



AUTORITÀ PORTUALE S A L E R N O



SALERNO PORTA OVEST 1° STRALCIO – 2° LOTTO

PROGETTO ESECUTIVO

GRUPPO DI IMPRESE:



(mandataria)



GRUPPO DI PROGETTAZIONE:



(mandataria)

DIRETTORE TECNICO: Dott. Ing. Massimo Raccosta



SICS Ingegneria srl - Società Unipersonale

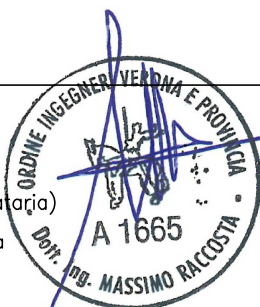
DIRETTORE TECNICO: Dott. Ing. Tommaso Di Bari



DIRETTORE TECNICO: Dott. Ing. Renato Del Prete



DIRETTORE TECNICO: Dott. Geol. Giuseppe Cerchiaro



IL PROGETTISTA – RESPONSABILE DI PROGETTO E DELLE INTEGRAZIONI E PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Dott. Ing. Massimo Raccosta

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Giuseppe Cerchiaro

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Dott. Ing. Renato Del Prete

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Domenico Barletta

PROTOCOLLO

DATA

PARTE GENERALE RELAZIONE DESCRITTIVA IMBOCCO LIGEA

NOME FILE				REVISIONE	SCALA:
T00_GE00_GEN_RE02_C.pdf					
CODICE ELAB.					
T00 GE00 GEN RE02				C	
D					
C	REVISIONE	13/09/2013	C. Valsecchi	M. Peroni	R. Del Prete
B	REVISIONE	12/07/2013	C. Valsecchi	M. Peroni	R. Del Prete
A	EMISSIONE	22/04/2013	C. Valsecchi	M. Peroni	R. Del Prete
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

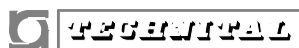


SALERNO PORTA OVEST 1° STRALCIO
2° LOTTO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DESCRITTIVA IMBOCCO LIGEA

Progettazione:





INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	7
2.1.	CRITERI UTILIZZATI PER LE SCELTE PROGETTUALI	7
2.1.1.	La viabilità Ligea	7
3.	CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE	10
3.1.	IMBOCCO LIGEA – GALLERIA CERNICCHIARA-LIGEA	10
3.1.1.	Inquadramento generale e riferimenti alle fasi progettuali	10
3.1.2.	Inquadramento geologico-strutturale, interventi preesistenti e caratterizzazione geomeccanica	12
3.1.3.	Intervento di consolidamento previsto e fasi esecutive	15
3.2.	SISTEMAZIONE IDRAULICA	18



1. Premessa

Il progetto in oggetto ha lo scopo di migliorare la viabilità di collegamento tra il nodo autostradale di Salerno ed il Porto di Salerno.

Nel progetto definitivo a base gara, tale collegamento veniva realizzato tramite due gallerie di nuova realizzazione a doppia canna, la prima si sviluppava tra il Vallone Cernicchiara e Piazzale S.Leo, la seconda tra la zona Poseidon e via Ligea. Nella zona tra San Leo e Poseidon il progetto prevedeva di sfruttare la viabilità ordinaria già esistente.

Una galleria aggiuntiva, denominata Seminario, garantiva la connessione tra la corsia autostradale della A3 verso Nord e la galleria Cernicchiara.

Tale progetto appena descritto è stato posto a base gara per un appalto di tipo integrato; l'offerta tecnica risultata vincente ipotizza un collegamento diretto fra il Vallone Cernicchiara e via Ligea realizzato con una galleria a doppia canna, con rampe di collegamento per San Leo (una di ingresso e una di uscita) e Poseidon (solo di uscita).

Il Progetto Esecutivo è soggetto all'approvazione da parte dell'Autorità di Bacino e, vista la complessità dell'opera e l'indipendenza funzionale di alcune parti di essa, si procederà ad una disamina per "stralci funzionali", individuati in prima battuta come segue:

- Area imbocchi Ligea
- Area imbocco Poseidon
- Area imbocco San Leo
- Area imbocco Seminario/via Laspro
- Aspetti geologico/idraulici dell'intero tracciato in galleria

La presente relazione descrive gli interventi previsti presso gli imbocchi lato Ligea della galleria Cernicchiara, le differenze tra il Progetto Definitivo ed il Progetto Esecutivo, le problematiche riscontrate - comprensive di eventuali prescrizioni espresse dagli Enti - e la metodologia adottata per la risoluzione di tali aspetti.

I dettagli di progettazione sono sviluppati negli elaborati di Progetto Esecutivo allegati alla presente.



