

REVISIONE	DATA	NOTE
REV:1		

NUOVO IMPIANTO IDROELETTRICO DENOMINATO "**MERETA**" SUL TORRENTE SCRIVIA

PROVINCIA DI GENOVA
COMUNE DI ISOLA DEL CANTONE

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE:

Iniziative Imprenditoriali Italiane s.r.l.

VIA VITTORIO VENETO 11 - 15076 OVADA (AL)

N. 2

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

PROGETTAZIONE:

Dott. Geol. PAOLO PASTORINO

VIA VILLA SUPERIORE 46 - 15060 SILVANO D'ORBA (AL)

tel/fax +39-0143-841177 - email pastorino.p@libero.it

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
A.P. n. 523
STEFANO BRUZZONE
GEOLOGO
data iscr. 17-03-2005

OTTOBRE 2013

QUESTO DOCUMENTO E' DI PROPRIETA' DELLA SOCIETA' OVADAPROGETTI s.a.s. - OGNI RIPRODUZIONE DEVE ESSERE ESPRESSAMENTE AUTORIZZATA

di Michele Malfatti e Stefano Bruzzone
Studio Associato di Geologia

COMUNE DI ISOLA DEL CANTONE
Provincia di Genova

Progetto:

NUOVO IMPIANTO IDROELETTRICO DENOMINATO "MERETA" SUL TORRENTE SCRIVIA

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

Novembre 2012



Dott. Geol Stefano Bruzzone

Vico Sinope 19 R - 16155 Genova *e-mail mbgeo@tiscali.it* *C.F./P.IVA: 01932710997*
Tel./Fax 010.4075995
Cell. 333.2766761 - 348.9243743

INDICE

1 – *PREMESSA*
1.1 – Riferimenti normativi

2 – *METODOLOGIA DI STUDIO*

3 – *INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-FISICO*
3.1 – Quadro di sintesi del bacino del Torrente Scrivia

4 – *INQUADRAMENTO GEOLOGICO*
4.1 – Litostratigrafia
4.2 – Assetto strutturale generale

5 – *CARATTERI SISMICI GENERALI*
5.1 – Zonazione sismica
5.1.1 - PARAMETRI SISMICI

6 – *CARATTERI GEOMORFOLOGICI GENERALI*

7 – *LINEAMENTI IDROGRAFICI DEL BACINO DEL TORRENTE SCRIVIA E CARATTERI IDROGEOLOGICI DELL'AREA IN ESAME*

8 – *ANALISI DI DETTAGLIO DEL PROGETTO*
8.1 – Opera di presa sul Torrente Scrivia e canale di derivazione
8.2 – Fabbricato di centrale e canale di scarico

9 – *CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA/GEOTECNICA*
9.1 – Parametri geomeccanici dell'ammasso roccioso
9.2 – Parametri geotecnici dei materiali sciolti di copertura

10 – *VERIFICHE DI STABILITÀ*

11 – *CONCLUSIONI*

Elenco allegati

Allegato 1: "Carta della Zonizzazione Geologico Tecnica" (fuori scala)
Allegato 2: "Carta dei Dissesti" (fuori scala)
Allegato 3: "Carta Geologica" (scala 1:5000)
Allegato 4: "Carta Geomorfologica" (scala 1:2000)
Allegato 5: Cluster Analysis
Allegato 6: Profili di scabrezza
Allegato 7: Abaco R_L-q_c
Allegati 8: Test di Markland

1 – *PREMESSA*

Il presente elaborato illustra i risultati delle indagini geologiche e geomorfologiche svolte a corredo del progetto per la realizzazione di un impianto idroelettrico sul Torrente Scrivia, nei pressi di Località Mereta, nel territorio comunale di Isola del Cantone, in Provincia di Genova.

L'impianto idroelettrico in progetto prevede la captazione, grazie ad un nuovo manufatto di presa, a quota di 261.00 m s.l.m., delle acque superficiali del Torrente Scrivia, sfruttando una traversa già esistente, situata circa 130 m a monte del ponte carrabile che conduce dalla Strada Provinciale ex Statale 35 dei Giovi alla Frazione "Mereta", da cui l'impianto prende il nome; tali acque saranno quindi restituite al loro corso naturale circa 80 metri a valle della presa dopo aver compiuto un salto idraulico pari a circa 6.40 m.

Per ottenere il suddetto salto e renderlo sfruttabile senza interferire con le dinamiche di propagazione delle piene a monte e con la movimentazione del trasporto solido, si renderà necessario il posizionamento, sul coronamento della traversa esistente, di un tavolato in legno di altezza pari ad 1.00 m, facilmente removibile dalla corrente di piena.

All'interno del fabbricato di centrale, posto subito a valle dell'opera di presa, avverrà la trasformazione dell'energia potenziale dell'acqua in energia meccanica ed elettrica, mediante un gruppo turbina Kaplan e generatore elettrico.

L'energia prodotta dal generatore in bassa tensione verrà, poi, elevata a media tensione da un trasformatore elettrico ed immessa nella rete elettrica esistente.

L'acqua derivata all'opera di presa, dopo aver ceduto all'interno della turbina l'energia accumulata nel salto idraulico, verrà restituita al corso d'acqua con le medesime caratteristiche chimico-fisiche possedute all'opera di presa prima della captazione.

Uno schema sommario delle opere previste viene riportato di seguito:

- opera di presa del Torrente Scrivia, circa 130 m a monte del ponte lungo la strada comunale che conduce alla Frazione Mereta;
- fabbricato di centrale di produzione interrato, posto immediatamente a valle dell'opera di presa;
- opera di scarico e restituzione delle acque nel Torrente Scrivia, circa 80 m a valle della presa.

In base agli elaborati progettuali a disposizione, i nuovi manufatti saranno in gran parte interrati, così da limitare al massimo l'impatto ambientale dell'opera; per gli aspetti strettamente tecnici e progettuali si rimanda, comunque, agli elaborati scritti e grafici relativi al "Progetto Definitivo", redatti a cura della Ovadaprogetti S.a.s. – Via V. Veneto n. 11 – Ovada (AL).

Le presenti indagini sono state condotte allo scopo principale di evidenziare le situazioni di criticità geologica e geomorfologica, in modo da orientare correttamente le scelte progettuali e, ove necessario, indicare le soluzioni tecniche più opportune per la protezione e la messa in sicurezza dell'impianto e degli operatori durante l'esecuzione dei lavori.

Non potendo disporre di dati stratigrafici inerenti il sottosuolo lo studio si è basato unicamente su quanto riscontrabile in superficie, per mezzo del rilevamento di campagna e dall'analisi interpretativa di foto aeree.

1.1 - Riferimenti normativi

Relativamente alle procedure di Valutazione di Impatto Ambientale, ai sensi dell'allegato della **Legge Regionale n. 38 del 30 dicembre 1998**, *"Disciplina della Valutazione di Impatto Ambientale"*, **l'impianto in oggetto rientra tra quelli sottoposti a procedura di verifica**, in quanto impianto per la produzione di energia idroelettrica con potenza superiore ai 200 kW (punto 3g dell'allegato 3) e derivazione di acque superficiali che prevede derivazioni superiori a 200 litri al minuto secondo (punto 10h dell'allegato 3).

Con riferimento, poi, alle **Leggi 9/91 e 10/91** relative al *"Piano Energetico e relative Norme di Attuazione"*, l'**opera in oggetto costituisce un'opera di pubblico interesse e di pubblica utilità** ai sensi:

- **del comma 4, art. 1 della Legge 10/91** - *"l'utilizzazione delle fonti di energia rinnovabile, tra cui l'idroelettrica, è considerata di pubblico interesse e di pubblica utilità e le opere relative sono equiparate alle opere dichiarate indifferibili ed urgenti ai fini dell'applicazione delle leggi sulle opere pubbliche"*;
- **del comma 1, art. 12 del decreto legislativo 29.12.2003 n° 387** - "*le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, autorizzate ai sensi del comma 3, sono di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti*".

La **Legge Regionale 16/2008** *"Disciplina dell'attività edilizia"*, all'**art. 29** dettaglia le modalità per l'autorizzazione unica di produzione di energia alimentata da fonti rinnovabili.

Ai sensi del **comma 12**: *"il provvedimento finale a conclusione della conferenza dei servizi comporta […] l'approvazione delle varianti alla vigente disciplina urbanistico-edilizia e territoriale (lettera b) ed il rilascio di ogni altra autorizzazione, concessione, approvazione, parere e nulla osta necessari alla realizzazione ed all'esercizio delle infrastrutture energetiche"*. Inoltre ai sensi del **comma 14**: *"gli impianti sono da considerarsi ammissibili sotto il profilo urbanistico nelle zone classificate agricole"*.

L'impianto proposto risulta, inoltre, perfettamente in linea con le attuali indicazioni vigenti in merito allo sviluppo e potenziamento di fonti di energie alternative rinnovabili.

Il presente elaborato, infine, fa riferimento:

- alla **Verifica di compatibilità dello Strumento Urbanistico Generale con il Piano di Assetto Stralcio del Po** che, alla *Carta di Zonizzazione Geologico Tecnica* (cfr. stralcio cartografico fuori scala – *allegato 1*) inserisce la zona in studio in *"Zona **A** – Aree di tutela e rispetto dei maggiori corsi d'acqua",* al limite, per quanto riguarda il nuovo impianto in progetto, con la *"Zona **E** – Aree senza particolari problematiche geologiche";*
- alle Norme di Attuazione a corredo della "**Variante al Piano Territoriale di Coordinamento (PTC) Provinciale in attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del Fiume Po - Variante Bacini Padani (VBP)**" (PROGETTO del 23 marzo 2011: "*Variante al PTC della Provincia di Genova con valore ed effetti del Piano di Bacino per la parte del territorio provinciale compresa nel bacino del Fiume Po* - Accordo di Pianificazione ai sensi dell'art. 57 della L.R. 36/1997 tra Autorità di Bacino del Fiume Po, Regione Liguria e Provincia di Genova"), che alla *Carta dei Dissesti* (cfr. stralcio cartografico fuori scala – *allegato 2*) inserisce il comparto in esame in *"Zona **Ee**: Aree a pericolosità molto elevata"* per quanto riguarda esondazioni e dissesti di carattere torrentizio.

Secondo l'articolato normativo in attuazione del suddetto progetto, come meglio dettagliato nelle conclusioni del presente elaborato, al **comma 7** dell'**art. 6**, risulta che nelle aree Ee sono, tra l'altro, consentiti "*la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili e relativi impianti, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente, […]".*

2 – *METODOLOGIA DI STUDIO*

Le indagini si sono articolate nelle seguenti fasi di studio:

- ricerca bibliografica preliminare, finalizzata alla raccolta della documentazione geologica esistente (cartografie ufficiali dell'Autorità di Bacino del Fiume Po; Carta Tecnica Regionale; foto aerofotogrammetriche);
- rilevamento di campagna lungo il tracciato interessato dal progetto e su una porzione significativa di territorio circostante;
- rilievi geologici dei principali affioramenti rocciosi, per definire geometria ed assetto locale del substrato;
- rilievi geomorfologici dei principali processi erosivi e di modellamento superficiale;
- analisi delle situazioni di pericolosità geologica-geomorfologica interferenti con le opere in progetto ed indicazione dei possibili interventi di mitigazione/sistemazione.

Il lavoro di campagna è stato svolto sia in base alla cartografia geologica reperita nel corso della ricerca bibliografica preliminare, sia in base a rilievi svolti su scale comprese tra 1:5.000 e 1:2.000.

