

INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO NELL'AREA A GRAVE RISCHIO EX L.267/98
 CHE INTERESSA IL CENTRO ABITATO DI LOVERE CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALLA ZONA DI VIA
 CORNASOLA - VIA NAZIONALE - VIA DANTE



COMUNE DI LOVERE
 PROVINCIA DI BERGAMO

Fase Progettuale

PROGETTO DEFINITIVO

Oggetto

Relazione generale

Ing. P. Cancelli
 Ing. G. Bragonzi

STUDIO CANCELLI ASSOCIATO
 via Sansovino 23 - 20133 Milano
 Tel.: 02 45488725 - 02 2666005
 Fax: 02 45488726
 E-mail: sca@sca.fastwebnet.it

Collaborazione
 Ing. F. Cattaneo
 Ing. L. Tedeschi
 Ing. S. Rozzoni

prof. geol. Lamberto Griffini
 Ing. Massimo Griffini

STUDIO GRIFFINI
 GEOLOGIA GEOTECNICA STRUTTURE

Ing. G. Federici


 ARKINGLAB

Elaborato

Dott. Geol. F. Baio

Fabio BAIO * geologo

A02

Codice 271D015T11

Scala -

| Data | n° | Descrizione | Approvato |
|------------|----|--|-----------|
| 25/10/2021 | 1 | Revisione per importo quadro economico | PC |
| 15/09/2021 | 0 | Emissione per consegna | PC |



Indice

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA | 3 |
| 2 | DOCUMENTI DI RIFERIMENTO | 4 |
| 2.1 | <i>Normativa di riferimento</i> | 4 |
| 2.2 | <i>Documentazione di progetto</i> | 4 |
| 3 | INDAGINI E CAMPI PROVE | 5 |
| 4 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOTECNICO | 7 |
| 4.1 | <i>Area Cornasola – via Nazionale</i> | 7 |
| 4.2 | <i>Area via Dante</i> | 8 |
| 5 | DESCRIZIONE DELLA SITUAZIONE ATTUALE E DEFINIZIONE DELLA STRATEGIA DI INTERVENTO | 9 |
| 5.1 | <i>Frana su via nazionale</i> | 9 |
| 5.2 | <i>Consolidamento di via Dante</i> | 9 |
| 6 | DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI | 11 |
| 6.1 | <i>Frana su via nazionale</i> | 11 |
| 6.1.1 | <i>Intervento su via Nazionale</i> | 11 |
| 6.1.2 | <i>Intervento su via del Cantiere</i> | 12 |
| 6.2 | <i>Consolidamento di via Dante</i> | 12 |
| 6.2.1 | <i>Il materiale per il riempimento e costituente la miscela delle iniezioni</i> | 12 |
| 6.2.2 | <i>Le operazioni di iniezione</i> | 13 |
| 6.3 | <i>Sistema di monitoraggio</i> | 13 |
| 7 | ANALISI DI FATTIBILITÀ AMBIENTALE | 15 |
| 7.1 | <i>Contesto paesaggistico e strumenti di pianificazione</i> | 15 |
| 7.1.1 | <i>Rete natura 2000 - Vincoli SIC (Siti Interesse Comunitario)/ZPS (Zone Protezione Speciale)</i> | 15 |
| 7.1.2 | <i>Piano di Governo del Territorio</i> | 16 |
| 7.2 | <i>Inserimento paesaggistico</i> | 17 |
| 8 | DISPONIBILITÀ DELLE AREE | 19 |
| 9 | GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO | 20 |
| 10 | CANTIERIZZAZIONE | 23 |
| 10.1 | <i>Interferenze del cantiere con il tessuto urbano</i> | 23 |
| 10.2 | <i>Interferenze del cantiere sulla viabilità</i> | 23 |



1 PREMESSA

Il presente documento è stato redatto nell'ambito della progettazione delle opere previste dagli *interventi di mitigazione del rischio idrogeologico nell'area a grave rischio ex L.267/98 che interessa il centro abitato di Lovere con particolare riferimento alla zona di via Cornasola - via Nazionale - via Dante*. Con determina n. 24 del 9 marzo 2021 i servizi di progettazione definitiva ed esecutiva di tali interventi sono stati affidati, a seguito di gara d'appalto mediante procedura negoziata, e con il criterio di aggiudicazione dell'offerta economicamente più vantaggiosa, al raggruppamento temporaneo tra professionisti costituito dallo Studio Cancelli Associato (mandataria capogruppo) da Arking Lab Srl, Studio Griffini Srl e dott. Geol. Fabio Baio (mandanti).

Gli interventi riguardano due diversi temi, ciascuno caratterizzato da una specifica problematica nonostante le aree interessate siano attigue. Nella zona di via Cornasola - via Nazionale è presente un problema di instabilità di versante, mentre la zona di via Dante è interessata da sprofondamenti.

La presente relazione illustra i principali contenuti del progetto. Il progetto è uniformato alla vigente normativa nazionale sui Lavori Pubblici e pertanto si compone degli elaborati previsti dal D.P.R. 5 Ottobre 2010 n. 207, in quanto tuttora vigente.



2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Normativa di riferimento

- [1] Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE, Decreto Legislativo 12.04.2006, n. 163, G.U. n. 100 del 02.05.2006.
- [2] Regolamento di esecuzione e attuazione del Decreto Legislativo 12.04.2006, n. 163, DPR del 05.10.2010, n. 207, G.U. n. 288 del 10.12.2010, Supplemento Ordinario n. 270.
- [3] D.Lgs. 18 aprile 2016 n. 50 (G.U. n. 91 del 19.04.2016, supplemento ordinario n. 10) - Codice dei contratti pubblici.

2.2 Documentazione di progetto

El. B01 - Relazione geologica

El. C01 – Studio di fattibilità ambientale



3 INDAGINI E CAMPI PROVE

La campagna d'indagini e prove è stata condotta secondo un piano condiviso preliminarmente con l'Amministrazione comunale che ne ha preso atto con determina n. 46 LP del 27/04/202.

Il programma ha riguardato due specifici aspetti, entrambi finalizzati alla definizione di tutti i parametri necessari alla progettazione degli interventi: il primo puramente integrativo delle conoscenze già disponibili circa le caratteristiche stratigrafiche, idrogeologiche e geotecniche del sottosuolo; un secondo aspetto realizzato mediante due campi prove, finalizzati all'accertamento sperimentale delle ipotesi dell'efficacia di un intervento d'iniezioni nelle cavità di dissoluzione e all'accertamento dell'efficacia dei bulbi d'ancoraggio dei tiranti.