Figura 1: Foto satellitare dell'area Ligea

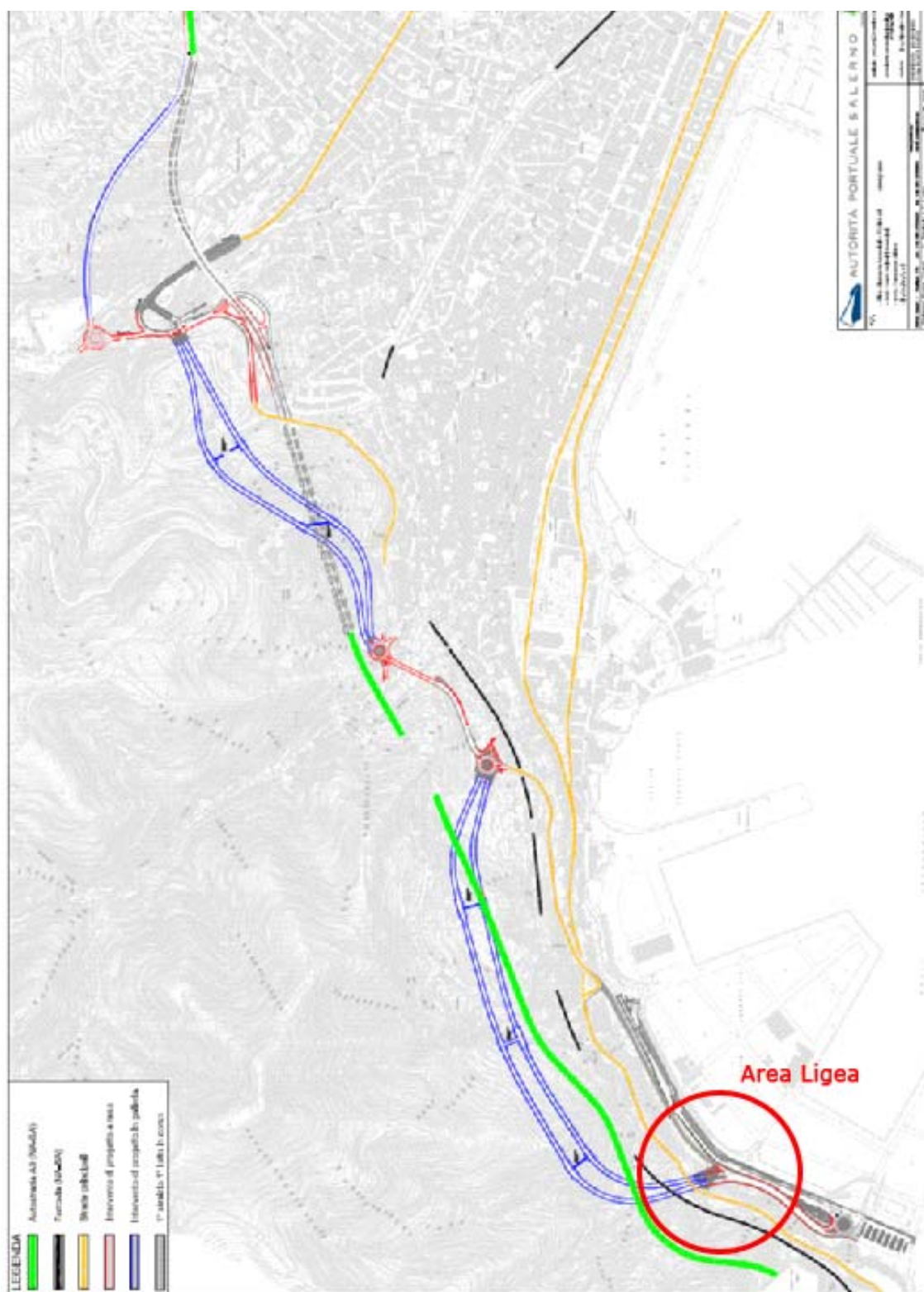
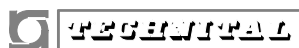


Figura 2: Progetto Definitivo dell'intervento

Progettazione:



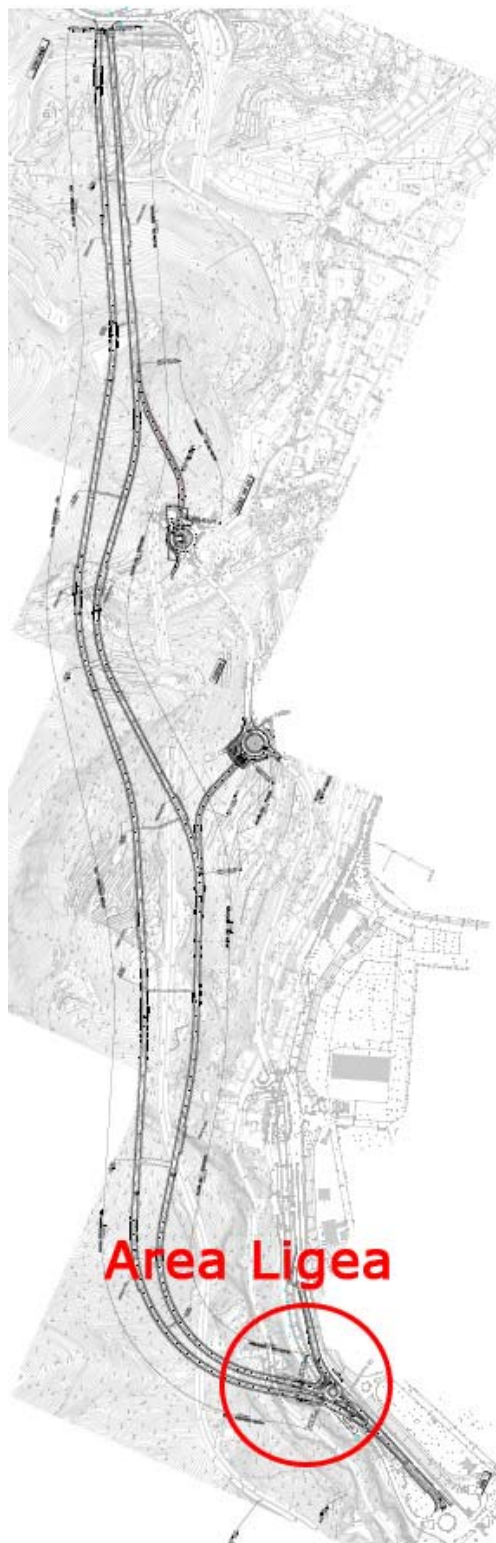
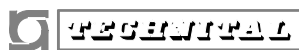


Figura 3: Planimetria di Progetto Esecutivo

Progettazione:





2. Descrizione dell'intervento

2.1. Criteri utilizzati per le scelte progettuali

2.1.1. La viabilità Ligea

In corrispondenza del nodo Ligea il progetto esecutivo presenta una importante modifica rispetto al progetto a base gara.

Il progetto definitivo prevedeva infatti l'uscita dalla galleria Cernicchiara all'altezza del Viadotto Gatto, su un tratto in adeguamento del viadotto che porta alla rotatoria esistente in direzione porto (vedi Figura 4). Questa soluzione avrebbe provocato notevoli disagi in fase di esecuzione dei lavori, con interruzioni del traffico lungo via Gatto. Sarebbe inoltre stata molto impegnativa da un punto di vista economico, richiedendo il raddoppio del viadotto esistente.

La soluzione proposta in fase esecutiva (vedi Figura 5) mira alla riconnessione dei due nuovi assi stradali al tessuto viario esistente (via Ligea): l'uscita dalla galleria avviene alla quota del piazzale esistente, passando sotto il viadotto Gatto, la connessione con il tessuto stradale preesistente è garantita da una nuova rotatoria lungo Via Ligea.

In questa maniera:

- si mantiene il flusso di traffico lungo il viadotto Gatto senza alcuna interruzione;
- si riducono i costi di intervento;
- si riorganizza il traffico su via Ligea.

In merito a questo ultimo punto, è stata conservata la corsia preferenziale allo scarico merci. Inoltre è stata riservata una corsia ad hoc che arriva alla rotatoria esistente per chi esce dall'asse in direzione Cernicchiara-Ligea. Per chi invece arriva dal centro, è stata progettata una nuova rotatoria che dà la possibilità di proseguire verso il Porto, o di entrare in galleria verso Cernicchiara e la A3.