3 – *INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-FISICO*

Il territorio comunale di Isola del Cantone si estende per circa 48 km^2, comprendendo il bacino del Torrente Scrivia, elemento drenante principale della vallata, nel suo ultimo tratto montano prima della pianura, la parte bassa del bacino del Torrente Vobbia e l'intero bacino del Rio Borlasca, affluenti, rispettivamente, di destra e di sinistra dello stesso Scrivia.

L'estremo settore nord-orientale del comparto in esame, inoltre, racchiude il versante sinistro del Rio Bovegna e l'alto bacino del Torrente Spinti.

Il territorio comunale confina in tre direzioni (ovest, nord ed est) con la Regione Piemonte, attraverso le culminazioni di Monte Zuccaro, Monte Lusci, Monte Magone, Monte Eremita e Bric delle Camere, nei pressi del Rio Bovegna; a sud-est, invece, il Comune di Isola del Cantone confina con il Comune di Vobbia, in Provincia di Genova, tramite le pendici di Costa dei Ronchi – Ponte di Zan, mentre verso sud si estende lungo l'allineamento Monte Reale, Costa Confine, Monte Relin, Rio San Rocco.

Si tratta del Comune più a nord della Liguria, il cui nucleo abitato sorge sul versante padano dell'Appennino, proprio alla confluenza del Torrente Vobbia nello Scrivia, a circa 40 km da Genova. La maggior altitudine si registra al Bric delle Camere (1.016 metri),

mentre il punto più basso si ha nella Frazione Pietrabissara (230 metri), in corrispondenza del greto del torrente.

Il territorio comunale è costituito, oltre il capoluogo, dalle dieci frazioni di Borlasca, Creverina, Griffoglieto, Marmassana, Mereta (il centro abitato più settentrionale della Liguria), Montecanne, Montessoro, Pietrabissara, Prarolo e Vobbietta, e conta circa 1500 abitanti.

Come si evince da quanto precedentemente riportato, l'ambiente che caratterizza il Comune di Isola del Cantone è di natura prevalentemente montana, ricco di boschi ed antichi borghi rurali. Il fondo valle è percorso da grandi vie di comunicazione, che collegano il paese alle più importanti città del Nord Italia tramite l'Autostrada A7 Genova-Milano, la linea ferroviaria Genova-Torino e la Strada Provinciale ex Statale 35 dei Giovi.

Isola del Cantone ha fatto parte della Comunità Montana Alta Valle Scrivia fino al 1º gennaio 2009, quando, con la disciplina di riordino delle comunità montane, regolamentate con la Legge Regionale n° 24 del 4 luglio 2008 ed in vigore dal 1º gennaio 2009, il comune è stato incluso nella "Comunità Montana Valli Genovesi Scrivia e Polcevera", avente delega regionale alle funzioni amministrative in materia di agricoltura, sviluppo rurale, foreste e antincendio boschivo. Dal 1° maggio 2011, con la soppressione delle comunità montane liguri, le sopraelencate funzioni sono ritornate in capo alla Regione Liguria.

L'economia comunale si basa soprattutto sull'attività agricola, industriale (settore elettrotecnica e metalmeccanico) e sul turismo, mentre nel passato era sviluppata la produzione della calce e, a tal proposito, nella Frazione di Creverina è ancora oggi ben conservata la struttura dell'antica fornace in mattoni.

La Frazione di Mereta *(foto 1)*, presso cui verrà realizzata la nuova centrale idroelettrica in oggetto e da cui la stessa prende il nome, dista circa 3.2 chilometri dal capoluogo del Comune di Isola del Cantone cui essa appartiene, sorge a 300 metri sul livello del mare e conta circa 60 abitanti.



Foto 1 *– Panoramica di Frazione Mereta*

Nella Carta Tecnica della Regione Liguria (cfr. *Tavola 2* degli elaborati progettuali a corredo del *"Progetto Definitivo"*) l'areale d'interesse è rappresentato dall'elemento n. *195120*.

Il sito in studio si può raggiungere dalla barriera autostradale di Isola del Cantone procedendo in direzione nord lungo la Strada Provinciale ex Statale 35 dei Giovi per circa 4.5 km, dove, sulla destra, si segue l'indicazione che, tramite un ponte carrabile sul Torrente Scrivia, conduce a Località Mereta. Dal ponte, rivolgendo lo sguardo verso destra (direzione est), si può osservare, circa 130 m a monte, la traversa sul Torrente Scrivia in studio *(foto 2)*, oggi direttamente raggiungibile dalla sponda idrografica sinistra, tramite un tratto di strada asfaltata, chiusa al transito veicolare da una sbarra, che si diparte sulla destra della Strada Provinciale ex Statale 35 dei Giovi, circa 700 m prima del ponte di cui sopra *(foto 3)*.



***Foto 2** – Torrente Scrivia (vista dal ponte sulla strada comunale per Frazione Mereta).*

Nel tratto in esame le aree urbanizzate sono costituite, essenzialmente, da alcuni capannoni industriali, almeno in parte dismessi, posti in sponda destra del Torrente Scrivia, immediatamente a sud dell'Autostrada A7 Genova-Milano che qui corre, a sua volta, subito a sud del nucleo abitato di Mereta.



Foto 3 *– Strada privata di accesso alla traversa, in sponda sinistra idrografica.*

Il bacino dello Scrivia, per quanto attiene all'area d'interesse, è caratterizzato da un regime pluviometrico di tipo sub-litoraneo appenninico. L'andamento delle precipitazioni presenta un minimo assoluto estivo in corrispondenza del mese di luglio; in seguito l'afflusso aumenta regolarmente fino al raggiungimento del valore massimo assoluto autunnale (mese di ottobre), per poi presentare alcune oscillazioni ed un eventuale secondo "picco" in gennaio e/o marzo.

Le punte autunnali hanno valori medi mensili dell'ordine dei 200 mm, quelle primaverili di circa 100-150 mm, mentre i minimi estivi hanno valori medi mensili dell'ordine dei 50 mm.

3.1 - Quadro di sintesi del bacino del Torrente Scrivia

Alla chiusura in esame della nuova opera di presa, in sponda destra del Torrente Scrivia, il bacino del corso d'acqua presenta le seguenti caratteristiche:

PUNTO DI PRESA:

- corso d'acqua sotteso: Torrente Scrivia;
- ubicazione: Comune di Isola del Cantone;
- area bacino imbrifero alla chiusura opera di presa: 279 km^2;

- quota massima: 1.406 m s.l.m. (Monte Prelà);
- quota sezione di chiusura opera di presa: 261 m s.l.m.;
- lunghezza asta principale del torrente alla chiusura opera di presa: 36.7 km;
- coordinate Gauss-Boaga: N 4.945.552 m/E 1.495.401 m.

In corrispondenza del punto di restituzione, posto circa 80 m a valle dell'opera di presa, il bacino del Torrente Scrivia presenta le seguenti caratteristiche:

PUNTO DI RESTITUZIONE:

- corso d'acqua sotteso: Torrente Scrivia;
- ubicazione: Comune di Isola del Cantone;
- area bacino imbrifero alla chiusura locale centrale: 279 km^2
- quota massima: 1.406 m s.l.m. (Monte Prelà);
- quota sezione di chiusura alla restituzione: 254.45 m s.l.m.;
- lunghezza asta principale del torrente alla chiusura al punto di restituzione: 36.8 km
- coordinate Gauss-Boaga: N 4.945.561 m/E 1.495.331 m.

Per la dettagliata trattazione degli aspetti idraulici si rimanda, comunque, agli elaborati scritti e grafici redatti a cura della Ovadaprogetti S.a.s. relativi al "Progetto Definitivo".

4 – *INQUADRAMENTO GEOLOGICO*

L'Appennino Settentrionale, esteso da Genova all'allineamento tettonico Anzio-Ancona, è una catena a falde di ricoprimento, risultante da una complessa storia evolutiva polifasata, che origina dalla deformazione terziaria di un settore del paleomargine continentale della microplacca Adriatica prospiciente l'Oceano Ligure-Piemontese.

La convergenza tra la placca Europea e la placca Adriatica ha causato, inizialmente, la subduzione della crosta oceanica interposta e, in seguito, la collisione tra le due placche.

La catena appenninica è costituita da una successione di domini paleogeografici, ognuno dei quali caratterizzato da una propria successione stratigrafica ed una sua storia evolutiva. Considerando le rocce che affiorano nell'Appennino Settentrionale, tra Liguria ed alta Toscana, si possono riconoscere due principali domini: ad ovest il Dominio Ligure

(Dominio Interno), caratterizzato da un substrato di crosta oceanica, corrispondente all'antico Bacino Ligure-Piemontese, e ad est il Dominio Toscano (Dominio Esterno), con substrato costituito da crosta continentale, corrispondente al paleomargine continentale africano (Adria). Le rocce del Dominio Ligure sono chiamate Unità Liguri o Liguridi (a loro volta distinte in Liguridi interne ed esterne) e nel corso della loro storia geologica sono state scollate dal substrato oceanico di età giurassica (Unità alloctone) e traslate per centinaia di chilometri fino a ricoprire estesamente le rocce del Dominio Toscano. Queste ultime (Unità Toscane, Falda Toscana) si depositarono a partire dal Triassico superiore (circa 200 MA) e non abbandonarono il loro substrato originario (Unità autoctone). In una zona intermedia, di transizione tra il Dominio Ligure e quello Toscano, si sedimentò l'Unità di Canetolo (Dominio Subligure). Al di sopra di questo "substrato antico" (pre-pliocene) si sedimentarono i depositi continentali "recenti" (depositi epitoscani plio-quaternari) rappresentati principalmente dalla successione fluvio-lacustre e dai depositi alluvionali terrazzati.

- Il ***Dominio Ligure*** è rappresentato da varie Unità Tettoniche, i cui depositi comprendono relitti di basamento oceanico e la relativa copertura sedimentaria. Le Unità Liguri si suddividono, a loro volta, in "Ligure Interno" e "Ligure Esterno". Le Unità del primo gruppo hanno un carattere tipicamente oceanico, mentre le seconde passano da caratteri transizionali oceano-continente (Unità occidentali) a caratteri puramente continentali (Unità orientali).

- Il ***Dominio Sub-Ligure***, rappresentato dall'Unità di Canetolo, è una successione sedimentaria profondamente tettonizzata presumibilmente depositatasi in una zona di transizione tra la crosta oceanica ligure e il margine passivo adriatico.

- Il ***Dominio Toscano*** è rappresentato da tre successioni differentemente deformate: *1. Dominio Toscano Interno* (Falda Toscana non metamorfica) con termini non metamorfici di età variabile dal Trias superiore all'Oligocene superiore; *2. Dominio Toscano Esterno* (Complesso Metamorfico Toscano, rappresentato, tra l'altro, dall'Autoctono delle Alpi Apuane), con metamorfismo in facies scisti verdi, che comprende sia terreni di copertura mesozoica e terziaria, sia formazioni paleozoiche del basamento ercinico; *3. l'Unità di Massa*, tettonicamente interposta tra la Falda Toscana e l'Autoctono delle Alpi Apuane, costituita da termini paleozoici e del Trias inferiore e medio, che dovrebbe rappresentare il substrato della Falda Toscana. La successione mostra l'evoluzione del margine continentale passivo della placca Adria.



Figura 1 *- Schema tettonico dell'Appennino Ligure-Emiliano.*

La catena appenninica è stata, quindi, costruita dall'impilamento verso oriente di queste Unità tettoniche, cui va aggiunto, spingendosi verso est, il ***Dominio Umbro-Marchigiano****,* che rappresenta l'elemento più esterno della catena ed è costituito da una successione sedimentaria depositatasi su crosta di tipo continentale appartenente alla placca Adria e scollata al livello delle evaporiti. Le Unità più interne del Dominio Ligure, di cui fa parte la zona in studio, costituiscono le Unità tettonicamente più elevate, mentre le Unità più esterne occupano le posizioni inferiori.

