono prelevati campioni di terreno sui quali furono eseguite prove geotecniche di laboratorio. I sondaggi relativi al sottosuolo del 2° stralcio del lotto 1, di cui si tratta nella presente relazione sono quattro e sono codificati con i codici: S2,S3,S4,S5: il sondaggio S3, spinto fino a 25m di profondità è stato realizzato in prossimità alla zona di costruzione della spalla Ovest del nuovo ponte. Tutti i sondaggi hanno evidenziato la presenza di due macrounità: una macrounità superficiale costituita da terreni a grana fine con di terreni grossolani in strati centimetrici e decimetrici; una macrounità costituita dalle argille compatte di colore grigio. Rispetto alla quota di inizio delle perforazioni lo spessore macrounità superficiale è stato registrato come riportato nella tabella seguente:

Sondaggio	Quota tetto 2° macrounità	Max prof.	Piezo
S2	da p.c.: 2,50m	15,00m	no
S3	da p.c.: 5,00m	25,00m	si
S4	da p.c.: 9,00m	15,00m	no
S5	da p.c.: 2,50m	20,00m	no

In ciascun sondaggio sono state prelevati campioni con le tecniche del campionamento indisturbato e/o semidisturbato; sono state redatte le casse catalogatrici delle quali sono state prese le foto-



grafie a colori. All'interno della macrounità superficiale sono state prelevati complessivamente n.3 campioni; nella seconda macrounità, sono stati prelevati complessivamente n. 2 campioni. Le prove SPT eseguite sono complessivamente n.19: di esse n.16 sono state eseguite all'interno della seconda macrounità (argille compatte della formazione). I risultati delle elaborazioni e delle interpretazioni condotte in sede di progettazione definitiva sono stati acquisiti, rielaborati alla luce, anche, delle prescrizioni della nuova normativa NTC2008, degli Eurocodici. Nel tratto compreso tra le progressive, relative, km 0+755 e km 0+830, nello scorso marzo 2006 si manifestò un dissesto sul versante nord rispetto alla strada: di tale evento si è trattato con dettaglio nel progetto definitivo. In sede esecutiva è opportuno approfondire le indagini e lo studio geotecnico del sottosuolo. L'impresa appaltatrice dovrà prestare la propria assistenza ai cantieri di esecuzione delle indagini che verranno realizzate a cura della Provincia di Ravenna.

Nel complesso, date le caratteristiche del territorio e considerate le peculiarità dell'assetto geologico e strutturale del territorio, in sede esecutiva del progetto si è ritenuto necessario eseguire ulteriori indagini finalizzate ad incrementare i volumi di terreno indagati e le informazioni sulle caratteristiche geotecniche dell'immediato sottosuolo dell'intera area di intervento ed in particolare delle parti più sollecitate e soggette a possibili dissesti non solo per cause antropiche ma anche per cause naturali. In fase esecutiva sono state eseguite prospezioni sismiche con il metodo a rifrazione, lungo le direttrici descritte nello schema planimetrico di fig.2 dove sono anche riportati i punti che indicano le verticali di perforazione eseguite nella fase definitiva del progetto.

Le indagini sismiche a rifrazione hanno confermato quanto registrato con i sondaggi meccanici: una coltre superficiale sovrasta un substrato che manifesta una sensibile riduzione delle caratteristiche meccaniche nei primi 10 ÷ 15 metri per assumere maggiore rigidità e resistenza con la profondità. Nella zona in cui si verificò la frana, la stratigrafia è descritta nelle sezioni sismiche D ed E (ved. fig.2); in esse la coltre superficiale avente spessori di 2m circa e successivamente una porzione di terreno probabilmente derivante dalla alterazione del substrato e da brandelli di apporti e depositi dei corsi d'acqua che, provenendo da nord, alimentano il Fiume Senio che si trova a Sud della infrastruttura oggetto dell'intervento. La sezione D mostra il promontorio che si trova a nord della strada ed in particolare mostra lo strato di copertura che fu oggetto, in parte, dell'evento franoso del 2006 (Fig.3). La sezione sismica E mostra una stratigrafia costituita da uno spessore superficiale di circa 2,5m appoggiato su uno strato di 6 ÷ 7m di terre a granulometria fine e grossolana; oltre gli 8,0m circa di profondità si ritrovano le argille compatte della formazione..