E' importante evidenziare che in fase esecutiva è emersa l'impossibilità di reperire e avere a disposizione la documentazione costruttiva riguardo alla struttura del viadotto Gatto, situazione che avrebbe reso particolarmente problematico lo studio e l'analisi della struttura esistente a cui avrebbe dovuto essere collegata la nuova.

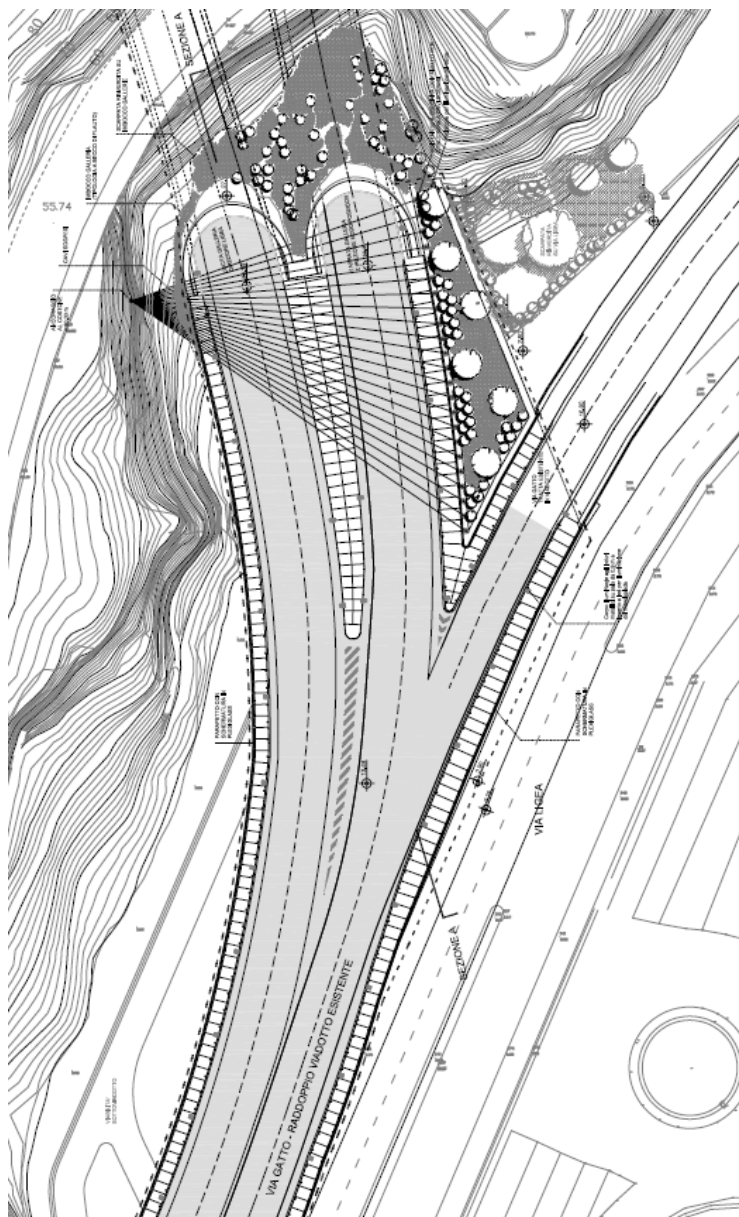


Figura 4: Soluzione di PD per il nodo Ligea

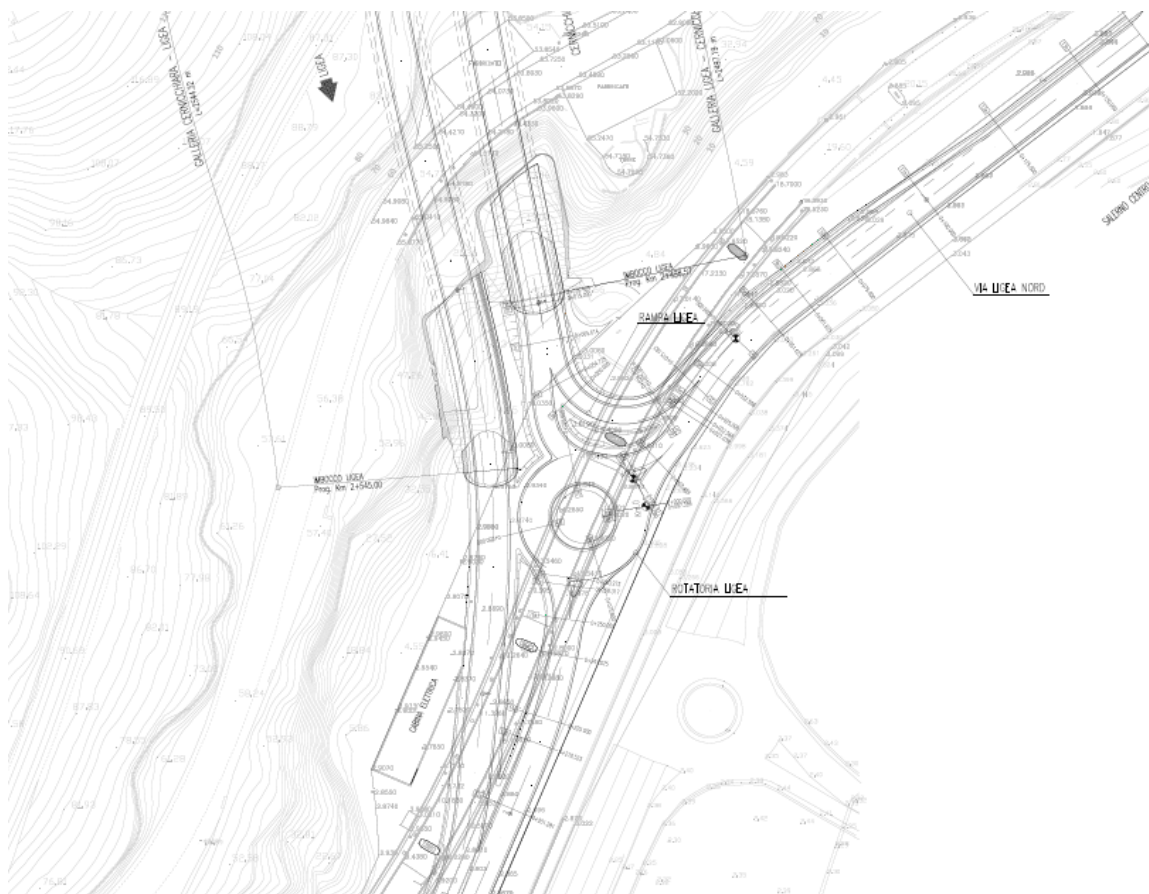


Figura 5: Soluzione di PE per il nodo Ligea



3. Criteri di progettazione delle strutture

3.1. Imbocco Ligea – Galleria Cernicchiara-Ligea

3.1.1. Inquadramento generale e riferimenti alle fasi progettuali

Il progetto per la realizzazione dell'imbocco lato Ligea prevede un fronte di attacco in roccia delle due canne di scavo, in corrispondenza di un intaglio della parete rocciosa sub-verticale comunemente denominata Costone Ligea.