Nel bacino del Torrente Scrivia, direttamente interessato dal progetto in epigrafe, affiorano litotipi riferibili all'Unità Gottero ed all'Unità Antola, entrambe appartenenti alle Liguridi e costituite da successioni torbiditiche in prevalenza marnoso-calcaree (Antola), arenacee (Gottero), o a dominante argillosa, in ogni caso molto deformate.

Come precedemente riportato, tali deformazioni evidenziano il sovrapporsi di diverse fasi plicative, di cui le più significative, nel tratto in esame, testimoniano una prima fase di convergenza tra le placche verso sud ed ovest e una seconda fase verso nord-est, alle quali, peraltro, va ricondotto l'andamento del Torrente Scrivia e dei suoi tributari Vobbia e Borbera.

La parte più a monte del bacino, individuata dai Torrenti Laccio e Pentemina, dalla cui confluenza presso l'abitato di Montoggio nasce il Torrente Scrivia, è dominata dall'affioramento del "Flysch del Monte Antola"; litologicamente si tratta di successioni torbiditiche, in prevalenza marnoso-calcaree, talora organizzate in potenti bancate e spesso deformate da fenomeni tettonici. I Flysch dell'Appennino Settentrionale sono il risultato della sedimentazione, avvenuta tra l'Oligocene ed il Pliocene, nell'"Avanfossa Appenninica". Con l'Oligocene, in Appennino Settentrionale inizia la formazione della catena, preceduta dall'identificazione dell'avanfossa. La storia sedimentaria è, da questo momento, legata ad una lunga fase deformativa, che interessa tutto l'Appennino ed é correlata in ampia misura con la rotazione del "Blocco Sardo-Corso", prima, e della sola penisola, poi.

Nella porzione centrale del bacino dello Scrivia, invece, indicativamente racchiusa tra le vette del Monte Maggio, a sud, e dei Monti Reale e Cravi, rispettivamente a nord-ovest e nord-est, si registra l'affioramento dei "Conglomerati di Savignone" (Oligocene), costituenti la porzione basale delle successioni del Bacino Terziario Piemontese (B.T.P.).

La porzione di bacino, approssimativamente compresa tra gli abitati di Casella e Ronco Scrivia, è attraversata, a sua volta, da tre fasce allungate in direzione NNE-SSO e costituite, procedendo da est verso ovest, dalle Argilliti di Montoggio, dalla Formazione di Ronco e dalle Argilliti di Montanesi.

L'area di bacino confinante con la Provincia di Alessandria ed approssimativamente compresa tra il Monte Poggio, il Passo dei Giovi e Loc. Case Banchetta, risulta caratterizzata dalla presenza di terreni appartenenti alla Formazione delle Argilliti di Mignanego e a quella delle Argille a Palombini del Passo della Bocchetta.

Infine, sempre al confine con la Provincia di Alessandria, tra i Comuni di Ronco Scrivia ed Isola del Cantone, affiorano estesamente i Conglomerati della Formazione di

Molare (Oligocene), che si differenziano da quelli di Savignone soltanto per la natura dei ciottoli e che occupano gran parte del bacino in sponda sinistra del Torrente Scrivia.

4.1 – Litostratigrafia

Le formazioni rocciose che caratterizzano geologicamente il tratto del Torrente Scrivia in cui risulta inserita la traversa in esame, ben osservabili nel sito d'interesse grazie anche all'incisione operata dallo stesso Torrente Scrivia, sono interamente riferibili all'*Unità del Flysch dell'Antola*, appartenente, a sua volta, alle *Unità Liguri* e sono di seguito descritte (*cfr. Figura 2* - stralcio *"Carta Geologica d'Italia – Foglio 82: GENOVA" e "Carta Geologica" in scala 1:5000 – allegato 3*).

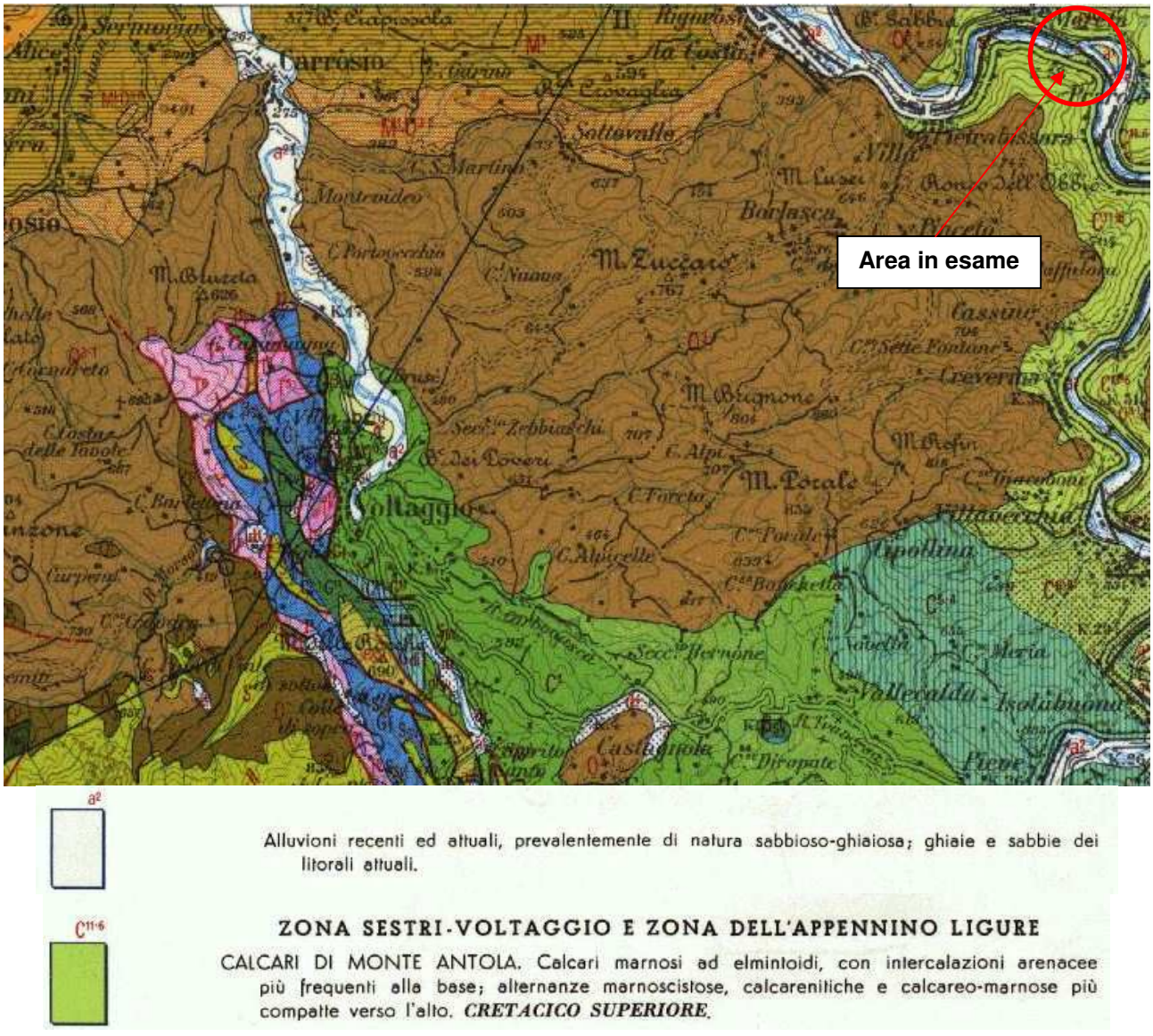


Figura 2 *– Carta Geologica d'Italia - Foglio 82: GENOVA (fuori scala).*

• *ARGILLITI DI MONTOGGIO*

Non direttamente rilevate nel sito puntuale d'intervento, ove presenti sono rappresentate da argilliti grigio scuro in lamine millimetriche, con intercalazioni siltoso-arenacee di spessore anche decimetrico. Nel territorio esaminato, in generale, questa formazione affiora lungo un allineamento a direttrice circa NO-SE, seguendo il nucleo di un'anticlinale ad assi sub-orizzontali, dislocati lungo la stessa direzione e debolmente immergenti ed ondulati.

• *CALCARI MARNOSI DI MONTE ANTOLA*

Estesamente affioranti su entrambe le spalle della traversa in oggetto e per un lungo tratto soprattutto a valle della stessa ed in alveo del Torrente Scrivia (*foto 4-5-6*), sono diffusamente distribuiti in tutto il territorio comunale di Isola del Cantone. Queste rocce presentano marcati caratteri di deposito flyschoide e sono rappresentate da sequenze di vari litotipi.

- calcareniti – arenarie calcaree di colore grigio cupo, se sane, a tipica frattura concoide, presenti sovente in banchi da pluridecimetrici a metrici;
- marne calcaree e calcari marnosi – si presentano in banchi più o meno potenti e sono il litotipo prevalente della sequenza flyschoide.

In alternanza coi due litotipi sopra descritti si possono localmente avere livelli argillitico-marnosi fogliettati e di colori grigio scuro-nerastro.



Foto 4 *– Affioramento del substrato roccioso sulle due sponde del T. Scrivia, presso la traversa in esame.*



Foto 5 *– Affioramento del substrato roccioso in sponda sinistra ed in alveo del T. Scrivia, immediatamente a valle della traversa in esame.*

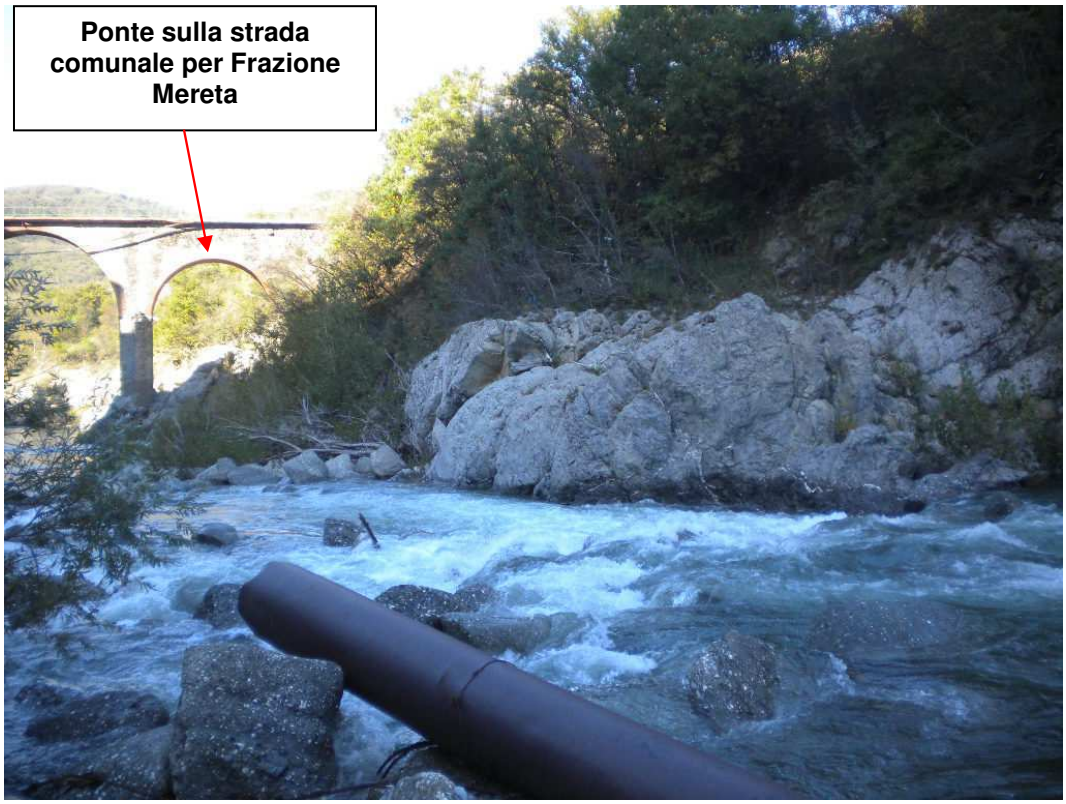


Foto 6 *– Affioramento del substrato roccioso in sponda destra del T. Scrivia, immediatamente a valle della traversa in esame.*

• *DEPOSITI ALLUVIONALI, COLTRI ELUVIO-COLLUVIALI E DETRITO DI FALDA*

Poco a monte della traversa in studio, in sponda sinistra del Torrente Scrivia, e poco a valle della stessa in sponda destra, dove verrà inserito il nuovo fabbricato di centrale, al di sopra delle unità di substrato si estendono materiali alluvionali di spessore limitato, solitamente costituiti da ciottoli calcarei grossolani eterometrici, con sabbie e rari livelli limoso-argillosi (*foto 7-8*). Localmente, come nel caso dell'area golenale in sponda sinistra dello Scrivia a monte della traversa, tali materiali si accompagnano a coltri eluvio-colluviali e/o a fasce detritiche pedemontane. Nel tratto in studio tali materiali di copertura sono per lo più caratterizzati dalla presenza di ciottoli e trovanti derivanti dal disfacimento dei calcari marnosi.