8.2 Indagini e rilievi integrativi da eseguire alla apertura dei cantieri

8.2.1 Indagini e prove geotecniche

Il modello litostratigrafico del sottosuolo dell'area attraversata dall'opera in oggetto è stato definito, sulla base delle indagini e delle prove geotecniche eseguite in fase definitiva e nella fase esecutiva del progetto. I risultati ottenuti hanno consentito di descrivere una struttura composta dalle due macrounità dianzi descritte. Nelle fasi di apertura degli scavi si potranno rilevare situazioni sensibilmente diverse da quelle assunte nel progetto, soprattutto per quanto riguarda la composizione e lo spessore della macrounità 1, proprio per le particolari caratteristiche del sistema determinate da una evoluzione molto complessa del territorio, soprattutto per gli spessori superficiali dello stesso sistema (depositi, erosioni, alterazioni, interventi antropici). Nel caso di evidenti differenze sugli



spessori della macrounità 1 rispetto a quelli prefigurati ed assunti nel progetto, oppure nel caso di situazioni particolari rilevate nell'ambito della stessa macrounità e non contemplate dal progetto esecutivo, si dovrà valutare la opportunità di eseguire indagini integrative e rilievi finalizzati a stabilire le reali condizioni e le caratteristiche fisiche e meccaniche, idrauliche, degli strati di terreno incontrati durante le lavorazioni.

In sede di apertura dei cantieri, all'inizio dei lavori di costruzione dell'opera, quando la disponibilità delle aree consente di eseguire indagini nelle zone sulle quali attualmente non è consentito di operare anche per evitare intralci al traffico veicolare, l'Impresa appaltatrice dei lavori dovrà assistere la Ditta che realizzerà le indagini che sono a carico della Provincia.

Le indagini e le prove geotecniche sono estese alla qualifica del terreno di scavo prodotto dalla costruzione del primo tratto di strada: esso, infatti, è riutilizzato per la formazione del rilevato di accesso alla spalla Est del ponte e per la formazione del rilevato che sostiene la piattaforma della nuova strada. La variabilità delle caratteristiche fisiche delle terre che compongono la macrounità 1 nella quale si operano gli scavi e le stesse caratteristiche fisiche del terreno al tetto del substrato, talora inciso dagli scavi per la realizzazione della nuova sede stradale, impongono una analisi approfondita attraverso prove geotecniche di laboratorio per stabilire la compatibilità delle terre per la formazione degli strati di rilevato, e valutare i criteri di messa in opera e le eventuali correzioni da apportare al materiale stesso. L'impresa deve eseguire, a proprio carico, le indagini e le prove in numero e per profondità sufficienti a consentire di affinare il progetto esecutivo nella parte relativa alla formazione dei rilevati, per la conferma del raggiungimento dei requisiti meccanici e deformativi richiesti per i rilevati nell'ambito del quadro normativo assunto a base del progetto esecutivo.

8.2.2 Rilievi topografici e delimitazione delle aree di cantiere

L'area interessata dalla costruzione dell'opera è stata rilevata e la mappa realizzata sulla base del rilievo ha consentito di eseguire il progetto definitivo ed esecutivo: nell'ambito dei lavori di costruzione delle opere si potrà rendere necessaria una integrazione del rilievo per aree e fasce che si potrebbero rendere necessarie per motivi di cantiere. È cura della Impresa appaltatrice dei lavori estendere, dove necessario, il rilievo topografico facendo riferimento al reticolo già descritto oppure modificando i riferimenti, a seguito di approvazione da parte della Direzione Lavori. Un aspetto particolarmente importante nel tracciamento dei cantieri di costruzione dell'opera risiede nella suddivisione in fasi delle attività: per la prima parte del tracciato il traffico locale resta in esercizio sulla sede stradale esistente fino al completamento del corridoio compreso tra la stessa sede stradale esistente e la scarpata che sarà definita dallo scavo. Nella prima fase si deve tracciare in modo corretto la linea di taglio della strada e la linea sulla quale vanno poste le barriere di sicurezza, allo scopo di mantenere un agevole transito dei mezzi sulla sede esistente e di garantire la sicurezza al cantiere sottostante.