A differenza di quanto previsto in PD, l'innesto della galleria Cernicchiara con la viabilità ordinaria avviene a raso all'altezza di Via Ligea, e non più lungo il sovrastante Viadotto Gatto. Questa variazione comporta un ribasso della livelletta al livello del porto, ed una conseguente significativa riprofilatura del versante in roccia esistente.

L'area interessata dall'imbocco è intensamente urbanizzata, e presenta numerose infrastrutture che si dispongono a diverse altezze ai piedi e lungo il versante roccioso. Per contro, il Costone roccioso Ligea è caratterizzato da condizioni di stabilità precaria, tanto che nel tempo, al fine di garantire sufficienti condizioni di sicurezza per le aree sottostanti, interessate dal traffico veicolare di Via Ligea e del Viadotto Gatto, sono stati eseguiti locali interventi di consolidamento delle pareti attraverso chiodature, reti e funi. Tuttavia i suddetti interventi non coprono l'intero costone roccioso, in particolare non interessano il fronte di imbocco, e si presentano localmente in un precario stato di conservazione.

Per tali ragioni, al fine di prevenire i fenomeni di caduta massi a cui il versante è soggetto in relazione all'elevato grado di fratturazione che lo caratterizza e alla presenza di numerose discontinuità sub-verticali, e di garantire un adeguato grado di sicurezza alla stabilità del versante in condizioni statiche e sismiche, anche in relazione alla necessaria e significativa riprofilatura dei versanti per accogliere l'imbocco della galleria in progetto, si prevede la messa in opera di un diffuso intervento di stabilizzazione, che si estende con lievi variazioni lungo tutto il Costone Ligea.

In fase di progettazione definitiva l'intervento di consolidamento previsto si componeva di un sistema di chiodature passive in barre di acciaio ($\Phi 40\text{mm}$), con lunghezze variabili tra 18 m e 30 m e inclinazioni comprese tra 15° e 30° , ed il collegamento delle teste dei chiodi con reti ed un reticolo di funi di acciaio, aventi la funzione di contenere eventuali distacchi localizzati di blocchi di roccia; la sistemazione prevista riguardava unicamente l'area attigua all'imbocco.

In merito alle strutture di imbocco, la galleria terminava con un tratto in artificiale che si chiudeva con un portale a becco di flauto.

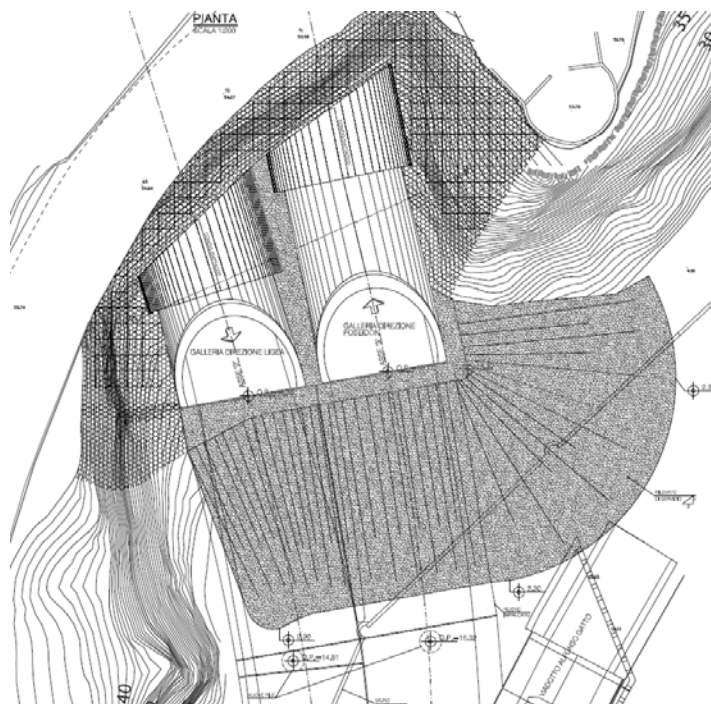


Figura 6: Sistemazione imbocco Ligea (pianta) da PD

In fase di approvazione del progetto definitivo, così come evidenziato nei documenti di validazione, l'Autorità di Bacino Destra Sele con Decreto *n.03/05 del 03.03.2010* ha espresso parere favorevole in relazione alle proposte di P.D., con la seguente prescrizione riguardo alla sistemazione dei costoni prospicienti via Ligea: *“Attesa la complessità dell’opera e considerato che per la realizzazione della stessa è previsto, quale procedura di gara, l’appalto integrato comprensivo della redazione della progettazione esecutiva, si precisa che all’atto dell’approvazione da parte della stazione appaltante della richiamata progettazione, la stessa dovrà essere trasmessa a questa Autorità per il preventivo parere, tenendo in debito conto: a) le prospettate soluzioni di messa in sicurezza dei costoni di Via Ligea, quali elementi migliorativi da proporre in sede di offerta.....”*.

In fase di gara, considerate anche le prescrizioni di cui sopra, nell’elaborato relativo alle “proposte migliorative” sono state riportate le soluzioni tecniche proposte per migliorare la messa in sicurezza dei costoni di Via Ligea. Negli elaborati di gara si individuano le azioni necessarie alla progettazione dell’intervento di stabilizzazione:

1. analisi dello stato attuale del versante roccioso attraverso uno studio di dettaglio basato su rilievi geologico-geomeccanici e rilievi laser scanner, volto alla mappatura delle discontinuità presenti e alla caratterizzazione geomeccanica dell’ammasso;
2. definizione dell’intervento di stabilizzazione, che in termini qualitativi si comporrà di un’azione sistematica di disaggancio dei blocchi instabili indi-



viduati in parete accompagnata dall'installazione di chiodature, reti e funi.