Foto 7 *– Depositi alluvionali attuali e coltri eluvio-colluviali e/o detritiche a monte della traversa esistente, in sponda sinistra.*



Foto 8 *– Depositi alluvionali attuali grossolani a valle della traversa esistente, in sponda destra.*

4.2 - Assetto strutturale generale

Nell'Oligocene la storia della Tetide occidentale come bacino oceanico si era ormai conclusa; la placca Europea e quella Africana erano arrivate ormai alla collisione (Eocene), la catena alpina era già formata e l'oceano era verosimilmente ormai chiuso. La storia orogenica dell'Appennino si deve quindi allacciare alla storia del Mediterraneo occidentale e, in particolare, all'apertura del Bacino delle Baleari e del bacino del Tirreno.

La struttura attuale dell'Appennino settentrionale deriva dalla sovrapposizione, iniziata nel Miocene, di strutture distensive, con stile molto differente e dipendente dal livello strutturale in cui si sono sviluppate, su strutture compressive databili al Cretaceo-Oligocene.

Tra il Trias superiore ed il Miocene inferiore, la forte subsidenza del margine continentale africano (Placca Apula o Adria) provocò la sedimentazione di quella che oggi conosciamo come Falda Toscana, che inizia con sedimenti dolomitico-evaporitici, per poi proseguire con una sedimentazione calcarea e calcareo-pelagica fino a facies silico-radiolaritiche, indice dell'apertura dell'Oceano Ligure-Piemontese; la serie viene poi chiusa da una torbidite arenacea (Macigno). Lo stadio iniziale dell'evoluzione dell'Oceano Ligure-Piemontese è rappresentato dalle ofioliti, abbondantemente presenti nelle Liguridi Interne assieme alle relative coperture sedimentarie di acque profonde (Diaspri, Calcari a Calpionelle e Argille a Palombini), seguite da potenti torbiditi arenacee (Scisti della Val Lavagna e Arenarie del Gottero). Per le Liguridi Esterne, completamente scollate dal substrato, l'elemento più caratteristico sono i complessi basali prevalentemente argillitici, con intercalazioni di masse ofiolitiche.

A partire dal Cretaceo inferiore e fino all'Eocene medio, prese avvio una fase tettonica compressiva, nota in letteratura come "fase ligure", che coinvolse la crosta oceanica del Bacino Ligure-Piemontese e la sua copertura detritica, con raccorciamenti, formazione di pieghe isoclinali e falde di ricoprimento. Al termine dell'Oligocene, il regime tettonico compressivo, poi culminato nel Miocene superiore, determinò la collisione dei margini continentali Sardo-Corso e della placca Adria, causando sia l'impilamento delle falde derivanti dai domini paleogeografici epicontinentali, sia l'accavallamento su queste delle Unità Liguri, con conseguente sviluppo del metamorfismo del margine continentale dell'Adria. In letteratura questa fase tettonica è conosciuta come "fase toscana" o "fase D1 apuana".

L'edificio strutturale così formato, viene poi tagliato da linee trasversali ad andamento anti-appenninico, attribuite, in letteratura, sia a fenomeni di trascorrenza in

regime compressivo, sia ai movimenti di traslazione che hanno portato le Unità Liguri ad accavallarsi sul Dominio Toscano; non è esclusa, peraltro, una loro riattivazione neotettonica.

La fase tettonica compressiva ha agito sull'Appennino settentrionale fino al Tortoniano superiore, dopodiché sono iniziati i processi distensivi, in concomitanza con l'apertura del Tirreno ed in conseguenza dei processi di assottigliamento ed affondamento della crosta ispessita dalla collisione.

Durante la fase tettonica distensiva le precedenti strutture compressive (pieghe anticlinali e sinclinali), originatesi per il raccorciamento della crosta terrestre, vengono dislocate da un complesso sistema di faglie dirette. Spesso i movimenti lungo piani di faglia si riscontrano nella forma stessa della rete idrografica, soprattutto dove le linee di frattura intersecano gli alvei di alcuni corsi d'acqua.

Al termine della fase distensiva, assistiamo ad un sollevamento differenziale ed al basculamento dei blocchi, svincolati dall'intersezione dei fasci di faglie a direzione appenninica con quelle anti-appenniniche, con conseguente approfondimento del reticolo idrografico e forte incremento dell'energia del rilievo, sia direttamente, ossia in corrispondenza dei versanti di faglia, sia indirettamente, come conseguenza della ripresa dei fenomeni erosivi.

Il regime estensionale in Appennino, tuttavia, continua ad agire tuttora, come dimostra, molto probabilmente, l'attività sismica che di recente ha colpito l'Emilia Romagna.

Nel territorio comunale di Isola del Cantone, l'assetto tettonico risulta piuttosto complesso, soprattutto a causa della presenza di litotipi con caratteristiche geomeccaniche fortemente differenti.

Il motivo tettonico più evidente è riconducibile ad una grossa piega anticlinale sviluppata nei Calcari di Monte Antola e caratterizzata dall'affioramento, al suo nucleo, delle Argilliti di Montoggio. Tale struttura presenta assi orientati indicativamente in direzione NO-SE ed è morfologicamente controllata dal suo nucleo argillitico, come testimoniato da una fascia a bassa pendenza e caratterizzata dalla presenza di coltri, estesa da Case Baro, all'estremità NO del territorio comunale, a Case della Loa, immediatamente a valle dell'abitato di Località Griffoglieto.

L'affioramento dei litotipo argillitici risulta limitato e discontinuo per l'alto grado di alterabilità della rocce in questione e per la loro conseguente propensione a produrre coltri eluvio-colluviali, che ne obliterano l'effettiva estensione.

La tettonica fragile, sviluppata con faglie e fratture a direttrici principali ONO-ESE e NNO-SSE, anche nella zona in studio esercita una fondamentale influenza, a grande scala, sull'impostazione del reticolo idrografico. Clari e Ghibaudo (1983), ad esempio, identificano una faglia, sviluppata a valle del territorio comunale proprio secondo la prima delle suddette direttrici, che ribassa il lato orografico destro della Valle Scrivia, rispetto al sinistro.

Si registra, poi, nell'ambito comunale di Isola del Cantone, l'esteso affioramento di conglomerati di origine marina, trasgressivi e in discordanza angolare con il substrato a letto, costituito, principalmente, dalla Formazione dei Calcari di Monte Antola o, localmente, dalla Formazione delle Argilliti di Pagliaro. Lo stato di fratturazione, molto pronunciato e costantemente rilevabile, denuncia gli stress indotti dai rapporti geomeccanici tra i corpi conglomeratici, estremamente rigidi, ed il substrato pre-oligocenico, più o meno deformabile.

Presso Località Borlasca, infine, è presente una lente di marne, messa in posto da un sistema tettonico, oggi evidenziato dai salti morfologici che caratterizzano i profili del versante.

5 – *CARATTERI SISMICI GENERALI*

L'Appennino nord-occidentale è caratterizzato da una moderata sismicità che, per quanto riguarda la Liguria, interessa l'estremo levante, in Provincia di La Spezia, risparmiando, invece, la Provincia di Genova, caratterizzata, sostanzialmente, da un basso rischio sismico (*Figura 3).*

La sismicità dell'Appennino nord-occidentale risulta di fatto concentrata, principalmente, lungo le zone di accavallamento frontale del margine appenninico stesso, secondo una fascia con direttrice appenninica, che dalla zona di Varzi, in Provincia di Pavia, si estende, praticamente senza soluzione di continuità, fino a Borgotaro, in Provincia di Parma ed alla Lunigiana, in Toscana, proseguendo ancora verso le strutture del "graben" della Garfagnana, sempre in Toscana. Tuttavia, si riscontrano allineamenti di terremoti distribuiti anche in corrispondenza di lineamenti trasversali, apparentemente disposti a collegare le due fasce longitudinali precedenti.

Eventi sismici, sia a carattere di singoli episodi di media intensità, sia di sequenze sismiche estese nel tempo, sono documentati, nella suddetta area, a partire dall'anno 1000.