9 APERTURA DEI CANTIERI E FASI OPERATIVE

9.1 Effetti della cantierizzazione sul traffico veicolare locale

Il traffico lungo la strada Ex Statale n.306 "Casolana" non può essere interrotto. Sono possibili momenti di interruzione limitati, per esempio, alle fasi di varo delle travi del ponte ed a situazioni di



interruzione per movimentazione di mezzi di particolare dimensione. In caso di eccezionali condizioni di rischio per l'Utenza si può interrompere il transito veicolare ma a seguito di approvazione scritta da parte della DL che deve essere stabilita sulla preventiva pianificazione dei tempi e dei criteri di interruzione, sentita la polizia municipale e gli organi di controllo del traffico e della sicurezza (VVF, Pubblica Sicurezza, Pubblica Assistenza Sanitaria).

La segnaletica fissa ed a messaggio variabile deve essere installata prima dell'inizio della cantierizzazione e deve essere mantenuta aggiornata in tempo utile per garantire l'informazione all'Utenza. La segnaletica è posta in prossimità dei cantieri ma anche in tutta la rete stradale che, in qualche modo, è direttamente ed indirettamente interessata dalle deviazioni e dalle modifiche che il cantiere comporta sul traffico. L'impresa Appaltatrice designa un Addetto alla segnaletica e ne comunica le generalità, i numeri telefonici ed i criteri di contatto, agli Enti ed agli Organi competenti in materia di sicurezza, oltre che alla DL ed al CSE, in modo che in qualunque situazione e condizione sia possibile avere reciproci aggiornamenti sulle urgenze, sulle attività in corso e modificare opportunamente le segnalazioni all'Utenza ed all'interno del cantiere. La gestione della segnaletica e della messaggistica sulle condizioni del cantiere e delle attività in corso e delle lavorazioni che dovranno essere sviluppate nel tempo è un aspetto importantissimo dell'intera operazione proprio per la funzione strategica di collegamento, rappresentata dalla strada Ex SS306 per l'intero territorio.

Nei periodi di maltempo, quando per pioggia o per neve le condizioni di transito si fanno molto difficili e si possono avere blocchi anche indipendentemente dalla presenza del cantiere, la sorveglianza è oltremodo attenta: si intraprendono azioni tese a prevenire ingorghi e blocchi del traffico anche attraverso il fermo del cantiere per le parti che interferiscono con la viabilità (transito di mezzi pesanti, ecc.); in queste condizioni è obbligo del cantiere agevolare il traffico locale ed eventualmente essere di supporto, nell'ambito delle vigenti leggi e norme per la sicurezza, alla Provincia di Ravenna per il mantenimento della pulizia della strada nel tratto interessato dal cantiere (sgombro dalla neve, dalle acque meteoriche, apertura di canalette per lo scolo delle acque, pulizia da fango ecc..).

9.2 Macrofasì di cantiere

Il mantenimento del transito del traffico veicolare locale impone una pianificazione delle attività di cantiere. Il cronoprogramma allegato al piano della sicurezza riporta temporalmente le fasi di lavoro e le rispettive possibili contemporaneità. L'impresa appaltatrice dei lavori può ottimizzare il piano di lavoro in funzione delle proprie dotazioni tecnologiche, delle proprie risorse strumentali ed organizzative, offrendo una migliore organizzazione dei tempi e delle fasi operative del cantiere, con l'obiettivo di ridurre i tempi, migliorare le condizioni di svolgimento del traffico locale, migliorare la sicurezza per gli Utenti della strada e del cantiere. Le modifiche proposte devono essere approvate dal CSE e dalla D.L. prima di essere messe in opera e le approvazioni devono essere scritte e controfirmate dalle Parti.

9.2.1 Prima macrofase operativa

La prima parte della macrofase consiste nell'accantieramento delle strutture e dei muri, nella definizione delle aree di deposito dei materiali, nella predisposizione degli impianti, nella collocazione baracche (spogliatoi, infermeria, servizi igienici, uffici Impresa, uffici DL), nella delimitazione delle



aree di cantiere con recinzioni cancelli segnaletica e segnalazioni. E' una fase che segue quella già completata che riguarda la installazione della segnalazione fissa e a messaggio variabile nella rete stradale interessata dai lavori e dalle conseguenze sul traffico locale.