Il piano d'indagini nel suo insieme ha compreso:

Via ex Tramvia – Via Nazionale:

- N. 4 sondaggi a carotaggio continuo di cui 2 ad andamento verticale di lunghezza pari a 35 m ciascuno e due sub-orizzontali di lunghezza pari a 30 m ciascuno;

nei sondaggi sono state condotte complessivamente

- n. 11 prove pressiometriche tipo Menard per la definizione dei parametri di deformabilità/resistenza al taglio
- n. 4 prove di sfilamento di tiranti d'ancoraggio in trefoli. Le prove sono state condotte sino al limite di snervamento senza raggiungere lo sfilamento del bulbo di ancoraggio.

Nel dettaglio sono stati eseguiti:

- T1 – via Ex Tramvia: Tirante L=30 m, inclinato 10°, iniettati 800 kg di cemento senza rifluimento
- T2 – via Ex Tramvia: Tirante L=25 m, inclinato 25°, iniettati 700 kg di cemento senza rifluimento
- T3 – via Nazionale Tirante L=30 m, inclinato 18°, iniettati 1100 kg di cemento con rifluimento
- T4 – via Nazionale Tirante L=25 m, inclinato 18°, iniettati 1100 kg di cemento con rifluimento

Campo prove iniezioni in via Dante:

Nel primo tratto in direzione monte-lago della via Dante, a fianco della scuola, sé stato ubicato un campo prove di iniezioni.

La prova è stata preceduta dall'esecuzione di n. 6 perforazioni attrezzate con tubi valvolati "a manchettes" .



La prova di iniezione è stata preceduta dalle indagini di accertamento delle condizioni iniziali mediante l'esecuzione di prove penetrometriche dinamiche SCPT e indagini geofisiche di tipo geoelettrico con interpretazione tomografica.

È stato anche eseguito un sondaggio a rotazione spinto sino alla profondità di 9 m da p.c. per la definizione delle caratteristiche stratigrafiche locali.

Dopo la realizzazione delle iniezioni di prova le indagini di accertamento sono state ripetute allo scopo di verificare l'efficacia dell'intervento eseguito e ottenere i parametri necessari al dimensionamento dell'intervento.

I dati raccolti con le indagini e prove condotte in sito, confrontati ed integrati con i dati già disponibili dalle indagini delle precedenti campagne d'indagine, sono stati utilizzati per la definizione delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche del sottosuolo delle aree d'intervento e del modello geologico di riferimento sul quale si sono basate le scelte progettuali del presente progetto definitivo.



4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOTECNICO

L'assetto geologico e geotecnico delle aree interessate dalle opere in progetto sono nettamente distinguibili in due diversi settori con caratteristiche geologiche e geotecniche e problematiche ben differenti.

4.1 Area Cornasola – via Nazionale

L'area di Cornasola è caratterizzata dalla presenza di depositi quaternari continentali di origine glaciale, fluvioglaciale e alluvionali sciolti o conglomeratici più o meno cementati ("Ceppo"). Quest'area sono presenti due unità principali che danno luogo ad una caratteristica sequenza stratigrafica:

a) Unità di Poltragno, "Ceppo di San Maurizio". Si tratta di letti di ciottoli e ghiaia a supporto clastico con sabbia e rari blocchi, in genere ben cementati ma localmente sciolti a costituire depositi di ghiaie e sabbie con lenti cementate di modesto spessore.

Il corpo conglomeratico principale ben cementato costituisce un esteso piastrone di spessore variabile tra 10 e 20 m che poggia su un deposito alluvionale sciolto. Il conglomerato affiora solo localmente in quanto è spesso ricoperto da terreni di riporto

b) Depositi sciolti (fluvioglaciali, alluvionali e di conoide alluvionale)

A letto del piastrone conglomeratico sono presenti depositi sciolti intercalazioni di varie tipologie di depositi continentali:

- i) ghiaie con sabbie limose debolmente argillose
- ii) limi sabbiosi debolmente argillosi in lenti
- iii) sabbie limose in lenti o livelli
- iv) ghiaia e sabbia con limo

L'area è caratterizzata da forte antropizzazione e da terrazzamenti costituiti da materiali di riporto prevalentemente ghiaioso-sabbiosi.

L'assetto stratigrafico e le caratteristiche geotecniche dei materiali presenti nell'area di Cornasola-via Nazionale concorrono alla formazione di un quadro complesso di fattori che provocano l'innescò di dissesti di varia genesi e cinematismi:

- la presenza di un esteso corpo conglomeratico che poggia su depositi sciolti ghiaioso-sabbiosi sciolti comporta la presenza di un "piastrone" rigido poggiate su materiale molto più deformabile, che causa lo sviluppo di cedimenti differenziali del deposito sciolto sottostante e tende a subire fratturazioni fragili con la



formazione delle cosiddette *lache*, fratture a componenti verticale dominante, che concorrono a cinematismi di espansione laterale;

- mentre nel suo complesso, il piastrone conglomeratico tende a "scivolare" come corpo "rigido" secondo una fascia di deformazione che si sviluppa al tetto del corpo di depositi sciolti sottostanti; questo cinematismo è sostanzialmente di tipo viscoso lento.

I depositi sciolti sottostanti al cui interno sono presenti alcuni corpi lentiformi, con un contenuto in materiali fini limosi o limoso-argillosi rilevante, che si trovano a profondità di circa 15÷20 m al di sotto del letto dell'unità conglomeratica. I corpi lentiformi limoso-argillosi sono molto estesi e sostengono un acquifero non confinato che si trova all'interno e alla base del sovrastante deposito ghiaioso-sabbioso. Questo assetto facilita la formazione di fasce di deformazione per taglio con processi di scivolamento traslazionale di tipo rotazionale all'interno del deposito sciolto sovrastante; queste bande di deformazione non sono pienamente sviluppate e, anch'esse, si evolvono secondo cinematismi molto lenti.

A questi due scenari si somma l'elevato grado di antropizzazione dell'area, con la presenza di terrazzamenti realizzati con terreni di riporto non sempre adeguatamente realizzati e mantenuti che mostrano in molti casi processi di scivolamento rotazionale locale, con risentimenti evidenti nei muri di sostegno e cedimenti negli edifici.

4.2 Area via Dante

Il modello geologico di riferimento per la zona di via Dante è significativamente differente rispetto a quello della vicina zona di Cornasola, in quanto il substrato roccioso, costituito da gessi della Formazione di San Giovanni Bianco, si trova a profondità modesta, inferiore di 10 metri dal p.c.

Il substrato di ricche evaporitiche è ricoperto da depositi sciolti costituiti da due livelli granulometricamente differenti tra loro: uno a contatto con il tetto della formazione gessosa costituito da limi e argille di alterazione ed un sottostante livello ghiaioso-sabbioso, in genere di origine antropica o fortemente rimaneggiato. I due livelli di depositi sciolti sono analoghi per caratteristiche granulometriche a quelli presenti nell'area Cornasola, ma con spessori nettamente minori, anche in conseguenza delle modificazioni antropiche.