In fase di progettazione esecutiva così come sopra accennato e come verrà di seguito più ampiamente discusso, è stato progettato un vasto intervento di consolidamento, esteso oltre l'area strettamente di competenza dell'imbocco. La prima stesura del progetto esecutivo (Rev.0) prevedeva, analogamente al progetto di P.D., portali classici a becco di flauto.

In sede di approvazione del progetto esecutivo, durante l'incontro avvenuto con l'Autorità di Bacino Destra Sele in data 15 aprile 2013, a seguito della trasmissione degli elaborati relativi all'imbocco Ligea (Rev.0), da una preliminare istruttoria è apparso opportuno potenziare le opere di difesa passiva, attraverso il prolungamento delle gallerie artificiali e la realizzazione di barriere paramassi. È inoltre emersa la necessità di prevedere opere di canalizzazione delle acque provenienti dal vallone a monte dell'imbocco, che confluiscono al di sotto del ponticello della SS18.

Per tali ragioni, la seconda stesura del progetto esecutivo (Rev. A) ha previsto il potenziamento dell'intervento di stabilizzazione progettato attraverso il prolungamento del tratto di galleria artificiale e la realizzazione di barriere paramassi estese fino ai possibili settori a rischio. Inoltre è stata prevista la realizzazione di fossi di guardia sulle scarpate rimodellate che sormontano gli imbocchi delle gallerie, che saranno collegati ai recapiti del sistema idraulico di piattaforma.

Nell'attuale fase di progettazione esecutiva, dunque, partendo da una nuova caratterizzazione geostrutturale-geomeccanica, supportata da indagini geognostiche integrative, e da un assetto geometrico differente da quello previsto in P.D., sono stati implementati interventi necessari per l'utilizzo in sicurezza della strada in progetto, in riferimento alla vita nominale della strada stessa.

3.1.2. Inquadramento geologico-strutturale, interventi preesistenti e caratterizzazione geomeccanica

Negli elaborati grafici di progetto l'area di intervento è stata suddivisa in settori:

- il settore B, posto a sinistra dell'area di imbocco
- il settore A, corrispondente all'area di imbocco
- i settori C e D, già soggetti ad opere di sistemazione e consolidamento, posti a maggiore distanza dall'area di imbocco.

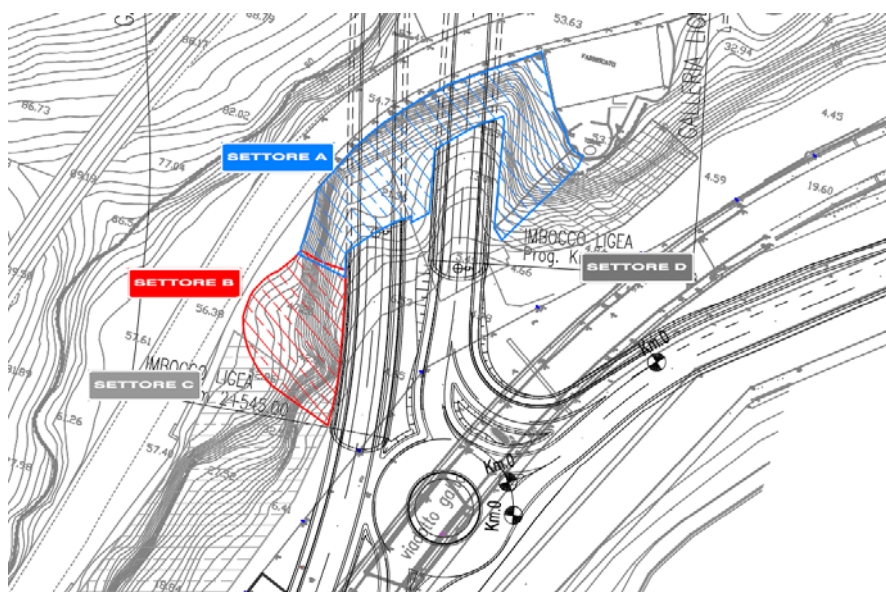


Figura 7: Settori di intervento

I settori A e B sono rappresentati dalla porzione di costone posta in corrispondenza o immediatamente a lato dell'area di imbocco; essa presenta uno sviluppo di circa 70 metri, con versanti sub-verticali di altezza massima 60 metri. La litologia affiorante è costituita dalle dolomie a bande stratificate appartenenti al membro superiore della Successione M.te Tobenna – M.ti Lattari.

Attraverso l'analisi geologico-strutturale del costone sono stati individuati i principali sistemi di discontinuità che caratterizzano l'ammasso roccioso. La spaziatura delle discontinuità è in media compresa tra 0,06 – 0,2 m, il grado di fratturazione è generalmente alto e localmente elevato, come evidenziato dai rilievi e dai sondaggi SD36, SD36bis di P.D. e SG07 di P.E. che recuperano la dolomia sottoforma di sabbia grossolana, ghiaietto e ciottoli a spigoli vivi.

Il settore C comprende la porzione di costone immediatamente a destra dei settori A e B. Al contrario dei primi due settori, che a tutt'oggi non sono stati sottoposti ad alcun consolidamento, probabilmente per la loro relativa lontananza dalle sottostanti infrastrutture esistenti (parcheggio Bus e Via Ligea), vista la presenza dell'anfiteatro naturale, il settore C è stato consolidato negli anni passati per la sua posizione prossima alla sottostante Via Ligea. La litologia affiorante, anche in questo caso, è costituita dalle dolomie del membro superiore della Successione M.te Tobenna – M.ti Lattari, descritta nell'ambito dell'Unità M.ti Lattari - M.ti Piacentini; esse rappresentano l'intervallo triassico di piattaforma carbonatica più diffuso, in affioramento, nell'area in esame. Le dolomie si presentano molto fratturate, le fratture ed i piani di strato isolano blocchi da decimetrici a metrici, che potrebbero essere soggetti a ribaltamenti, scivolamenti planari e scivolamenti a cuneo. Attraverso l'analisi geologico-strutturale del costone, anche per il settore C sono stati individuati i principali sistemi di discontinuità presenti.



Il versante vede la presenza di una rete in aderenza, posizionata dal ciglio superiore fino al piede della parete senza interruzione. Essa segue la morfologia del fronte e si presenta a tratti ben posizionata, mentre in prossimità di punti aggettanti è stata installata a drappo e quindi con limitate capacità di trattenuta, ma solo di controllo della traiettoria; inoltre a luoghi sono stati osservati strappi. Gli ancoraggi sono stati realizzati nelle modalità più disparate, probabilmente senza un progetto definito. Non è stato possibile valutare la profondità raggiunta. Gli ancoraggi sono stati realizzati con maglia 2x6m, localmente con maglia 2x2m; su altri speroni rocciosi non sono stati realizzati interventi che ne potessero migliorare la stabilità, a parte la rete disposta, sovente, a drappo.