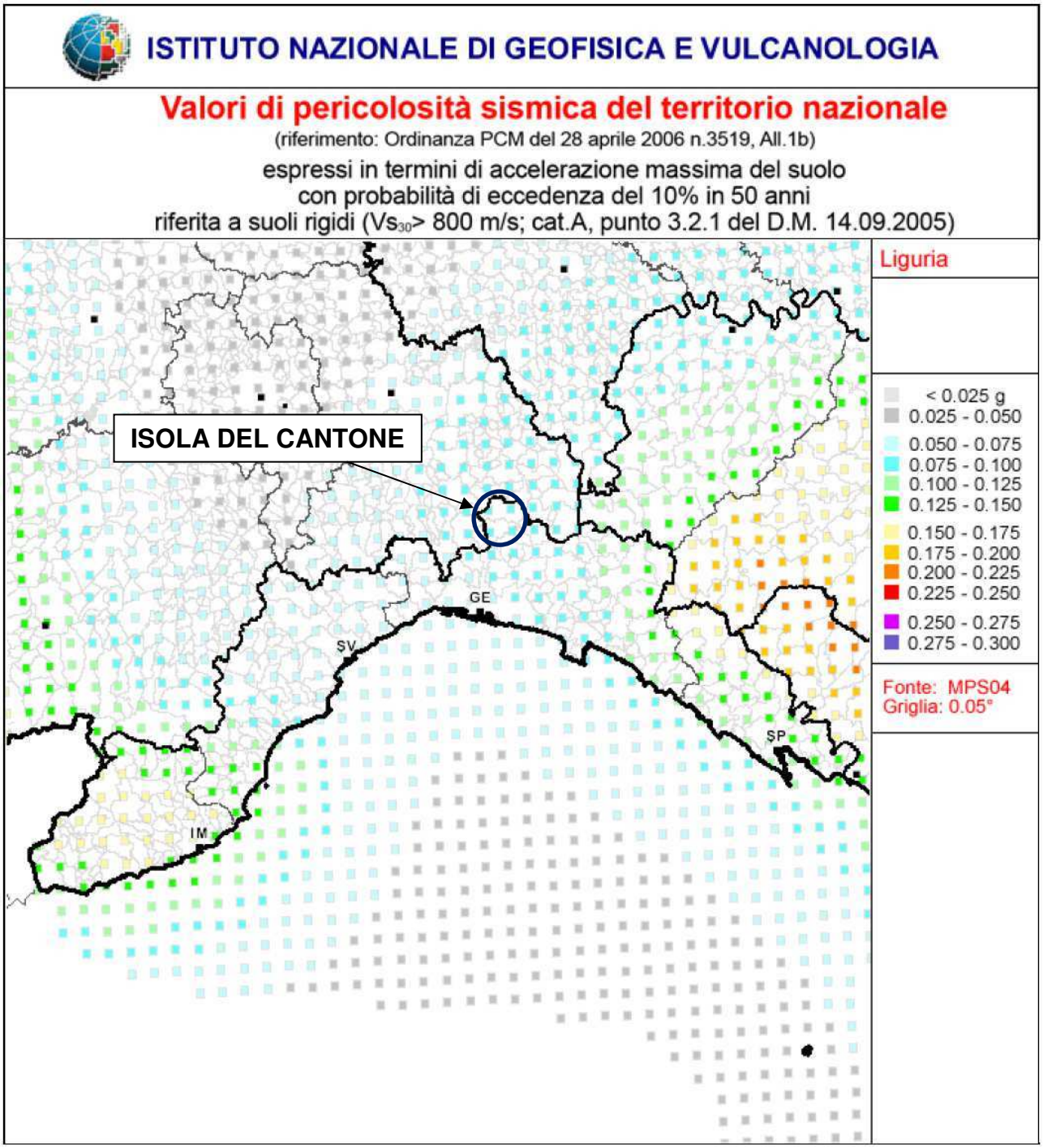


Figura 3 *– Pericolosità sismica del territorio nazionale (INGV).*

In circa un millennio sono state registrate poco più di venti scosse d'intensità VII MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg) o superiore; la massima intensità (VIII MCS, corrispondente, all'incirca, ad una magnitudo di 5,2 sulla scala Richter) si registrò durante i terremoti di Parma-Piacenza (1438), Stazzano (1541), Borgotaro (1545), Godiasco-Varzi (1828 e 1945), della Cisa (1834 – sequenza sismica) e di Parma (1971 – sequenza sismica). Significative sono state alcune sequenze sismiche, tra cui si ricordano quelle

dell'alta Val di Taro (1849-1850), di Bedonia-Varese Ligure (1927-1929) con oltre 300 scosse, di Bedonia-Borgotaro (ottobre-novembre 1982) con circa 200 scosse.

Revisioni e ricollocazioni storiche, nonché l'attivazione di una rete sismica regionale, integrata con quella nazionale, hanno consentito di distinguere, nell'Appennino nord-occidentale, aree a differente regime sismico per quanto riguarda, in particolare, la frequenza degli eventi, la loro intensità e la profondità di origine. Dagli studi eseguiti, è emersa una sostanziale stabilità nel tempo delle zone sismogenetiche.

In considerazione della sismicità storica e degli aspetti neotettonici generali, precedentemente descritti, la legislazione nazionale in materia sismica (**Ordinanza del P.C.d.M. n° 3274 del 20/03/2003** - *"Primi elementi in materia di criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale"* e successive modifiche e integrazioni), recepita dalla Regione Liguria con il **D.G.R. 1362 del 19.11.2010** - *"Aggiornamento della classificazione sismica della Regione Liguria"*, ha classificato il Comune di Isola del Cantone nella *classe sismica 3*.

5.1 - Zonazione sismica

Il Comune di Isola del Cantone, come detto, risulta classificato in classe sismica 3 (O.P.C.M. 3274/03; D.G.R. 1362/10). Le opere in progetto poggeranno le fondazioni ed interagiranno prevalentemente col substrato roccioso o, in ogni caso, con terreni caratterizzati dalla presenza di materiali sciolti aventi spessore, dalla base delle fondazioni al substrato roccioso, inferiore a 5 metri e quindi, in base alla normativa (O.P.C.M. 3274/03), con un terreno di tipo "A".

5.1.1 - PARAMETRI SISMICI

Tipo di elaborazione: Stabilità di pendii/fondazioni

Sito in esame.

latitudine:	44,6640085463793
longitudine:	8,94269817366791
Classe:	2
Vita nominale:	50

Siti di riferimento:

Sito 1 ID: 15808 Lat: 44,6474 Lon: 8,9233 Distanza: 2403,834

Sito 2 ID: 15809 Lat: 44,6500 Lon: 8,9934 Distanza: 4303,322

Sito 3 ID: 15587 Lat: 44,7000 Lon: 8,9897 Distanza: 5460,835

Sito 4 ID: 15586 Lat: 44,6973 Lon: 8,9195 Distanza: 4131,072

Parametri sismici:

Categoria sottosuolo: A

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,026 g

Fo: 2,467

Tc*: 0,198 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,034 g

Fo: 2,501

Tc*: 0,213 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]

ag: 0,094 g

Fo: 2,434

Tc*: 0,274 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

ag: 0,125 g

Fo: 2,453

Tc*: 0,278 [s]

Coefficienti Sismici:

SLO	SLD	SLV	SLC
Ss: 1,000	Ss: 1,000	Ss: 1,000	Ss: 1,000
Cc: 1,000	Cc: 1,000	Cc: 1,000	Cc: 1,000
St: 1,000	St: 1,000	St: 1,000	St: 1,000
Kh: 0,005	Kh: 0,007	Kh: 0,019	Kh: 0,034
Kv: 0,003	Kv: 0,003	Kv: 0,009	Kv: 0,017
Amax: 0,259	Amax: 0,335	Amax: 0,921	Amax: 1,222
Beta: 0,200	Beta: 0,200	Beta: 0,200	Beta: 0,270

6 – *CARATTERI GEOMORFOLOGICI GENERALI*

L'area oggetto di questo studio si colloca lungo il corso del Torrente Scrivia, ed ha una configurazione sostanzialmente montuosa e pedemontana.

Il bacino dello Scrivia, in generale, mostra una varietà di paesaggi tipici di una catena montuosa geologicamente giovane, che nel tempo ha conosciuto diverse fasi evolutive, prima compressive, responsabili della strutturazione dell'Appennino Settentrionale, poi distensive, causa dello smembramento in fosse o depressioni tettoniche.

Le forme del paesaggio geomorfologicamente più marcate ed importanti, sono principalmente il risultato dei processi tettonici che si sono susseguiti nella storia geologica di questo settore della catena appenninica, ma anche del diverso comportamento morfo-selettivo del substrato litoide in risposta alla degradazione meteorica. I tratti geomorfologici più netti sono, in sostanza, strettamente legati alle peculiarità dell'assetto strutturale del territorio, che condizionano, tra l'altro, lo sviluppo generale del drenaggio.

A scala regionale il controllo tettonico sulle forme del paesaggio risulta evidente nei lineamenti principali dell'orografia, con particolare riferimento al crinale appenninico, caratterizzato da un andamento tortuoso e spezzato, ma non irregolare, e nei particolari tracciati del reticolo idrografico.

La posizione attuale dello spartiacque coincide, approssimativamente, con il limite tra strutture compressive (versante padano-adriatico) e distensive (versante tirrenico), forse a causa della progressiva formazione di graben sul lato tirrenico, che avrebbe favorito una serie di "catture fluviali" a spese dei corsi d'acqua adriatici.

In generale tutti i corsi d'acqua sviluppati sul versante tirrenico sono molto più brevi di quelli padani e presentano profili longitudinali inizialmente molto ripidi, aumentandone così i caratteri di pericolosità, sia lungo le aste torrentizie, sia lungo i versanti.

Per quanto riguarda i caratteri morfo-selettivi si ha una netta differenza tra l'Appennino "arenaceo", caratterizzato da una grana da fine a media, con elevata energia del rilievo, e quello in cui affiorano le Liguridi l.s., caratterizzato da forme più dolci e arrotondate. I vari processi morfologici che, a partire dal sollevamento della catena appenninica, hanno modellato e tuttora modellano il paesaggio agiscono, infatti, su un substrato litologicamente eterogeneo, costituito da rocce argillose, calcaree e calcareo marnose, arenacee e, più limitatamente, ofiolitiche. Un primo effetto di questa varietà litologica è il differente comportamento delle rocce nei confronti dell'erosione (erosione selettiva) che tende a mettere in risalto i corpi rocciosi più duri e resistenti e modellare con

maggiore rapidità quelli incoerenti e facilmente erodibili. Questo contrasto morfologico si riscontra chiaramente nel confronto tra i paesaggi dolci ed ondulati modellati nelle formazioni Liguri, ove le rocce presentano forme tondeggianti, con inclinazioni dei versanti relativamente modeste (25-30°), che si accentuano solo al piede, dove è più attiva l'erosione delle acque incanalate, e le forme più nette e decise scolpite nelle formazioni arenacee, tipiche, ad esempio, della Falda Toscana.

Altro elemento tipico dei versanti appenninici sono le frane per scivolamento rotazionale, espansione laterale e per colamento, mentre più sporadici sono i fenomeni carsici.

Tra le principali cause naturali dei movimenti franosi caratteristici dell'Appennino nord-occidentale si ha l'erosione dei corsi d'acqua al piede dei versanti; spesso, tuttavia, le frane si originano in corrispondenza di lineamenti e discontinuità strutturali, quali, ad esempio, faglie, contatti litologici, sovrascorrimenti, per cui si trovano allineate secondo direzioni preferenziali variabili, rispetto agli assi delle vallate.

L'abbandono da parte delle popolazioni rurali e, di conseguenza, l'incuria dei luoghi, la mancata regimazione delle acque dilavanti, la mancata sistemazione di versanti instabili sono altre importanti cause di molti fenomeni di dissesto.

Per quanto riguarda più strettamente il territorio in esame, questo presenta, tra i caratteri più evidenti, il "ringiovanimento" del reticolo idrografico lungo le aste principali, poi esteso anche ai tributari minori.

Lungo il Torrente Scrivia, ma anche nella parte terminale del Torrente Vobbia, prima della loro confluenza, l'erosione lineare è rimarcata da forme morfologiche a terrazzo, sopraelevate rispetto all'alveo attivo. Queste aree sub pianeggianti presentano, tendenzialmente, una ridotta copertura di alluvioni, talora frammiste, lungo il limite pedemontano, a materiali detritici. Le scarpate risultano pressoché verticali o, comunque, molto inclinate ed interamente costituite da pareti rocciose.

Frequenti, nella zona, sono inoltre i netti cambi di paesaggio, sottolineati da bruschi stacchi morfologici corrispondenti ai contatti litologici tra formazioni rocciose a diverso comportamento geomeccanico. Di particolare importanza, a questo proposito, risulta il contatto tra le diverse formazioni argillitico-marnose e quelle di natura conglomeratica, che conferiscono al paesaggio una morfologia aspra, a versanti molto ripidi e solchi torrentizi spesso in spinta erosione.

Soltanto lungo il crinale all'estremo limite nord dell'ambito comunale, a monte degli abitati di Prarolo e Mereta, nei pressi del quale verrà realizzata la centrale idroelettrica in

progetto, il paesaggio assume forme più dolci laddove affiora la litologia conglomeratica, rispetto ai tratti di affioramento dei calcari marnosi della Formazione di Monte Antola.

Questo comportamento è, presumibilmente, riconducibile alla presenza, all'interno dei conglomerati, di un'abbondante matrice facilmente erodibile.