La presenza di rocce evaporitiche a modesta profondità e la contemporanea circolazione di acqua al contatto con le queste formazioni causa processi di dissoluzione delle rocce evaporitiche, la formazione di cavità e doline di soffusione con conseguenti sprofondamenti del suolo e sfornellamenti. Questi fenomeni non sono identificabili nell'area di Cornasola, mentre sono accertate ed evidenti in via Dante. Via Papa Giovanni (Palestra), via Adamello e si estendono sino in località Trello.



5 DESCRIZIONE DELLA SITUAZIONE ATTUALE E DEFINIZIONE DELLA STRATEGIA DI INTERVENTO

Come già anticipato nella premessa, gli interventi riguardano due diversi temi, ciascuno caratterizzato da una specifica problematica nonostante le aree interessate siano attigue. Nella zona Cornasola - via Nazionale è presente un problema di instabilità di versante, mentre la zona di via Dante è interessata da sprofondamenti.

5.1 Frana su via nazionale

La instabilità del versante che interessa la zona Cornasola coinvolge due aree, una superiore, via Nazionale con fenomeni di franamento di conglomerati fortemente fessurati con movimenti più superficiali che coinvolgono i muri di contenimento della ex S.S. 42 e con lesioni trasversali e longitudinali nella pavimentazione stradale e l'altra con una superficie di scivolamento più profonda fino ad interessare Via del Cantiere in prossimità del lago.



Obiettivo del progetto è la stabilizzazione dei movimenti franosi attraverso due distinti interventi:

Per la stabilizzazione del movimento franoso dei conglomerati è stata progettata una berlinese di micropali a doppia orditura di tiranti per la protezione degli scavi e della demolizione e ricostruzione del muro esistente.

Per la stabilizzazione della superficie di scivolamento profonda è stata progettata una palificata di Pali di Grande diametro (Φ 1000) tirantata in testa.

5.2 Consolidamento di via Dante

Le aree sono ubicate in zone distinte dal punto di vista dei fenomeni di dissesto che si sono manifestati:

- in corrispondenza del civico 9-11, costituito da un edificio industriale dichiarato inagibile a causa delle cospicue lesioni, la via Dante presenta mancanze di planarità e in prossimità di un pozzetto un deciso sfornellamento del terreno dovute alle ingenti venute d'acqua. Anche l'edificio contrapposto al civico 9-11, sempre di tipo industriale, presenta lesioni non indifferenti anche se è ancora utilizzato.
- l'intersezione tra la via Dante e la via Nazionale presenta affossamenti e fessure per una superficie di qualche decina di metri quadrati. Anche questo



dissesto è riconducibile alla circolazione sotterranea. Sul lato opposto della via Dante rispetto al quale si sono verificate le lesioni è presente l'Hotel Continental, i cui piani interrati, adibiti a parcheggio, presentano venute d'acqua molto importanti;

- la via Dante, in corrispondenza della gradinata Adamello, presenta affossamenti e fessure, dovute probabilmente anch'esse alla circolazione idrica sotterranea. Al di sotto della gradinata Adamello scorre infatti il canale di scolo della sorgente Biff.

La strategia di intervento ricalca quanto già fatto nel *progetto esecutivo di 1° stralcio di mitigazione del rischio idrogeologico da sprofondamenti in località Trello*, elaborato dallo studio Crespi & Visconti e dallo studio associato di Geologia Spada nel 2017. Gli obiettivi di tale progetto, secondo quanto riportato nella relazione tecnica, erano:

- *come massimo obiettivo quello di intervenire senza interferire, ovvero di non raggiungere profondità tali da modificare le linee di deflusso della falda e di evitare l'innestarsi di nuovi fenomeni erosivi per eccesso di acqua libera;*
- *realizzare una colmata e riempimento delle cavità esistenti, mediante iniezioni a bassa pressione di materiali inerti leggeri sia allo stato naturale che in miscela cementizia.*

Poiché si tratta di obiettivi condivisibili e applicabili ai dissesti oggetto del presente progetto, così come le cause dei dissesti oggetto del progetto del 2017 presentano forti analogie con quelli osservati in via Dante, si è deciso di replicare le modalità di intervento. Gli interventi del progetto del 2017, pur non essendo volti alla risoluzione definitiva del problema, la cui causa scatenante è individuabile nella circolazione idrica sotterranea, per cui sono necessari interventi ad una scala superiore, hanno infatti avuto successo nel sistemare e prevenire il riformarsi di sprofondamenti nelle zone in cui si è intervenuti.

Si procederà quindi alla ricolma e al riempimento dei volumi dei vuoti rilevati e delle cavità con inerti naturali leggeri, da utilizzarsi singolarmente allo stato sfuso oppure in combinazione di miscele cementizie fluide. In ogni caso il materiale "inerte" deve possedere stabilità fisico-chimica garantita seppur con una permeabilità o potere di assorbimento acqua tale da non creare ostacolo permanente al deflusso e alla circolazione idrica sotterranea. In particolare il progetto del 2017 ha utilizzato materiali di origine vulcanica risultato della naturale espansione di minerale magmatico effusivo, presi e utilizzati allo stato naturale, in dimensioni di inerti massimo 0-14 mm, sino a diametro massimo di 25mm.



6 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

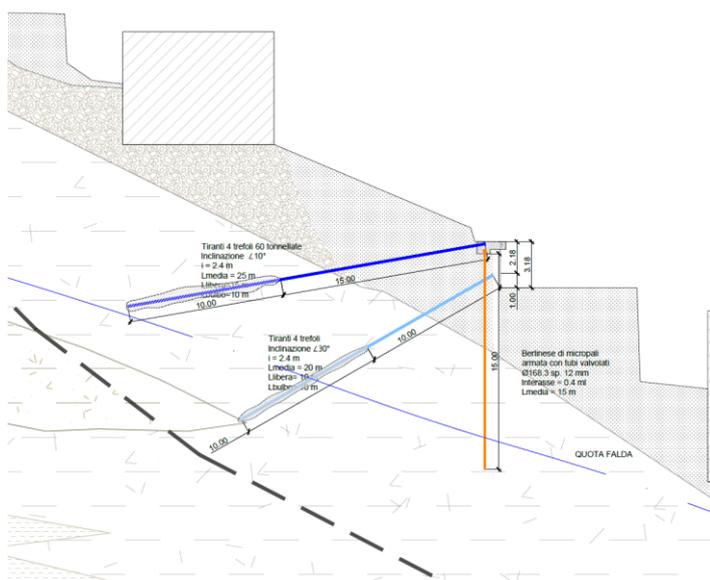
6.1 Frana su via nazionale

6.1.1 Intervento su via Nazionale

Il progetto prevede la demolizione del muro esistente e del percorso pedonale insistente su di esso

Prima della demolizione del muro, dal percorso superiore, verrà realizzata una berlinese di micropali armata con tubi in acciaio del diametro di 168,3 mm; i micropali hanno una lunghezza media di 15 m e sono disposti ad un interasse di 0,40 m per uno sviluppo planimetrico di 70 m.