Il settore D è individuato dallo sperone roccioso che chiude a sinistra l'anfiteatro naturale sede dell'imbocco in progetto, sulla cui sommità è ubicato un fabbricato in muratura.

La litologia affiorante è costituita da dolomie triassiche tettonizzate e fratturate; l'ammasso è suddiviso in blocchi e blocchetti decimetrici, e più raramente metrici, con forte tendenza al dissesto. Per la sua interferenza con le sottostanti infrastrutture, l'area è stata in passato interessata da interventi di messa in sicurezza del costone. In riferimento a ciò che è stato appena espresso, analogamente al settore appena descritto, e considerando l'interferenza della parete sia con le attuali infrastrutture che con la strada in progetto, è necessario eseguire un'estesa e puntuale manutenzione dell'intervento esistente, attraverso disgaggio dei cunei instabili, ricucitura della rete laddove scucita, interventi integrativi di chiodatura dove la rete non è più in aderenza o dove sono stati individuati blocchi con alta propensione all'instabilità. Inoltre, alla luce della forte propensione al dissesto del costone in oggetto e considerando il rischio diretto ed indiretto che tale versante esercita sull'arteria stradale in questione, è stata prevista la realizzazione di barriere paramassi allo scopo di garantire un utilizzo in sicurezza del tracciato in progetto.

La caratterizzazione geomeccanica degli ammassi rocciosi per tutta l'area di pertinenza dell'imbocco è stata realizzata sulla base delle indagini di P.D. e di P.E.. In generale le indagini aggiuntive di progetto esecutivo hanno evidenziato una qualità dell'ammasso analoga e/o leggermente peggiorativa rispetto al P.D., l'ammasso roccioso è classificabile come "Scadente". Per tale ragione nei calcoli di stabilità si è ritenuto opportuno adottare un indice GSI variabile tra 35-40, come indicato da PE. Alla luce delle nuove indagini eseguite, la resistenza a compressione monoassiale è variabile da 20 a 30 MPa, a favore di sicurezza nei calcoli di stabilità si è utilizzato il valore minimo.

Come indicato dallo studio di dettaglio del 2010 commissionato dal Comune di Salerno e confermato dai sopralluoghi in loco, sulla parete sono presenti speroni rocciosi e blocchi instabili di dimensioni decimetriche e metriche. L'instabilità della parete è testimoniata dalla presenza al piede di una falda detritica, mascherata dalla presenza di una fitta vegetazione, la cui estensione è stata definita sulla base dei rilievi di campo. In corrispondenza dello sbocco del canale immediatamente sotto la SS18,



in corrispondenza della canna sinistra dell'asse in progetto, il detrito mostra una chiara morfologia a conoide.

Sulla base delle indagini di P.D. e di P.E. per la dolomia a bande stratificate si sono adottati i seguenti parametri, che considerano i valori medio – inferiori per le incertezze legate alla variabilità del grado di fratturazione dell'ammasso:

- $GSI = 35$
- $m_i = 7$
- $\sigma_c = 20 \text{ MPa}$
- $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$

Sulla base dei suddetti dati di partenza si sceglie di adottare per l'analisi di stabilità i seguenti parametri di resistenza:

- $c = 90 \text{ kPa}$
- $\phi = 55^\circ$

3.1.3. *Intervento di consolidamento previsto e fasi esecutive*

Alla luce della forte propensione al dissesto del costone in oggetto, così come appena descritto, e considerando il rischio diretto ed indiretto che tale pericolo morfologico esercita sull'arteria stradale in questione, sia in fase costruttiva che di esercizio, è stato previsto un intervento di consolidamento avente quale finalità l'utilizzo in sicurezza del tracciato in progetto.

A tale fine, a fronte di un diffuso e sistematico disgrego del versante roccioso, è prevista la messa in opera di chiodature passive autoperforanti in tutta la porzione alta del versante, non oggetto di operazioni di risagomatura (intervento di prima fase). L'azione puntuale dei chiodi è omogeneizzata sul versante attraverso reti in aderenza e funi che consentono la solidarizzazione della rete alla testa delle barre di consolidamento, ed hanno lo scopo di contenere eventuali distacchi localizzati di blocchi di roccia. In questo modo è possibile garantire la sicurezza delle maestranze durante le successive operazioni di cantiere.

Si procederà poi all'eliminazione della vegetazione e della coltre detritica, alla riprofilatura della parete rocciosa nella porzione inferiore, fino ad una quota di circa 20 m s.l.m.m., per poi raccordarsi al versante esistente, e all'installazione anche in questa zona di chiodi autoperforanti, reti in aderenza e funi (intervento di seconda fase).

Solo a questo punto, garantito un adeguato grado di sicurezza alla stabilità locale e globale del versante sia a breve che a lungo termine, si potrà procedere con la realizzazione delle dime di attacco e all'inizio delle operazioni di scavo ai fronti della galleria Cernicchiara.

Più in dettaglio, l'intervento di stabilizzazione prevede:

- Chiodatura dei versanti rocciosi mediante barre autoperforanti di acciaio cementate lungo foro, al fine di incrementare il grado di sicurezza delle pa-



reti rocciose nei riguardi dei fenomeni di instabilità corticali e mediamente profondi. Le barre presentano lunghezze variabili tra 12 m e 15 m, verranno installate con maglia 3x3 m e direzione circa perpendicolare al versante o inclinati di c.a. 15/20°. In testa a ciascuna barra è prevista una piastra di contrasto, che ne consente la connessione con reti e funi;

- Posa di pannelli contigui di reti in aderenza lungo tutti i versanti rocciosi di pertinenza, opportunamente sovrapposti ai bordi e collegati fra loro, al fine di evitare locali fenomeni di caduta di piccoli blocchi rocciosi;
- Solidarizzazione della rete alla testa delle barre di consolidamento mediante un reticolo di funi di acciaio, che hanno lo scopo di contenere distacchi localizzati di blocchi di roccia e ripartire lo sforzo sul maggior numero possibile di chiodature.