Le prime lavorazioni da eseguire anche contemporaneamente sono le seguenti:

- a. Costruzione della strada di accesso al cantiere di costruzione della spalla Est del nuovo ponte;
- b. Costruzione della strada di servizio per la viabilità locale dall'estremo Ovest del lotto fino alla strada attuale prima dell'attraversamento del Torrente, sottopassante il futuro ponte con utilizzo del terreno proveniente dalla prima parte degli scavi sul lato Est.
- c. Costruzione delle fondazioni della spalla Est e predisposizione delle banche lungo la scarpata per la formazione del rilevato. Il terreno risultante dagli scavi per la gradonatura della scarpata viene depositato.
- d. Costruzione della spalla Est.

In questa fase il traffico veicolare non subisce alcuna modifica, variazione, deviazione rispetto al tracciato esistente. L'interferenza con esso è limitato al transito dei mezzi di cantiere nella stessa piattaforma stradale.

9.2.2 Seconda macrofase operativa

La seconda macrofase inizia con la chiusura della strada esistente dalla spalla W del ponte fino all'estremità W dello stralcio. Il traffico locale è deviato sulla nuova bretella di servizio per rientrare sul tracciato esistente prima del tornante sul torrente. In questa fase si costruisce la fondazione della spalla W del ponte e, quindi, con lo stesso criterio adottato per la realizzazione del rilevato della spalla E, si completa l'opera con la costruzione della elevazione e del riempimento a tergo della spalla; si realizzano i pali di ghiaia direttamente dalla sede stradale e si realizzano le chiodature nel versante. Con le spalle completate si varano le travi del ponte e si costruisce la soletta dell'impalcato mantenendo il traffico nella bretella di servizio ed interrompendolo, con i criteri già descritti, nelle fasi di varo delle travi. In questa fase si realizzano i muri di sostegno sul ciglio N della nuova sede stradale e le chiodature sul pendio a monte del primo tratto della strada.

Con la costruzione del ponte si avviano i trasporti del terreno degli scavi nel primo tratto ai rilevati del secondo tratto, avendo terminato le operazioni di gradonatura del pendio e di predisposizione dell'area. I riempimenti per la formazione dei rilevati nella parte ad W del ponte richiedono anche il terreno sottostante l'attuale piattaforma della spalla E del ponte all'inizio dello stralcio. Si apre quindi la successiva macrofase operativa.

9.2.3 Terza macrofase operativa

In questa macrofase il traffico locale subisce una ulteriore deviazione sulla pista costruita nella seconda fase, compresa tra la strada originaria ad E del ponte e l'estremo E del secondo stralcio. La piattaforma stradale viene demolita ed i conglomerati bituminosi allontanati dal cantiere per essere macinati e successivamente riutilizzati. I terreni sono scavati e trasportati sul lato opposto al ponte per la formazione dei rilevati.



9.2.4 Quarta macrofase operativa

Terminati i movimenti di terra si procede alla costruzione dei sottofondi ed delle fondazioni dei tratti stradali costruiti nella terza fase e si realizzano tutte le opere di regimazione idraulica, le incigliature, le sistemazioni a verde, la dismissione della strada di servizio sul lato W del ponte, la installazione delle componenti per la sicurezza stradale, la segnaletica orizzontale e verticale. In questa fase il traffico locale è deviato definitivamente sulla nuova strada: resta la interferenza con i mezzi di cantiere che transitano nella stessa piattaforma per le ultime operazioni non invasive.

10 MOVIMENTI TERRE: SCAVI E RILEVATI

I lavori di costruzione dell'opera contemplano una ampia movimentazione di terre. Nel tratto compreso tra la curva che si trova immediatamente ad E del nuovo ponte il progetto prevede lo scavo di un ampio volume di terreno per abbassare la livelletta della nuova strada rispetto a quella attuale. Nel secondo tratto, dalla spalla W fino all'estremo W dello stralcio, è prevista la costruzione di un ampio rilevato per raggiungere la nuova livelletta di progetto.

La formazione dei rilevati è operazione delicata e complessa. Trattandosi di rilevati da costruire a ridosso dei pendii esistenti, con altezze variabili fino a qualche metro di spessore, essi devono possedere caratteristiche meccaniche e strutturali sufficienti a garantire la propria stabilità e la stabilità globale di insieme.

Con prove geotecniche di laboratorio devono essere determinate le caratteristiche fisiche dei terreni prelevati dagli scavi nel primo tratto. La classificazione è molto importante perchè attraverso tali determinazioni si stabiliscono i criteri di messa in campo degli strati di terreno, gli eventuali trattamenti da fare, le percentuali di additivi, il numero di passate, il sistema di compattazioni ed il tipo di rulli da utilizzare, e si verificano le caratteristiche dei geosintetici previsti nel progetto come rinforzi.