La berlinese presenta due ordini di tiranti; la fila superiore è inserita nella trave di sommità ed è costituita da tiranti da 60 tonnellate con inclinazione di 10° disposti ad interasse di 2,4 m e lunghezza di 25 m (15 L libera + 10 Lbulbo); la fila inferiore è collocata a 2,18 m dalla sommità ed è costituita da tiranti da 60 tonnellate con inclinazione di 30° disposti ad interasse di 2,4 m e lunghezza di 20 m (10 L libera + 10 Lbulbo).



sezione stradale esistente.

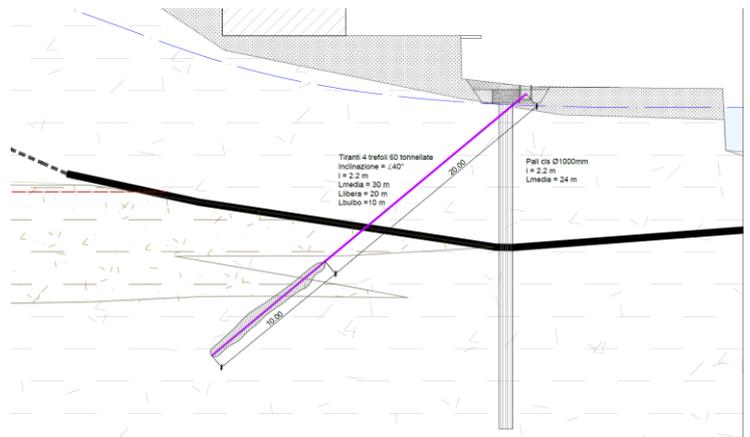
La parte iniziale del muro (di altezze contenute) per uno sviluppo di 18 m non necessita della preventiva realizzazione della berlinese.



6.1.2 Intervento su via del Cantiere

Per questa zona il progetto prevede la realizzazione di una palificata di pali di grande diametro del diametro 1000 mm ad interasse di 2,2 m e lunghezza media di 24 m; i cinque pali di destra hanno una lunghezza di 20 m; lo sviluppo planimetrico complessivo è di 93,2 m.

La paratia è collegata in testa da una trave cordolo in cemento armato su cui vengono alloggiati dei tiranti a 5 trefoli da 75 tonnellate inclinati a 40° ad interasse di 2,2 m di lunghezza 30 m (20 L libera + 10 L bulbo).



6.2 Consolidamento di via Dante

Come già accennato nel paragrafo 5.2, la strategia di intervento ricalca quanto già fatto nel *progetto esecutivo di 1° stralcio di mitigazione del rischio idrogeologico da sprofondamenti in località Trello*, elaborato dallo studio Crespi & Visconti e dallo studio associato di Geologia Spada nel 2017, consistente nel riempimento dei vuoti rilevati e delle cavità con inerti. Gli inerti devono possedere stabilità fisico-chimica garantita seppur con una permeabilità o potere di assorbimento acqua tale da non creare ostacolo permanente al deflusso e alla circolazione idrica sotterranea.

6.2.1 Il materiale per il riempimento e costituente la miscela delle iniezioni

Per le operazioni di ricolma e riempimento il progetto ha optato di impiegare inerti naturali leggeri, da utilizzarsi singolarmente allo stato sfuso oppure in combinazione di miscele cementizie fluide. Come detto in precedenza il materiale "inerte" deve possedere stabilità fisico-chimica garantita seppur con una permeabilità o potere di assorbimento acqua tale da non creare ostacolo permanente al deflusso e alla circolazione idrica sotterranea. Per tale motivo la scelta è stata individuata nella sabbia/ghiaietto di pomice.

In alternativa all'impiego in forma di inerte naturale, il materiale potrà essere anche usato in composizione ad una miscela cementizia, con consistenza tale (S% 5 ma anche SCC SF1) da essere autolivellante. La miscela in cui mix design verrà definito compiutamente in sede operativa, comporterà anche l'impiego di additivi superfluidificanti e aeranti al fine da garantire lavorabilità e messa in opera omogenea. Rimane anche aperta l'opportunità di realizzare un mix design tale da conferire anche una funzione strutturale al prodotto.



6.2.2 Le operazioni di iniezione

Nel dettaglio, le opere da eseguire comportano le seguenti lavorazioni preliminari:

- scarifica asfalto per tutto il tratto interessato comprendente una fascia di sicurezza;
- carico e trasporto del materiale di risulta alle discariche autorizzate (codice CER 17.03.02);
- perforazioni in avanzamento sino all'individuazione della cavità riscontrate dalle indagini svolte, effettuate su maglia quadrata di circa 3.00x2.00 oppure 3.00x3.00 al fine di definire una più esaustiva e precisa delimitazione spaziale e volumetrica delle cavità;

Operato queste fasi, le lavorazioni possono proseguire con le iniezioni, o meglio con il riempimento della cavità delimitate e rinvenute. Questa fase viene previsto che possa svolgersi in almeno tre modalità differenti, ognuna delle quali potrà essere attuata durante i lavori, in affinamento o sostituzione di un'altra. In particolare per il riempimento delle cavità si potrà procedere:

- a) Riempimento a gravità mediante scivoli di scarico o canale, per situazioni evidentemente macroscopiche o per il ripristino delle quote naturali.
- b) Iniezione mediante pompaggio di sabbia inerte asciutta, con granulometria sino a mm. 14, per riempimento zone di fondo e ben delimitate
- c) Iniezione mediante pompaggio di miscela cementizia additivata con prodotti superfluidificanti e aeranti, tale da consentire lavorabilità, autocompattazione e permeabilità

Per il riempimento delle cavità si eseguiranno delle perforazioni con inserimento di un tubo metallico a perdere. Nel caso di specie, i vari tubi a perdere in acciaio inserite nel terreno consentono di realizzare un buon reticolo di iniezione ma anche un buon metodo di verifica in quanto ogni tubo permette anche di verificare l'omogeneità del riempimento. I tubi poi verranno lasciati a perdere e dotati alcuni di tappo apribile al fine di poter essere eventualmente sempre trattati e ripresi.

Eseguito il riempimento delle cavità si procede al ripristino della pavimentazione:

- fornitura e stesa di tessuto-nontessuto sul piano di posa rullato e vibrato;
- fornitura e posa in opera di strato di misto stabilizzato, a formazione strato di fondo, compattato;
- finitura con strato in conglomerato bituminoso.

6.3 Sistema di monitoraggio

Gli interventi si completeranno con l'installazione di un sistema di monitoraggio del versante avente lo scopo di fornire utili informazioni circa l'efficacia delle opere. Il sistema di monitoraggio si comporrà dei seguenti elementi:



- celle di carico installate in corrispondenza delle testa di alcuni tiranti. Forniranno informazioni sullo stato di sollecitazione dei tiranti;
- inclinometro, installati in corrispondenza degli interventi di placcaggio, che forniranno indicazioni sulla profondità della superficie e sulla sua attività.