Come già detto, nel settore analizzato il Torrente Scrivia risulta approfondito nel substrato roccioso, estesamente affiorante in corrispondenza di entrambe le spalle della traversa esistente *(foto 9-10-11)*. Le alte e ripide pareti rocciose sono, poi, sormontate da ampi terrazzamenti alluvionali, che vanno a costituire una zona pianeggiante relativamente ampia, soprattutto in sponda destra del corso d'acqua, in gran parte destinata ad insediamenti di tipo industriale (cfr. *"Carta Geomorfologica" – allegato 4*).

Solo marginalmente, nell'immediato intorno del sito d'intervento, sono presenti depositi detritico-alluvionali a copertura del substrato roccioso, costituiti da materiali a dominante matrice ghiaioso-sabbiosa, con sporadica presenza di frammenti litici eterometrici e coltre terrigena. L'area d'imposta delle opere in progetto non risulta, in ogni caso, direttamente interessata da alcun fenomeno di dissesto in atto o pregresso.



Foto 9 – *Affioramento del substrato roccioso in corrispondenza della spalla destra della traversa esistente.*



Foto 10 – *Particolare della "foto 9".*



Foto 11 – *Affioramento del substrato roccioso in sponda sinistra del T. Scrivia, immediatamente a valle della traversa esistente.*

7 – LINEAMENTI IDROGRAFICI DEL BACINO DEL TORRENTE SCRIVIA E CARATTERI IDROGEOLOGICI DELL'AREA IN ESAME

Il Torrente Scrivia nasce dalla confluenza tra il Torrente Laccio ed il Torrente Pentemina presso il Comune di Montoggio, in Provincia di Genova, ed è un affluente di destra del Fiume Po. Sia il Torrente Laccio, sia il Pentemina originano dal Monte Prelà (1406 m s.l.m.), cima appartenente all'Appennino Ligure.

In Liguria, l'asta principale dello Scrivia ha una lunghezza di circa 31.8 km, con un bacino idrografico di superficie pari a circa 298 km^2; complessivamente tale bacino ha una superficie di 1.237 km^2 (corrispondenti a circa il 2% del bacino del Fiume Po), di cui il 77% in ambito montano.

Nel primo tratto, tra i Comuni di Montoggio e Busalla, il corso d'acqua segue una direttrice circa SE-NO, per poi piegare in direzione circa S-N fino alla confluenza nel Po, poco a monte di Voghera, in Lombardia.

L'andamento del corso d'acqua è generalmente meandriforme, inizialmente incassato in una stretta valle a "V", con versanti ripidi e ricoperti da boschi, localmente interrotti da zone sistemate a gradoni, con porzioni di terreno poco inclinate per la coltivazione e scarpate inerbite o sostenute con muri a secco; raggiunto il Comune di Casella (GE), lo Scrivia riceve da destra il Torrente Brevenna e si allarga in un ampia conoide alluvionale, che ospita numerosi centri abitati ed insediamenti industriali.

In corrispondenza di Isola del Cantone, come già detto, lo Scrivia riceve da destra il Torrente Vobbia e torna a scorrere incassato in una suggestiva gola fino nei pressi di Pietrabissara, sempre in Comune di Isola del Cantone, immediatamente prima di entrare in territorio piemontese. Da qui in poi il corso d'acqua si allarga nuovamente, i terrazzi alluvionali acquisiscono una notevole ampiezza ed i versanti risultano meno acclivi ed intensamente coltivati.

Proseguendo il suo percorso verso nord, lo Scrivia riceve dalla sponda destra due importanti affluenti: dapprima il Torrente Spinti, nel Comune di Arquata Scrivia (AL), successivamente, in Comune di Vignole Borbera (AL), il Torrente Borbera, suo principale affluente, che ne raddoppia la portata d'acqua.

Superato l'abitato di Serravalle Scrivia (AL), dove la valle presenta un nuovo restringimento, il torrente rallenta la sua corsa, scorrendo ai piedi dei Colli Tortonesi.

In questo tratto il corsa d'acqua non riceve tributari significativi, ma solo alcuni modesti rivi in destra idrografica. Attraversata la città di Tortona (AL), lo Scrivia entra nella

pianura padana, dove approfondisce il proprio letto ed acquisisce caratteristiche di fiume di pianura, che mantiene fino all'immissione, da destra, nel Po.

Ad eccezione del primo tratto, indicativamente tra i Comuni di Montoggio e Casella, l'intera asta torrentizia principale attraversa zone densamente abitate, caratterizzate, soprattutto a partire da Busalla, dalla presenza di numerosi e importanti complessi industriali e di infrastrutture viarie e ferroviarie, che spesso occupano zone di pertinenza fluviale.

Come si evince da quanto sopra riportato, i principali affluenti dello Scrivia, tra cui i torrenti Brevenna, Vobbia, Grue e Borbera, provengono dal versante destro, mentre gli unici due affluenti significativi in sinistra sono il Rio di Creto, che confluisce nello Scrivia poco dopo la sua origine a Montoggio, e il Rio Borlasca.

Il reticolo idrografico del torrente in oggetto ha, in generale, un basso grado di gerarchizzazione ed una netta differenza di sviluppo areale tra il settore in destra e quello in sinistra orografica; inoltre appartengono al bacino dello Scrivia gli importanti invasi artificiali di Busalletta e Val di Noci, oltre a due invasi di minori dimensioni sul Torrente Vobbia.

Dal punto di vista idrogeologico, come detto in precedenza, la traversa oggetto del presente studio risulta inserita nella Formazione geologica dei Calcari di Monte Antola e l'intera struttura del nuovo fabbricato di centrale e delle opere accessorie, interagirà col medesimo corpo roccioso, soltanto parzialmente e localmente coperto da un sottile manto di depositi alluvionali e/o coltre detritica a granulometria essenzialmente grossolana (*foto 12*).



Foto 12 *– Traversa esistente. In evidenza il corpo roccioso in sponda destra in cui verrà inserita la nuova centrale idroelettrica*

I calcari marnosi, abbondantemente affioranti nel sito d'intervento, così come i calcari arenacei appartenenti alla medesima Formazione di Monte Antola e presenti in loco in percentuale decisamente inferiore, sono caratterizzati da una bassa permeabilità, condizionata dal grado di fessurazione e fratturazione ed ulteriormente diminuita laddove fossero presenti sottili livelli argillitici, tipicamente interstratificati in questa formazione litologica.

Nella zona d'interesse per questo studio non sono stati individuati fenomeni carsici, che sono invece localizzati nei pressi del bacino del Torrente Vobbia e presso la confluenza tra questo e lo Scrivia, con presenza di aree di sedimentazione chimica delle acque, che hanno dato origine a depositi di calcari travertinosi.

Per quanto riguarda infine le coltri e le alluvioni, rinvenute sporadicamente in sponda destra poco a valle della traversa esistente ed in sponda sinistra subito a monte della stessa, queste sono di natura essenzialmente grossolana (ciottoli e ghiaia in matrice sabbiosa) e sono, pertanto, caratterizzate da una elevata permeabilità per porosità.

8 – *ANALISI DI DETTAGLIO DEL PROGETTO*

Preliminarmente al rilevamento sul campo è stato eseguito un lavoro di ricerca bibliografica del materiale disponibile in letteratura e, contestualmente, si è proceduto ad un'analisi delle foto aeree relative all'area di interesse.

Tra il materiale consultato, particolare attenzione è stata prestata alla cartografia disponibile sul sito del Comune di Isola del Cantone ed a quella riportata in allegato alla *"Variante al Piano Territoriale di Coordinamento (PTC) Provinciale in attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del Fiume Po - Variante Bacini Padani (VBP)",* con speciale riguardo alla *"Carta dei Dissesti"* (cfr. stralcio cartografico fuori scala – *allegato 2*), che inserisce il comparto in esame in *"Zona **Ee**: Aree a pericolosità molto elevata"*, per quanto riguarda esondazioni e dissesti di carattere torrentizio.

La presente indagine è stata perciò indirizzata a definire gli elementi che determinano il livello di pericolosità dell'area e ad indicare modalità tecnico-esecutive d'intervento, tali non solo da non interferire negativamente con le condizioni di stabilità del versante e con l'equilibrio ambientale dell'intorno, ma, se possibile, addirittura capaci di recare giovamento in tal senso.

Quindi, tramite un accurato rilevamento di campagna, sono state verificate le informazioni tratte dalle cartografie sopra citate ed esaminate in dettaglio anche quelle situazioni riconducibili a dissesti di piccola o media entità.

Questo lavoro si è basato su appositi sopralluoghi eseguiti nell'area d'imposta delle nuove strutture ed in un adeguato intorno utilizzando una base topografica di dettaglio (scala 1:2.000).

I risultati dei rilevamenti sono esposti nei successivi paragrafi tramite una descrizione puntuale riferita ai tratti salienti del progetto in epigrafe, ovvero:

- *opera di presa e canale di derivazione;*
- *fabbricato di centrale e canale di scarico.*

Come già riportato in premessa, infatti, l'impianto idroelettrico in progetto (cfr. *Tavole da 7 a 13* degli elaborati progettuali a corredo del *"Progetto Definitivo"* predisposto dalla Ovadaprogetti S.a.s.), collocato in sponda destra idrografica del Torrente Scrivia, a sud-est della Frazione Mereta, in Comune di Isola del Cantone, sfrutterà una traversa già esistente, collocata circa 180 m a valle del ponte ferroviario della linea Genova-Torino e 130 m a monte del ponte sulla strada comunale per Mereta.

Grazie ad un nuovo manufatto di presa, posto a quota di 261 m s.l.m., le acque superficiali del Torrente Scrivia verranno captate, per essere poi restituite al loro corso naturale circa 80 metri a valle della presa.

Al fine di innalzare l'altezza di caduta delle acque intercettate, senza interferire con le dinamiche di propagazione delle piene a monte e con la movimentazione del trasporto solido, si prevede di collocare sul coronamento dell'opera trasversale esistente un tavolato in legno, facilmente removibile dalla corrente di piena, di altezza 1 m, che garantirà un salto idraulico sfruttabile di circa 6.40 m.

La traversa di cui sopra, solidamente inserita nel substrato roccioso, ben visibile su entrambe le spalle della struttura, è realizzata in pietre cementate e ricoperta da bolognini di pietra squadrata; si presenta di forma arcuata, lunga circa 52 m ed alta circa 3 m (*foto 13*). Lo stato di conservazione della struttura è discreto, se si eccettua una marcata erosione del piede di valle nella parte centrale della stessa, per una lunghezza di circa 20 m.

In corrispondenza della traversa si ha un netto restringimento della sezione dell'alveo inciso del torrente, che passa dai circa 50 metri di monte, ai circa 25 m a valle dell'opera, coi quali oltrepassa il ponte stradale, per proseguire incassato verso valle.

Il ponte stradale, di lunghezza pari a circa 70 m, risulta realizzato, a sua volta, in pietre cementate ed è costituito da tre arcate di forma ellittica, di cui soltanto la centrale,

più ampia della altre due (larghezza pari a circa 17 m), poggia i basamenti in alveo (*foto 14*).