Nella prima macrofase di cantiere, quando ancora si deve dare inizio alle operazioni di apertura degli scavi sul primo tratto, l'Impresa appaltatrice dei lavori preleva campioni di terreno dai volumi da scavare per sottoporli a prove geotecniche di laboratorio per la classificazione e le determinazioni degli indici di consistenza. Sulle tipologie di terreno prelevato si stabiliscono le modalità di messa in opera e di compattazione: si eseguono prove "Proctor" per la determinazione dell'umidità ottimale e della massima densità secca ottenibile, sia con il terreno tal quale sia con il terreno trattato a calce o a calce e cemento, a seconda della plasticità determinata.

Durante i lavori relativi alla prima macrofase si prelevano campioni fino alla profondità massima di 4 m dal piano di lavoro. Durante i lavori della seconda macrofase, mentre si procede agli scavi, si prelevano altri campioni di terreno per controllo e per verifica delle caratteristiche fisiche e per l'eventuale progetto di variazione delle condizioni di compattazione e stabilizzazione nei rilevati da costruire.

11 OPERE DI SOSTEGNO

Le opere di sostegno previste nel progetto sono costituite da terre rinforzate e da muri in cemento armato, a mensola. Le terre armate sono previste sul secondo tratto, dal ponte verso W; i muri di



sostegno in cemento armato sono previsti nel primo tratto, a monte della nuova strada sul ciglio corsia W. Le terre rinforzate sono poste a sostegno e rinforzo del nuovo rilevato stradale. I rinforzi sono costituiti da geosintetici disposti planarmente tra uno strato di terreno e quello successivo. Il dimensionamento è illustrato nella relazione specifica. I muri di sostegno in cemento armato hanno altezze variabili da $H=1,50$ m fino a $H=5,0$ m. A tergo dei paramenti verticali dei muri si realizza un sistema drenante costituito da geocompositi, ghiaia e da tubi collettori per lo smaltimento delle acque filtranti. La ciabatta retrostante il muro verticale è conformata in pendenza verso monte in modo da agevolare il convogliamento dell'acqua verso il tubo collettore microfessurato posto alla base dell'unghia del pendio. Uno strato di 30 cm di ghiaia con pezzatura $20 \div 40$ mm è posta sulla ciabatta ed è fasciata da un geotessile da 30 gr/m^2 ; a ridosso dello scavo sono poste strisce di geocomposito che drenano verso il basso le acque infiltrate.

Questi particolari sono indispensabili per evitare l'insorgere di spinte sul muro dovute all'acqua.

In testa ai muri di sostegno è collocata una canaletta di cemento posta in una quota più bassa di 30 cm dalla testa dei muri per evitare rimbalzi dell'acqua del pendio verso la strada. Al piede del muro, verso la strada, è posta una canale in cemento, prefabbricata. Durante la costruzione dei muri si devono prestare particolari attenzioni a due aspetti: la cantierizzazione degli scavi e la fase di costruzione dei terrapieni a tergo dei muri.

Per quanto riguarda gli scavi occorre che l'avanzamento venga effettuato per tratti, in modo da evitare l'apertura di tutto lo scavo per la intera lunghezza del tratto di muro. In sede di progettazione esecutiva sono previsti scavi per fronti non superiori a 10 m di lunghezza. Tale dimensione potrebbe essere ridotta in funzione delle condizioni stagionali previsti al momento della apertura dei cantieri. La DL verifica le condizioni generali e locali in fase di apertura degli scavi e controlla le condizioni di stabilità per valutare la opportunità di ridurre le tratte di scavo continuo. Nella zona centrale dello stralcio, dove i muri di sostegno raggiungono le maggiori altezze e dove, quindi, gli scavi sono molto profondi e le scarpate raggiungono altezze superiori a 6 m, il controllo della stabilità del pendio diventa indispensabile. Nella fase di costruzione dei terrapieni a tergo dei muri di sostegno si deve controllare la messa in opera degli strati di terreno stendendo il materiale per spessori di 30cm e compattandoli immediatamente dopo con piastre vibranti. In questa fase si impone un controllo efficace e continuo della sicurezza delle Maestranze che operano tra il muro ed il pendio.