L'importo per la realizzazione e la sua manutenzione iniziale sono stati stralciati dal presente progetto in quanto si prevede di realizzarlo con fondi afferenti a capitoli di spesa diversi dal finanziamento relativo ai lavori oggetto del presente progetto. Si è però deciso di descrivere comunque la consistenza minima che il sistema di monitoraggio dovrebbe avere, in quanto la realizzazione di interventi di sistemazione dei versanti non può prescindere dall'esecuzione di monitoraggio successivo.



7 ANALISI DI FATTIBILITÀ AMBIENTALE

7.1 Contesto paesaggistico e strumenti di pianificazione

Le opere previste si sviluppano all'interno del centro abitato di Lovere. Dal punto di vista delle condizioni paesistiche l'area si trova ai limiti di un ambito di pregio, caratterizzato da borghi lacustri.

Nei paragrafi seguenti viene descritto il rapporto tra le opere previste ed i principali strumenti di pianificazione, principalmente tramite la sovrapposizione dell'impronta delle opere con stralci a colori delle cartografie dei vincoli. Maggiori dettagli, in particolare su quanto prescritto dagli strumenti di pianificazione, sono riportati nella relazione paesaggistica e di fattibilità ambientale (El. C01).

7.1.1 Rete natura 2000 - Vincoli SIC (Siti Interesse Comunitario)/ZPS (Zone Protezione Speciale)

L'area oggetto di intervento non rientra in alcun sito di interesse comunitario o in alcuna zona a protezione speciale. Il sito più vicino è a oltre 3 km all'area oggetto di intervento (Figura 7.1). Si tratta del sito IT2060010 – Valle del Freddo.

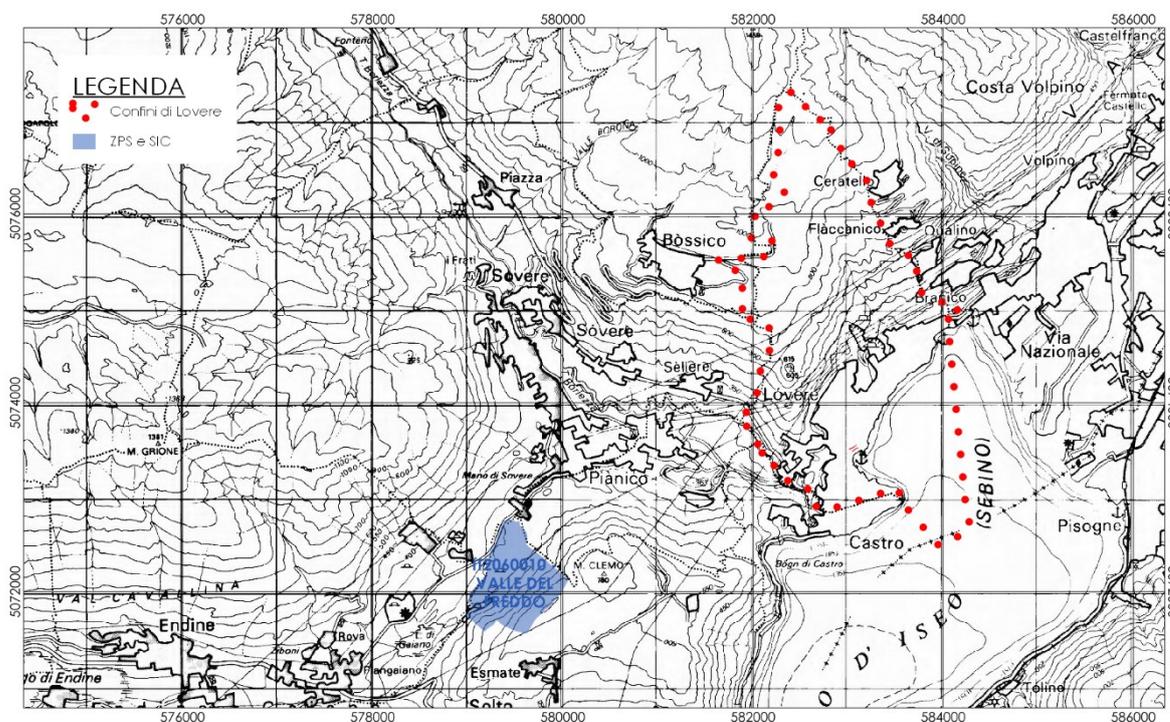


Figura 7.1: siti della rete natura 2000 più vicini all'area di intervento.



7.1.2 Piano di Governo del Territorio

Le opere previste insistono sulla viabilità comunale (vd. Figura 7.2). Nella zonazione definita dal piano di governo del territorio del comune di Lovere le aree contigue a quella interessata dagli interventi sulla via Nazionale rientrano nella zona B – zone urbane consolidate.