La sistemazione definitiva dell'area di imbocco, in ottemperanza alle prescrizioni dell'Autorità di Bacino, prevede un allungamento del tratto in artificiale fino al limite massimo ove le due carreggiate cominciano ad incrementare la loro larghezza per poter confluire nell'antistante rotatoria. Ciò ha comportato, rispetto alla prima stesura del progetto esecutivo, un prolungamento dell'artificiale di 11,19 m in carreggiata nord e di 0,80 m in quella sud. Inoltre per ridurre ulteriormente i rischi per la viabilità, si sono sostituiti i portali a becco di flauto con quelli a berretto di fantino. Come si può notare dal sottostante schema, il beneficio di tale provvedimento risulta sostanziale: infatti, con il portale a becco di flauto, la zona di rischio si estende per circa 8 m prima della progressiva finale del portale, con quello a berretto di fantino l'area protetta si estende invece per circa 4 m oltre tale limite. Pertanto, mantenendo la stessa progressiva di inizio del portale, tale sostituzione comporta una maggiore area protetta avente una estensione pari a ben 12 m. In pratica, con lo spostamento di progressiva sopra riportato, l'intervento comporta una lunghezza di protezione maggiore di 23,19 m in carreggiata nord e di 12,80 m in quella sud. A protezione passiva della viabilità è stata inoltre prevista la realizzazione di barriere paramassi estese fino ai possibili settori a rischio.

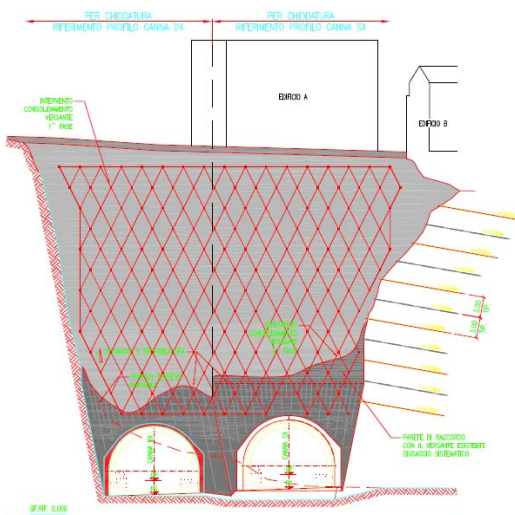


Figura 8: Interventi settore A

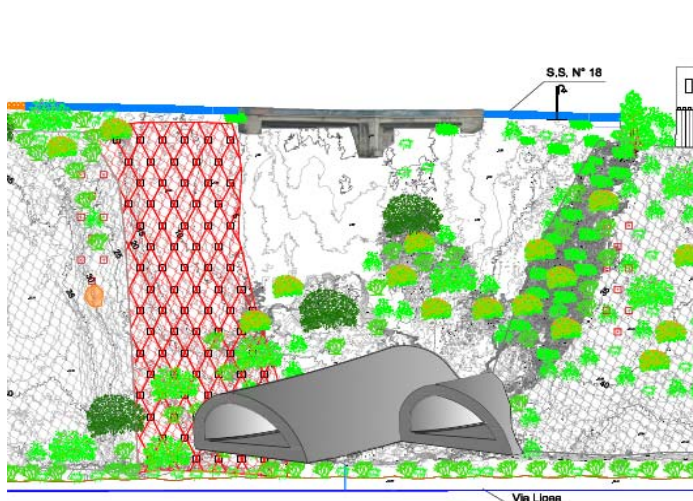


Figura 9: Interventi settore B

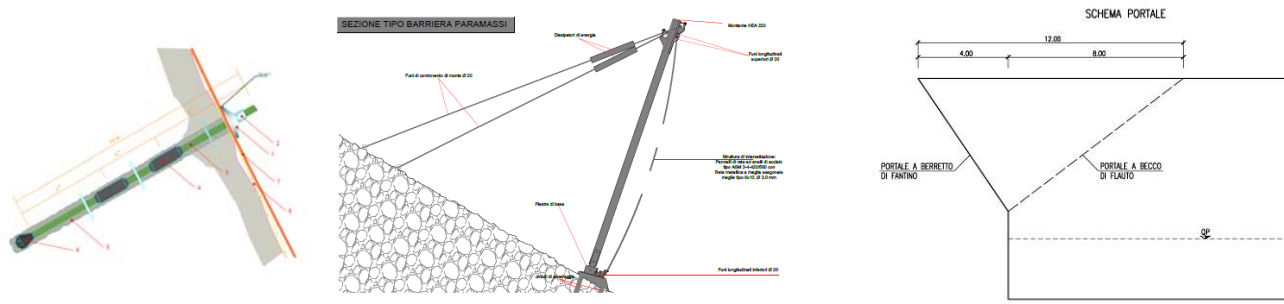


Figura 10: Particolari: chiodi – reti – Imbocco a berretto di fantino

L'area di pertinenza dell'imbocco, interessata dall'intervento di consolidamento di cui sopra, come detto è particolarmente urbanizzata, e presenta in particolare a monte dell'imbocco due edifici in muratura e l'impalcato della statale S.S.18 – Via Benedetto Croce. Tutte le operazioni di scavo, dunque, dovranno essere realizzate in modo tale da ridurre quanto possibile gli effetti indotti sulle preesistenze. A tal riguardo è previsto un monitoraggio topografico sistematico durante tutte le fasi di cantiere e durante lo scavo dei primi campi di avanzamento in galleria, volto a individuare eventuali interferenze dello scavo con i manufatti esistenti, in termini di vibrazioni e spostamenti indotti, che potrebbero determinare danni strutturali ai manufatti presenti a monte dell'imbocco. In tal modo il continuo monitoraggio delle mire topografiche consentirà di individuare in tempi brevi comportamenti anomali del versante roccioso, e tarare adeguatamente gli interventi progettuali previsti per rientrare all'interno di intervalli di deformazioni compatibili con la stabilità delle opere e delle preesistenze.

Parallelamente alle letture topografiche si procederà al regolare rilievo dello stato di integrità degli edifici presenti a monte dell'imbocco e dell'impalcato stradale.

Progettazione:

Inoltre, in corrispondenza delle barre auto perforanti, laddove l'interferenza tra la strada e la rupe è maggiore, potranno essere installate celle di carico toroidali, al fine di valutare l'effettivo tasso di lavoro.

3.2. Sistemazione idraulica

Nella Figura 11 è riportato uno stralcio della carta del Rischio Idraulico (coincidente con la carta delle Aree Inondabili) in corrispondenza del nodo Ligea.