12 PONTE

Il ponte è costituito da un'unica campata di luce pari a $S=35$ m, appoggiata su due spalle chiuse in cemento armato, collegate al sottosuolo mediante pali di grande diametro del tipo trivellato gettato in opera. Il diametro dei pali è $D=1200$ mm, la lunghezza è $L= 28,0$ m. L'impalcato è formato da n.5 travi in c.a.p., con sezione trasversale costante a forma di "V", collegate tra loro da due traversi di testa in c.a. e dalla soletta in c.a. di spessore minimo $b=20,0$ cm. L'altezza delle travi prefabbricate è pari a $h=1,60$ m. L'impalcato è in pendenza longitudinale per seguire l'andamento della livelletta di progetto. Gli appoggi delle travi sono in acciaio e agli estremi sono previsti giunti in acciaio collegati alla soletta dell'impalcato ed alla sommità del paraghiaia. A tergo del paraghiaia è prevista la costruzione di una soletta flottante appoggiata sulla mensola ancorata al paramento verticale. I muri andatori sono in cemento armato e spiccano dalla stessa platea di fondazione che collega la testa dei pali e sostiene il paramento verticale della spalla.



13 CHIODATURE E COLONNE DI GHIAIA

Le chiodature introdotte nel progetto esecutivo hanno lo scopo di migliorare le caratteristiche di stabilità delle scarpate e dei pendii interessati dalla costruzione della nuova strada. I tratti critici sotto il profilo della stabilità si trovano ad Est del nuovo ponte, dove l'altezza di scavo raggiunge valori superiori a 4,0m, e ad Ovest del ponte, dove il pendio si fa più importante ed esteso e dove, nel recente passato, sono state registrate colate superficiali. Le chiodature sono costituite da elementi metallici infissi nel terreno ed iniettati con malta di cemento. La lunghezza dei chiodi dipende dalla morfologia del pendio e dalle caratteristiche strutturali e geotecniche dell'ammasso.

Le colonne di ghiaia hanno la funzione di ridurre i cedimenti del sottosuolo causati dall'incremento tensionale indotto dalla costruzione dei rilevati stradali; le colonne hanno anche la funzione di migliorare la stabilità globale del versante spostando, con il contributo delle chiodature, le superfici critiche di scivolamento più in profondità incrementando le azioni stabilizzanti rispetto a quelle instabilizzanti, sia in condizioni statiche che in condizioni dinamiche.

14 CONCLUSIONI

Sulla base delle indicazioni del progetto definitivo redatto a cura della Provincia di Ravenna è stato redatto il progetto esecutivo delle opere necessarie a realizzare la variante alla SP n.306 "Casolana" tra le località Riolo Terme e Casola Val Senio, in continuità con il primo lotto, già realizzato, dell'ammodernamento della SP 306. Il progetto definitivo è stato rielaborato per tradurlo in veste esecutiva secondo le direttive delle vigenti norme tecniche NTC2008 e considerando tutto l'intervento in Classe 4. L'opera è stata analizzata in tutti gli aspetti, comprese le fasi di cantiere e gli interventi da realizzare a supporto della cantieristica, considerando la assoluta necessità di mantenere in esercizio la strada esistente per tutto il periodo dei lavori. La costruzione di strade di servizio e la pianificazione per fasi dei lavori consentono di soddisfare la richiesta di mantenimento in esercizio della SP 306 fatta eccezione per un brevissimo periodo di tempo che corrisponde al varo delle travi dell'impalcato del ponte: la lavorazione sarà comunque condotta nei tempi e nei modi che ridurranno al minimo i disagi al traffico locale, previa tempestiva comunicazione pubblica.