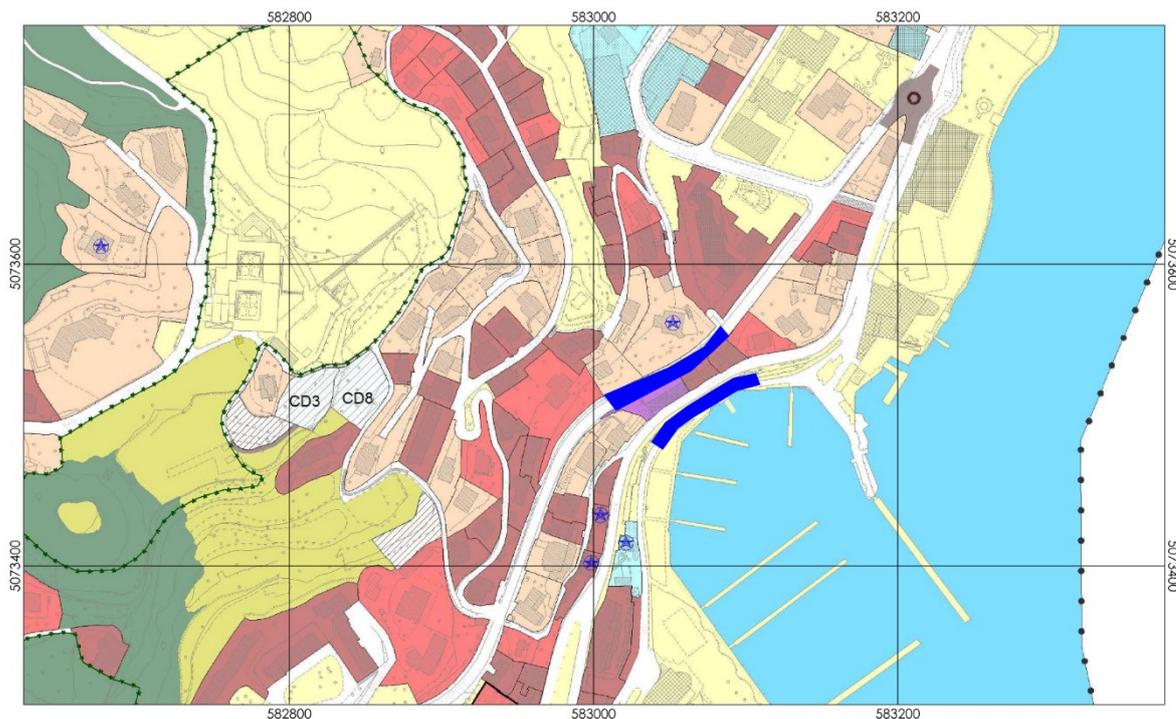


Figura 7.2: estratto dalla tavola di disciplina del PGT (tav. C.2.c). In blu è identificata l'area oggetto di intervento.

Anche gli interventi sulla via del Cantiere interessano esclusivamente la sede stradale. In questo caso le aree contigue sono classificate come Aree per servizi pubblici o d'uso pubblico e per servizi sovracomunali.

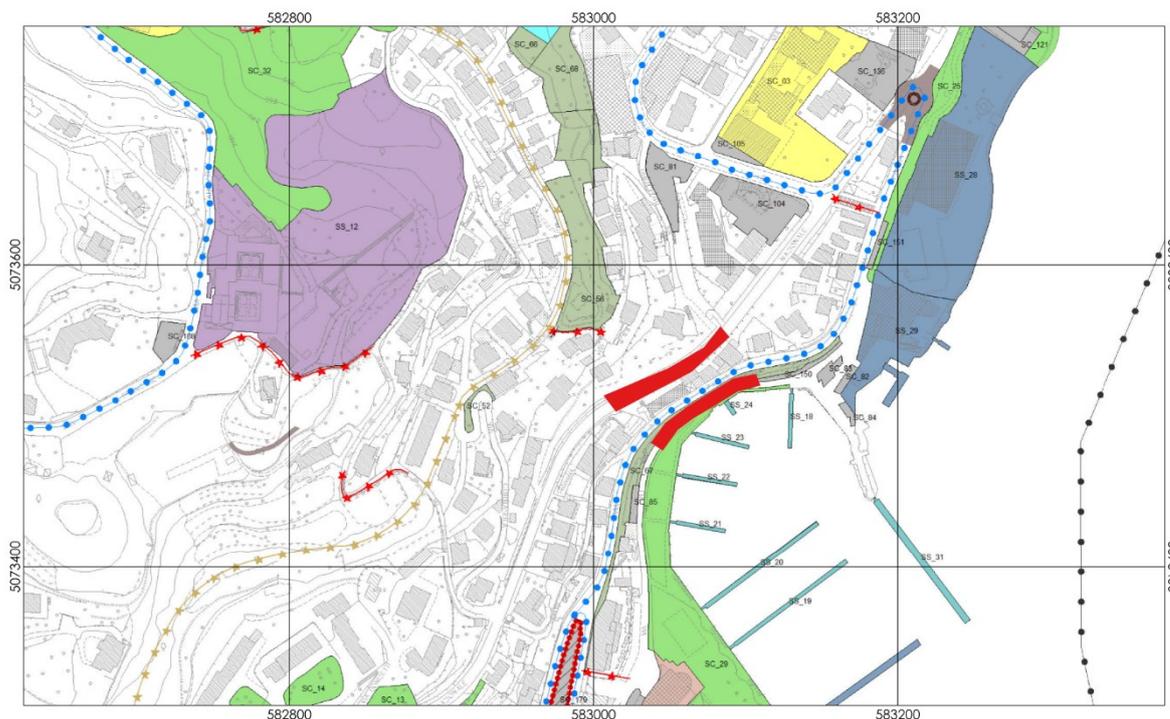


Figura 7.3: estratto dalla tavola di disciplina del PGT (tav. B.4.c). In rosso è identificata l'area oggetto di intervento.

7.2 Inserimento paesaggistico

Trattandosi di un'opera volta al consolidamento e al ripristino di una situazione preesistente, si ha un impatto paesaggistico pressoché nullo. Al termine dei lavori la berlinese verrà completamente interrata e l'unica parte visibile dell'opera sarà il grigliato della canaletta di ispezione dei tiranti. La struttura su via nazionale, essendo rivestita da pietre paragonabili a quelli che costituiscono il muro attuale, è del tutto compatibile con le caratteristiche paesaggistiche e ambientali dell'area. L'intervento oggetto della presente relazione si inserisce quindi in modo omogeneo all'interno del contesto paesaggistico delle aree limitrofe.

La soluzione progettuale individuata tiene conto dei vincoli a cui il sito è sottoposto e soprattutto persegue l'obiettivo di render minima l'incidenza ambientale che la realizzazione e la gestione dell'opera potrebbe comportare.

Le scelte progettuali operate permettono all'intervento di collocarsi coerentemente con il paesaggio determinando l'omogeneizzazione dell'opera con il contesto in quanto essa risulta coerente, cioè non si pone in conflitto formale con l'intorno e discreta, infatti le opere in progetto non aggiungono e non impediscono la vista del paesaggio. Per forma, dimensioni e localizzazione la realizzazione dell'intervento in oggetto non costituisce pregiudizio del contesto paesaggistico esistente, sia per colore e materiali utilizzato. L'intero progetto, non altera la morfologia del territorio e la composizione del paesaggio; inoltre, non determina alcuna



Comune di
Lovere (BG)

Interventi di mitigazione del rischio idrogeologico nell'area a grave rischio ex L.267/98 che interessa il centro abitato di Lovere con particolare riferimento alla zona di via Cornasola - via Nazionale - via Dante

variazione dello stato del patrimonio culturale e ambientale precedentemente descritto. Le soluzioni progettuali proposte si ritiene che le stesse non costituiscano fattore di disomogeneità nel contesto paesaggistico in cui si collocano e pertanto l'intervento si ritiene compatibile, per entità e caratteristiche, con gli obiettivi generali di tutela insiti negli indirizzi propri dell'ambito territoriale interessato.

Pertanto si può affermare che non si apportano modifiche alla panoramicità dell'ambiente circostante.



8 DISPONIBILITÀ DELLE AREE

Il piano particellare individua le aree interessate dagli interventi ed è stato redatto sulla base delle mappe catastali aggiornate attraverso le quali sono state determinate le aree da assoggettare ad occupazione temporanea, permanente o a servitù. Tutte le aree interessate sono opportunamente individuate, nella tavola di piano particellare, per mezzo di apposita campitura colorata. Nelle tavole di piano particellare è stata predisposta adeguata legenda riportante i colori utilizzati per la formazione delle tavole. In particolare per l'esecuzione delle opere previste dal presente progetto sono necessari i seguenti titoli di occupazione:

- occupazioni temporanee durante la fase di cantiere.