Dalla figura si evince che la struttura stradale non presenta alcuna interazione con il reticolo idrografico definito dal PAI. Tuttavia, in corrispondenza dell'imbocco delle due gallerie, l'opera in progetto interseca un fosso di modeste dimensioni per le quali si è ritenuto di dover prevedere una sistemazione idraulica per evitare che le acque provenienti dal vallone a monte dell'imbocco possano interferire con la viabilità stradale.

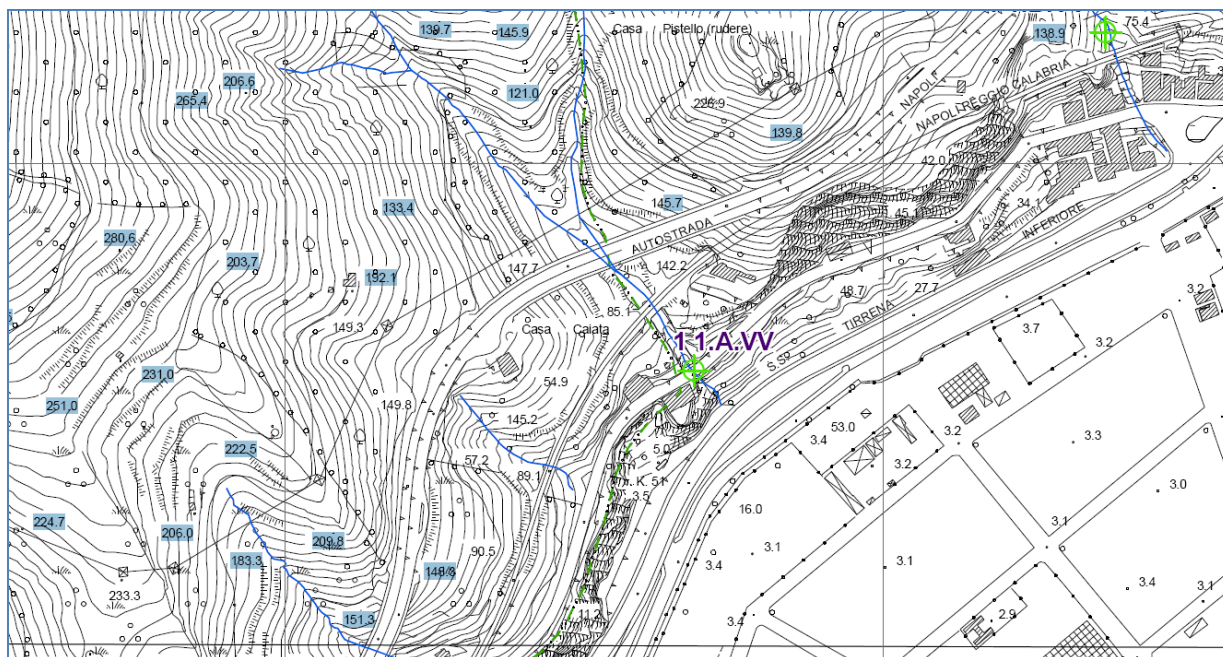


Figura 11: Stralcio planimetrico della carta del Rischio Idraulico

Si è quindi proceduto a delimitare il bacino idrico afferente a questo corso d'acqua e calcolare le portate con il metodo razionale, che con tempo di ritorno duecentennale risultano essere pari a circa $Q_{200} = 0.099$ mc/sec. Alla luce di questo risultato, si ritiene di non prevedere altra sistemazione oltre a quella di un sistema di fossi di guardia rivestiti 50x50cm, posti lungo le scarpate che sormontano gli imbocchi delle gallerie e collegati ai recapiti del sistema idraulico di piattaforma.

Progettazione:

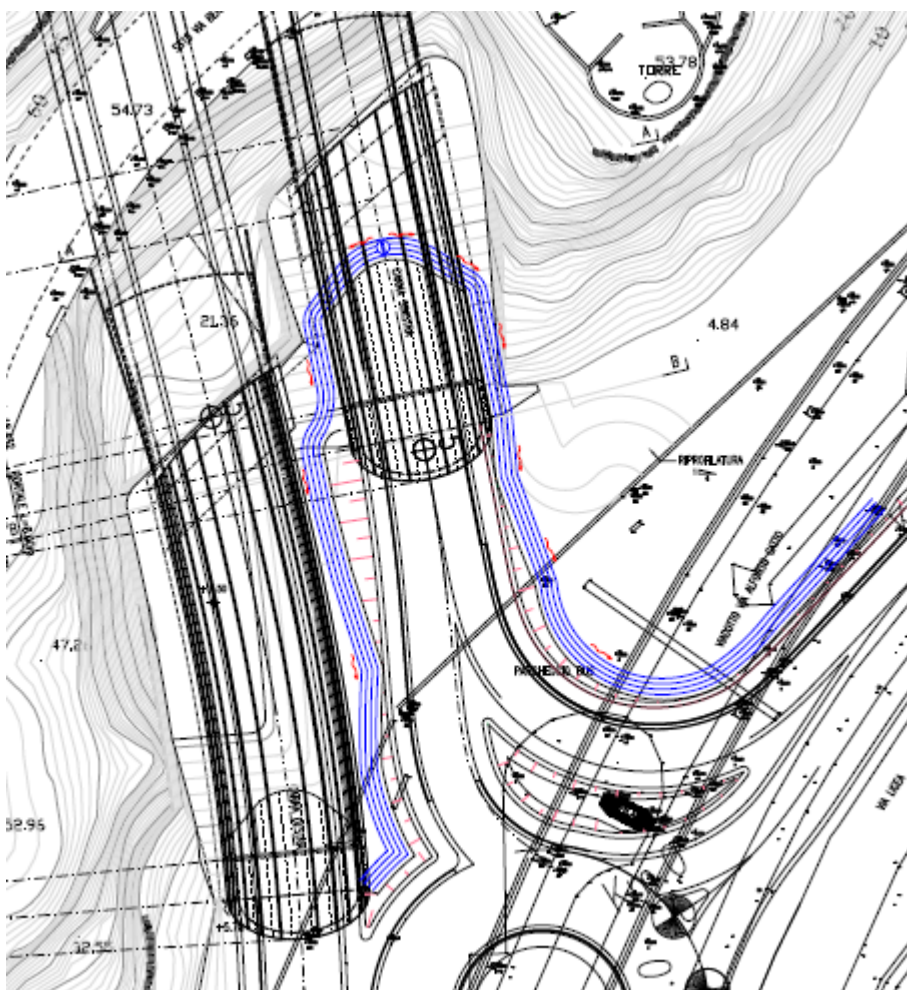


Figura 12: Fosso di guardia di progetto