Ing. Claudio Comastri



FIGURE

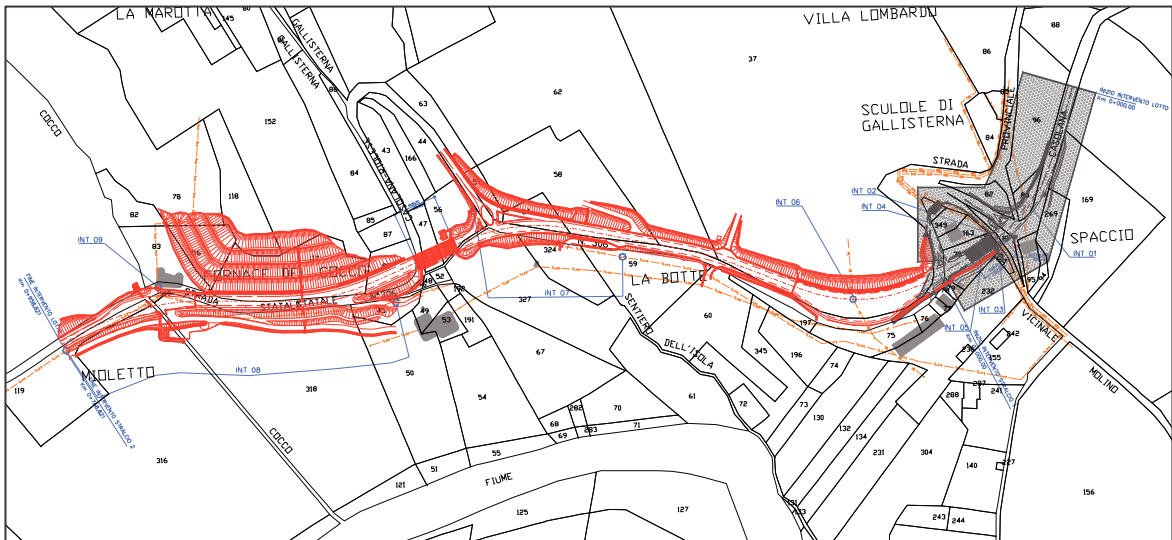


Figura 1: Planimetria generale dell'Opera tratta dal Progetto Definitivo, su pianta catastale. In colore rosso sono riportate le scarpate per la costruzione della variante; al centro della planimetria si nota il ponte che costituisce la variante al tratto stradale che attualmente si sviluppa con un tornante che scavalca il torrente Marotta. Con il retino grigio è contrassegnata la parte di razionalizzazione già realizzata a cura della Provincia di Ravenna.

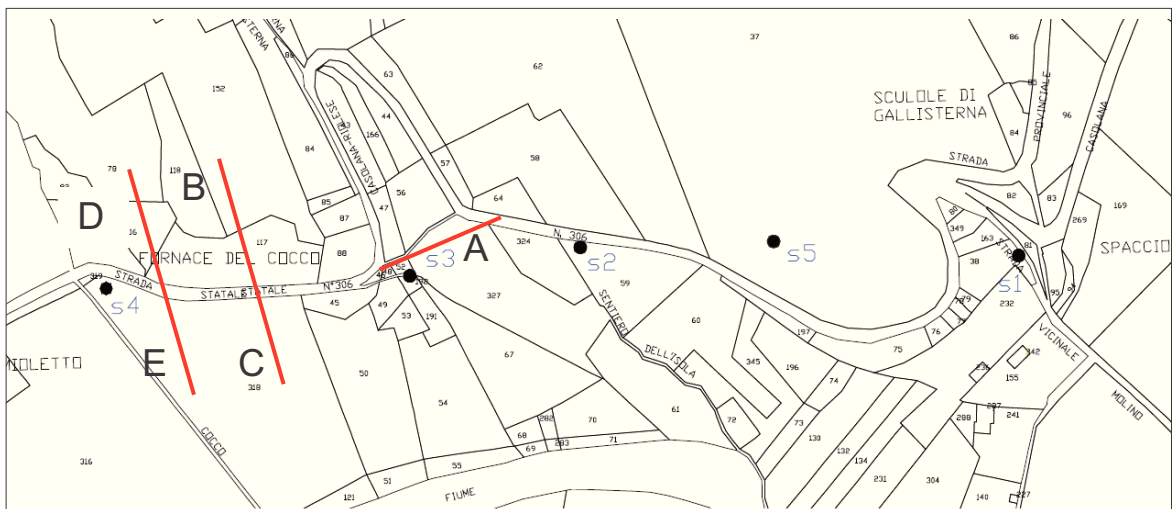


Figura 2: Planimetria generale della zona di intervento con ubicazione dei punti di indagine e delle sezioni sismiche.

Legenda:

- posizione dei punti di indagine eseguiti nella campagna geognostica del 2004
- tracce delle sezioni sismiche condotte nel 2011

Nella planimetria sono riportati i punti di tutti i sondaggi realizzati. Il sondaggio S1 non è stato considerato nel progetto del secondo stralcio in quanto appartenente ad un tratto di territorio lontano dal corridoio di intervento.