Le aree di cantiere, oggetto di occupazione temporanea, sono aree destinate alla circolazione stradale, che sono quindi già nella disponibilità pubblica.



9 GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO

L'ottimizzazione delle scelte progettuali ha consentito di ottimizzare al massimo l'uso delle terre e rocce da scavo, con caratteristiche idonee al reimpiego, nell'ambito dello stesso progetto; ciò ha ovviamente permesso di ridurre al minimo il materiale di scavo in esubero.

Le quantità del materiale di scavo sono dettagliate nel bilancio di produzione a seguire, dove sono specificate le quantità di materiale scavato e di demolizione che verrà destinato al riutilizzo all'interno del cantiere e delle eccedenze da avviare ad altri usi.

1. Materiali provenienti dagli scavi

| | |
|---|--------------------|
| Scavo per berlinese su via nazionale | 260.48 mc |
| Perforazione micropali via Nazionale | 105.00 mc |
| Perforazione tiranti via Nazionale | 32.63 mc |
| Perforazione pali via del Cantiere | 756.74 mc |
| Perforazione tiranti via del Cantiere | 30.00 mc |
| Scavo per cordolo palificata | 710.53 mc |
| Totale materiale proveniente dagli scavi | 1,895.38 mc |

2. Quantità di materiale da scavo che verranno destinati al riutilizzo all'interno del cantiere

| | |
|---|------------------|
| Rinterro per sistemazione via del Cantiere | 524.13 mc |
| Totale materiale proveniente dagli scavi | 524.13 mc |

3. Quantità di materiale da scavo non riutilizzato in cantiere

| | |
|---|-------------------|
| Totale materiale proveniente dagli scavi | 1,895.38 mc |
| A detrarre materiale idoneo proveniente dagli scavi | -524.13 mc |
| Totale materiale di scavo inviato in discarica o centri di riciclaggio | 1371.25 mc |

Al fine di consentire l'adeguato riutilizzo dei materiali scavati, dovranno essere effettuati i seguenti passaggi:

- analisi delle tipologie d'opera;
- individuazione dei volumi di fabbisogno ed esubero;
- analisi della composizione geologica dei materiali provenienti dagli scavi e individuazione della percentuale di riutilizzo degli stessi; al termine dei lavori



dovranno essere comunicate agli enti competenti le effettive produzioni di rifiuti e la loro destinazione.

All'aumento del riutilizzo del materiale corrisponde ovviamente una riduzione della quota di materiale da avviare a discarica o ad altro sito e una riduzione del materiale proveniente da cave di prestito.

Nel presente progetto si prevede un riutilizzo del materiale di risulta degli scavi per la realizzazione dei rinterri delle opere strutturali. In aggiunta a quanto sopra, l'impresa appaltatrice dovrà impegnarsi ad avviare preferibilmente il materiale di risulta proveniente dagli scavi che non potrà essere riutilizzato in cantiere o comunque non troverà altra collocazione in sito, "ad attività di valorizzazione quali, a titolo esemplificativo, recuperi ambientali di siti, a recuperi di versanti di frana o a miglioramenti fondiari" regolarmente autorizzati (attività R10, di cui all'allegato C alla Parte IV del D.L 152/06), a seconda delle effettive possibilità che saranno riscontrate al momento della esecuzione dei lavori.

Sono poi previste dei quantitativi di materiale bituminoso (codice CER 170302), proveniente dalla scarifica delle pavimentazioni per un totale di 310.26 mc, e di calcestrutto (codice CER 170904), proveniente dalla demolizione del camminamento pedonale su via Nazionale per 168.08 mc, da inviare ad impianto di smaltimento.

Nella figura seguente sono riepilogati gli impianti di recupero più vicini al comune di Lovere autorizzati a ricevere Terre e Rocce da scavo (codice CER 170504) e/o conglomerati bituminosi (170302). I dati sono stati ricavati dal servizio CGRWEB presente sul sito web della regione Lombardia. Il servizio CGRWEB (Catasto Georeferenziato impianti Rifiuti) è la banca dati di riferimento ufficiale che raccoglie tutte le discariche e gli impianti di trattamento dei rifiuti presenti sul territorio lombardo.

Si precisa che, le effettive produzioni di rifiuti e la loro effettiva destinazione (riutilizzo, recupero, smaltimento, ecc.) saranno comunicate al termine dei lavori, comprovandole tramite la modulistica prevista dalle vigenti normative in materia. In tutti i casi sopra descritti, il materiale di risulta degli scavi sarà smaltito nel rispetto della normativa vigente.



Comune di
Lovere (BG)

Interventi di mitigazione del rischio idrogeologico nell'area a grave rischio ex L.267/98 che interessa il centro abitato di Lovere con particolare riferimento alla zona di via Cornasola - via Nazionale - via Dante

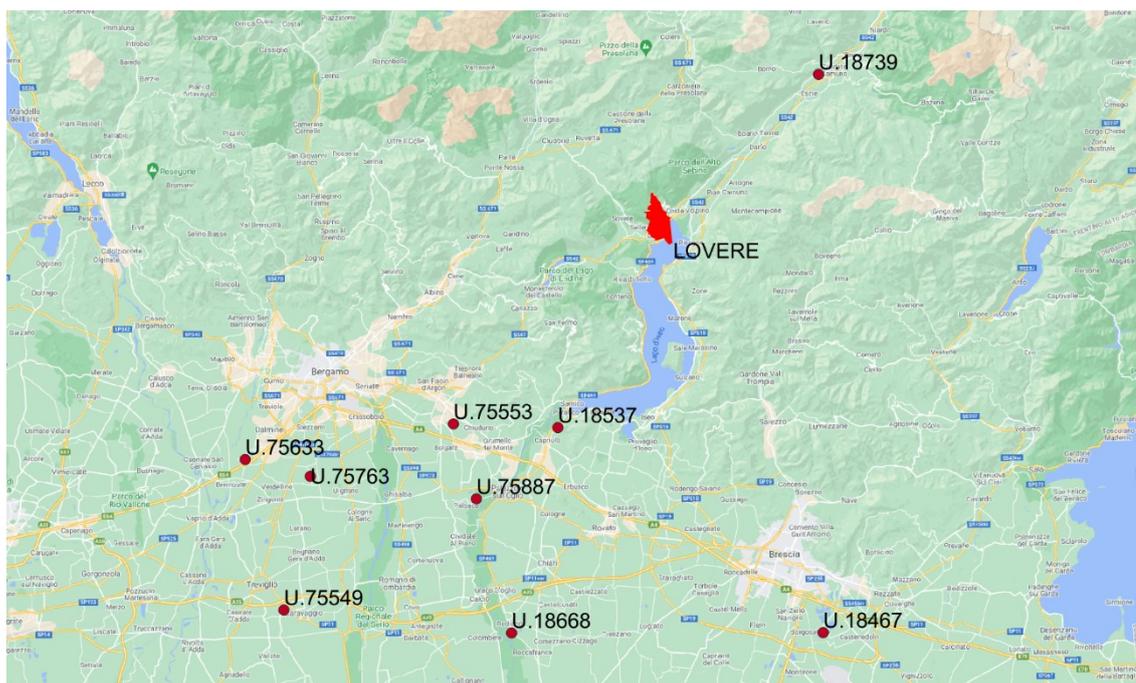


Figura 9.1: ubicazione degli impianti di gestione delle terre e rocce da scavo in prossimità del comune di Lovere (BG).