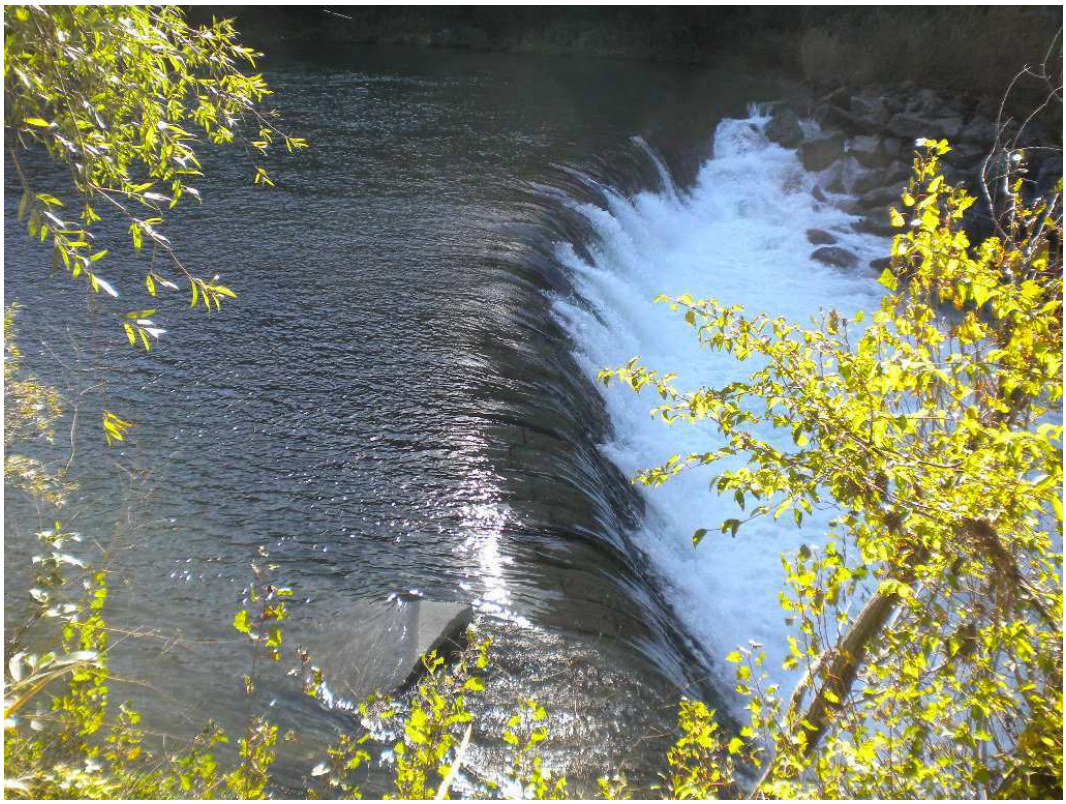


Foto 14 – *Traversa esistente vista dalla sponda destra.*



Foto 15 – *Ponte stradale per Frazione Mereta.*

Circa 180 m a monte della traversa, come detto, è invece presente un ponte ferroviario della linea Genova-Torino, lungo circa 90 m, realizzato in mattoni e costituito anch'esso da tre arcate di forma ellittica, larghe circa 20 m ciascuna *(foto 15-16-17)*.

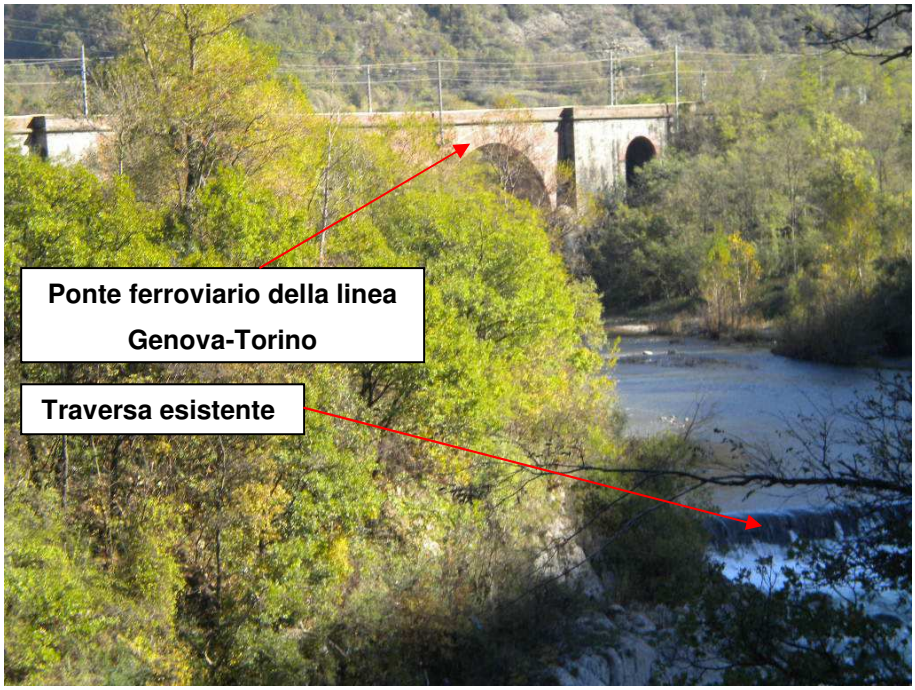


Foto 15 *– Ponte ferroviario a monte della traversa, visto dal ponte stradale per Frazione Mereta.*

Foto 16 *– Ponte ferroviario, visto dalla sponda sinistra del T. Scrivia, nei pressi della traversa esistente.*





Foto 17 *– Ponte ferroviario a monte della traversa, visto dalla sponda sinistra del T. Scrivia.*

I principali dati tecnici dell'impianto idroelettrico proposto sono:

- salto idraulico netto: 6.40 m circa;
- portata massima dell'impianto: 8.00 m^3/s;
- portata media annua derivabile: 2.81 m^3/s;
- massima potenza effettiva: 427 kW;
- produzione energetica media annua: 1315000 kWh.

8.1 - Opera di presa sul Torrente Scrivia e canale di derivazione

Il progetto in esame prevede la collocazione dell'opera di presa, munita di relativa paratoia metallica, in sponda destra idraulica, a lato della traversa esistente ed a quota di 260.90 m s.l.m., con fondo canale a 258.30 m s.l.m..

Davanti alla paratoia verranno posizionati i pali paratronchi metallici, mentre il collegamento tra opera di presa e traversa sarà realizzato in calcestruzzo e massi cementati.

Al fine di regolarizzare e consolidare la traversa esistente ed ottimizzare, così, la producibilità energetica dell'impianto, si prevede, come già ricordato, di posizionare sul coronamento della traversa, posta a quota 260.90 m s.l.m., un tavolato in legno (*Figura 4*) facilmente removibile dalla corrente di piena, di altezza 1 m, vincolato all'esistente struttura tramite putrelle metalliche HEA 300 verticali, di altezza 1 m ed incastrate, con passo di 2 m, nella struttura sottostante per almeno 50 cm.

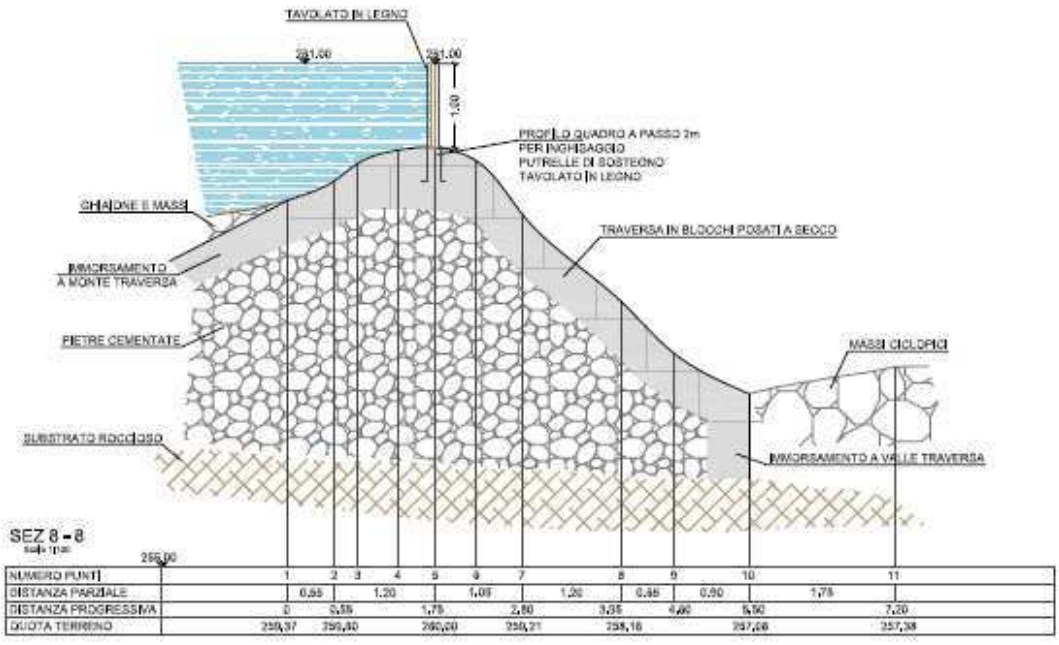


Figura 4 *– Estratto della Tavola 12 degli elaborati progettuali, in cui si nota, in particolare, il tavolato in legno sul coronamento della traversa esistente.*

L'innalzamento di una soglia idraulica mediante un tavolato in legno, al fine di migliorare la derivazione laterale, permette di non interferire con le dinamiche di propagazione delle piene a monte e con la movimentazione del trasporto solido. Il tavolato, infatti, è studiato per essere completamente removibile durante le piene formative del corso d'acqua, nelle quali viene divelto dalla corrente, di modo la quota della soglia permanga fissa come nella situazione attuale.

La parte centrale della traversa, soggetta, come detto, ad una spinta erosione del piede di valle, verrà, infine, consolidata tramite la posa di una scogliera in massi cementati (*Figura 5*).

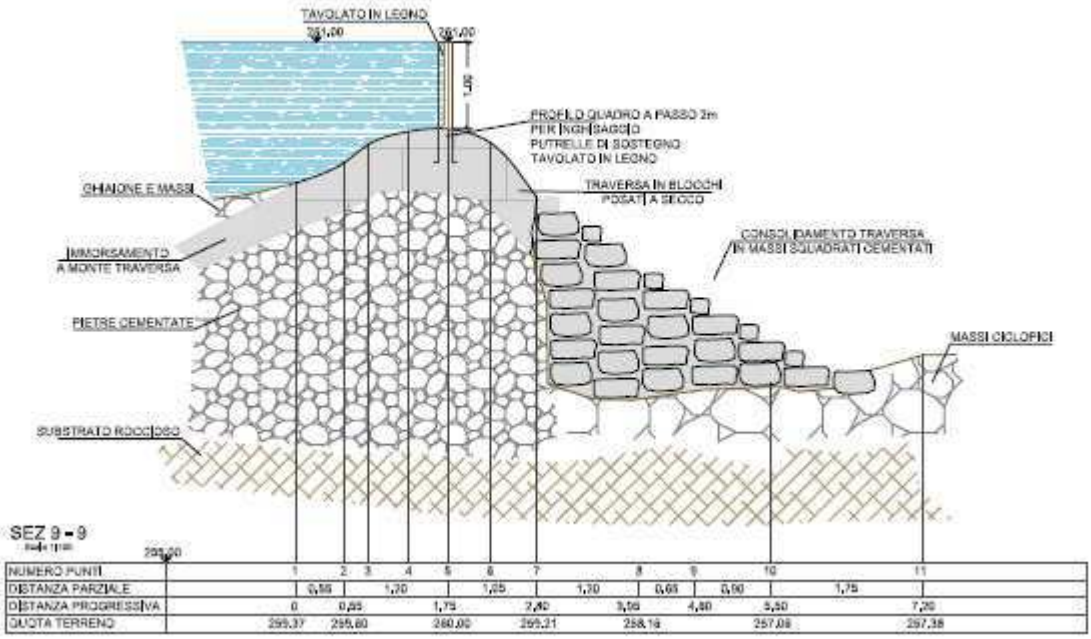


Figura 5 *– Estratto della Tavola 12 degli elaborati progettuali, in cui si nota, in particolare, il consolidamento tramite scogliera in massi cementati.*

A partire dalla paratoia di presa si sviluppa, poi, il canale di adduzione, costituito da una struttura completamente interrata al piede del versante in roccia, a sezione scatolare (larghezza 3.5 m; lunghezza 42 m), al di sopra del quale sarà impostata la pista di accesso al fabbricato di centrale (*Figura 6*).