10 CANTIERIZZAZIONE

10.1 Interferenze del cantiere con il tessuto urbano

Le opere previste sono realizzate in una zona urbanizzata. Le opere verranno eseguite dalla sede stradale, non interessando aree private.

Le lavorazioni previste sulla via Nazionale, esecuzione di micropali e tiranti, sono simili a quelle eseguite durante la campagna di indagine propedeutica al presente progetto (perforazioni per sondaggi ed installazione tiranti di prova). La maggiore criticità rilevata durante queste ultime è stato il rumore generato dai macchinari, che si confonde comunque col rumore del traffico intenso che interessa la via Nazionale,

Anche le lavorazioni previste sulla via Dante sono analoghe a quelle del campo prove già eseguito sulla stessa via, durante i quali non si sono rilevate criticità significative.

10.2 Interferenze del cantiere sulla viabilità

Alcune lavorazioni si svolgono con l'occupazione parziale della carreggiata stradale delle vie Nazionale e Dante, e con l'occupazione totale della carreggiata stradale della via Del Cantiere. Sarà prevista l'installazione di un cantiere temporaneo e mobile secondo la progressione lineare e sarà quindi necessario adattare di volta in volta le condizioni presenti al tipo di attività da svolgere. La zona del cantiere occuperà di volta in volta una porzione della strada, con delimitazione fisica del cantiere.

Di particolare importanza sarà la disposizione della cartellonistica e segnaletica conforme alle Tavole indicate dal D.M. 10 Luglio 2002, che possa offrire informazione completa. Più nel dettaglio i lavori sulla via Nazionale prevedono l'istituzione di un senso unico alternato con l'installazione di adeguato impianto semaforico (Tavola T66 D.M. 10 Luglio 2002). Anche i lavori di ripristino di via Dante avverranno con un senso unico alternato, ma, dato il suo carattere strettamente locale, non sarà necessario regolare il traffico con un impianto semaforico o con movieri (Tavola T63 D.M. 10 Luglio 2002). I lavori su via del cantiere ne comporteranno la chiusura (Tavola T70 D.M. 10 Luglio 2002).

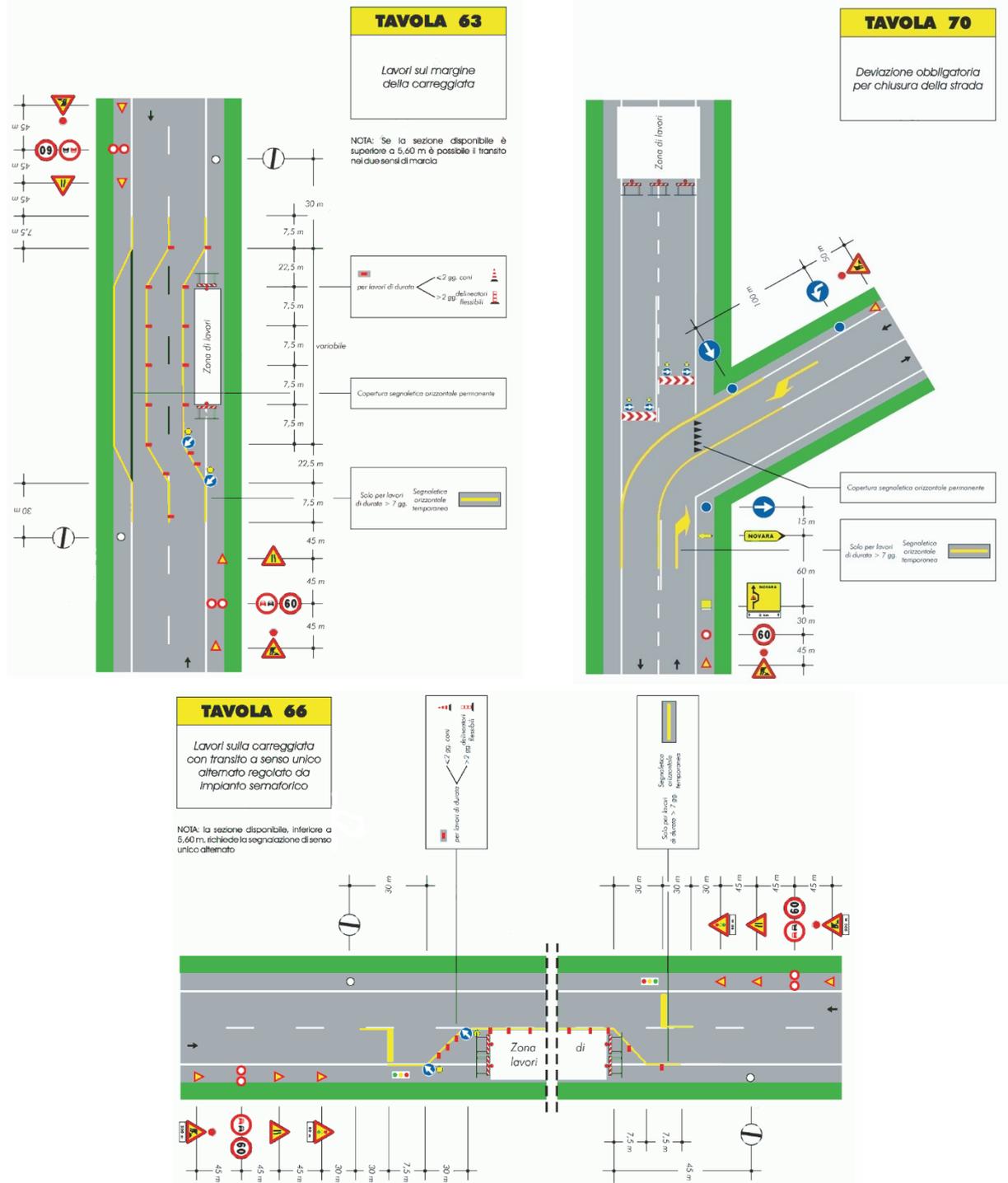


Figura 10.1: schemi segnaletici (D.M. 10 Luglio 2002).