Alla fine del canale uno sgrigliatore metallico automatico, rappresentato da una griglia metallica che sbarra l'intera sezione del canale (larghezza 3.5 m; altezza 4.5 m), tratterrà il materiale in sospensione (fogliame, ramaglie, ecc.), non intercettato dai pali paratronchi in corrispondenza delle bocche di presa. La pulizia delle griglie avviene in automatico, ad intervalli di tempo regolabili, grazie allo sgrigliatore metallico, che funziona come una sorta di pettine, strisciando contro le griglie dal basso verso l'alto e

raccogliendo, così, le foglie per poi depositarle su un nastro trasportatore presente sul solettone superiore.

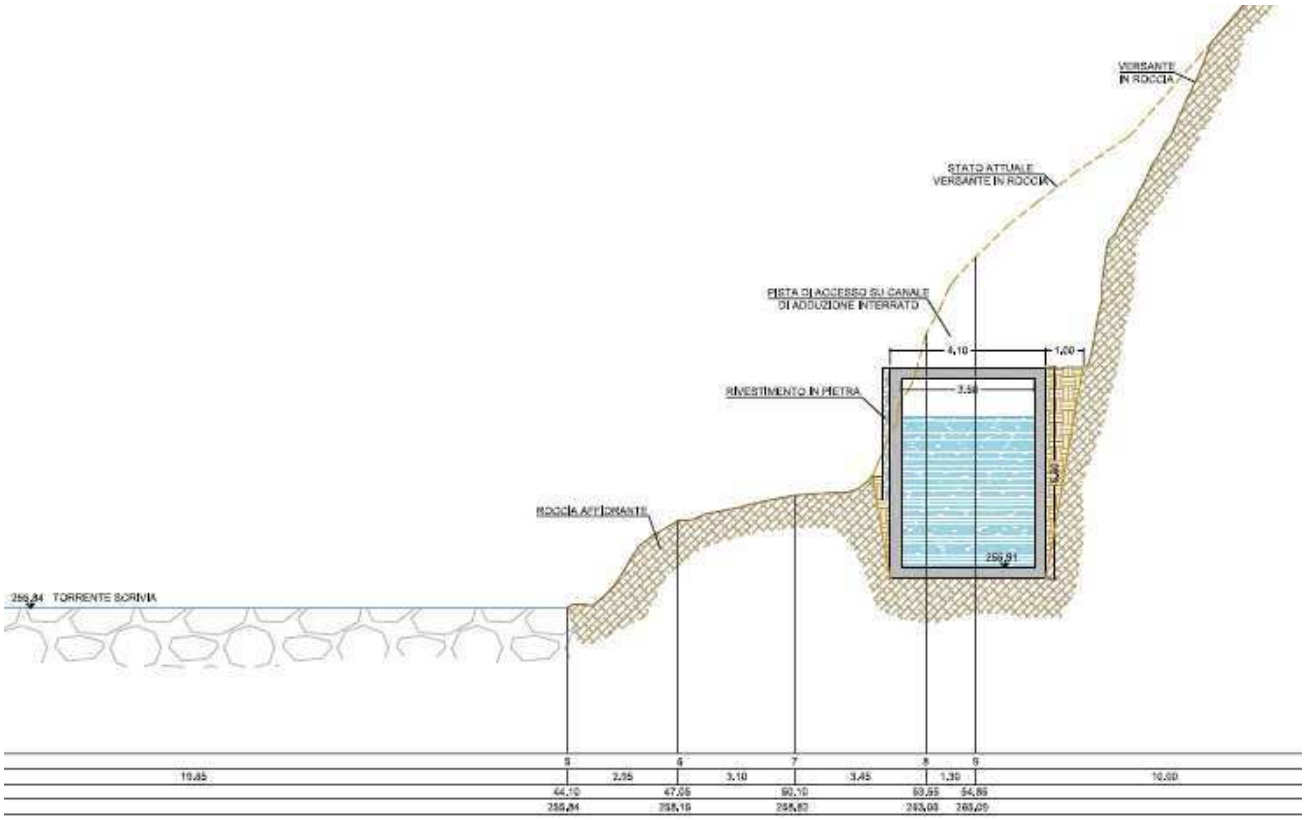


Figura 6 *– Estratto della Tavola 10 degli elaborati progettuali,relativo al canale di derivazione.*

Di seguito si riportano i dati riassuntivi del canale di derivazione:

- lunghezza complessiva: 42 m;
- canale scatolare chiuso in cemento armato, completamente interrato;
- larghezza interna del canale: 3.5 m;
- altezza interna del canale: variabile tra 3.60 e 5.20 m;
- battente d'acqua interno al canale: variabile tra 2.60 e 4.10 m circa;
- pendenza longitudinale: 4 per mille;
- velocità massima dell'acqua nel canale: 0.6 m/s.

Sulla base dei sopralluoghi esperiti in sito, nonché dell'analisi cartografica e aerofotogrammetrica eseguita, si ritiene che, dal punto di vista geologico-geomorfologico, le opere in progetto verranno inserite in un contesto di assoluta stabilità.

L'inserimento delle strutture nel terreno comporterà sbancamenti di altezza massima pari a circa 15.00 metri, che interesseranno quasi esclusivamente il substrato roccioso, per la cui caratterizzazione geomeccanica si rimanda al successivo "*Capitolo 9 -*

Caratterizzazione dell'ammasso roccioso", e, solo parzialmente, un sottile manto di coltre eluvio-colluviale e/o i depositi alluvionali grossolani (ciottoli e blocchi in matrice ghiaioso-sabbiosa) presenti, in questo tratto, in sponda destra del Torrente Scrivia.

Rimandando, per quanto riguarda le verifiche di stabilità dei fronti di scavo al *"Capitolo 10"*, si suggerisce, in prima istanza, relativamente a questa parte dell'impianto in progetto, quanto segue:

- dimensionare adeguatamente ed appoggiare stabilmente sul substrato roccioso affiorante o sub-affiorante in alveo del Torrente Scrivia, la scogliera di massi cementati in corrispondenza del tratto centrale, oggi danneggiato, della traversa esistente;
- limitare, compatibilmente alle esigenze derivanti dalle strutture di convogliamento dell'acqua derivata, le dimensioni dei manufatti, rivestendo in pietra gli eventuali tratti a vista delle opere, al fine di minimizzarne l'impatto sull'ambiente.

8.2 - Fabbricato di centrale e canale di scarico

Il fabbricato di centrale verrà inserito al piede del versante in roccia in sponda idrografica destra del Torrente Scrivia, in linea col canale di adduzione (*Figura 7*).

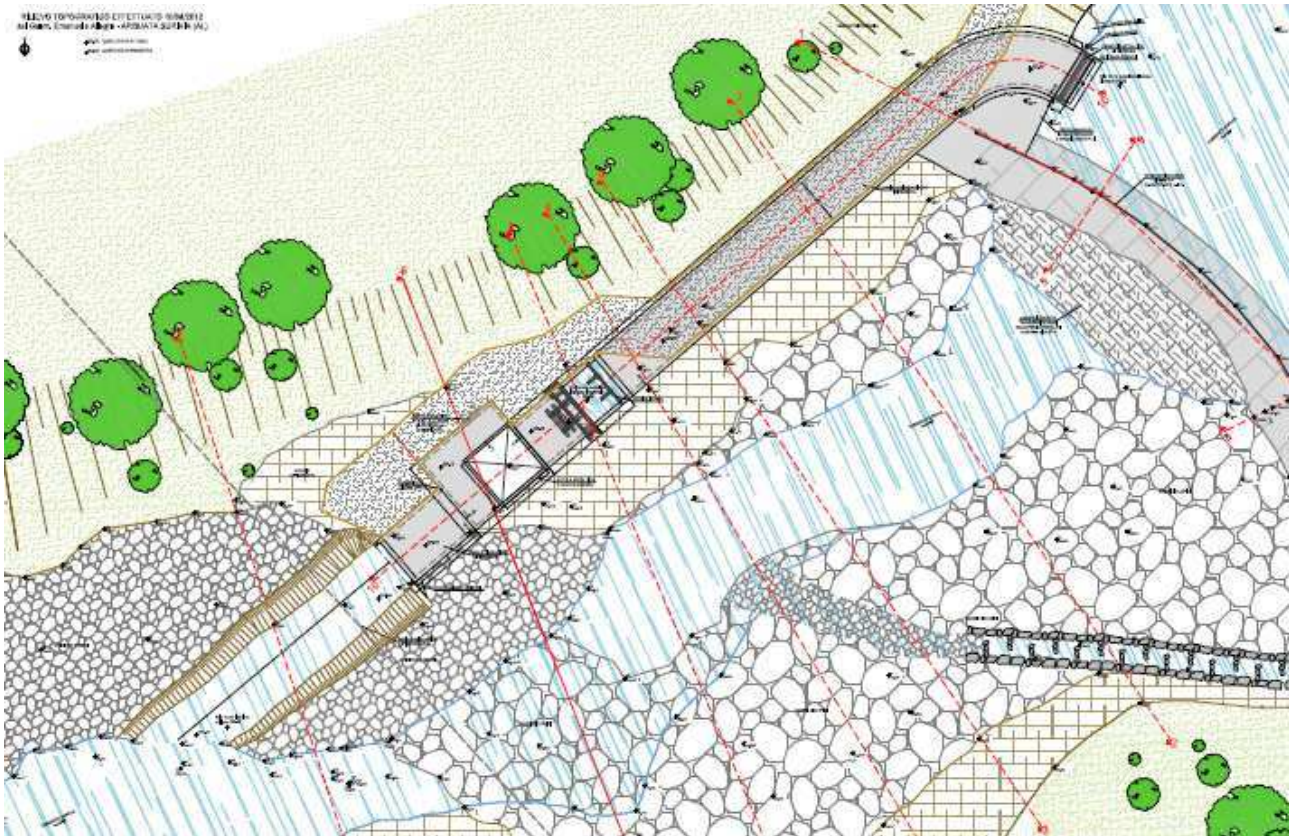


***Figura 7** – Estratto della Tavola 8 degli elaborati progettuali (planimetria di progetto).*

Il fabbricato di centrale, di dimensioni in pianta pari a circa 7.5 m x 7 m, conterrà le apparecchiature elettromeccaniche, rappresentate da una turbina tipo “Kaplan” ad asse verticale, con moltiplicatore di giri e generatore ad asse verticale, una centralina oleodinamica per il controllo e la movimentazione delle paratoie alla presa e dello sgrigliatore ed i quadri elettrici di gestione e controllo.

L’accesso all’interno del fabbricato, così come il posizionamento del generatore e della turbina, avverranno tramite una botola metallica a tenuta stagna (dimensioni in pianta 4 m x 4 m) posta sul solettone superiore.

In prossimità della nuova struttura è già presente una cabina di connessione ENEL, a cui ci si collegherà attraverso un cavidotto interrato in media tensione (15000 V), di lunghezza pari a circa 70 m.

Al di sotto del fabbricato di centrale si prevede una vasca di scarico interrata, dalla quale si origina il canale di scarico, che riconduce le acque nel Torrente Scrivia nelle stesse condizioni qualitative e quantitative in essere prima della derivazione all’opera di presa; l’opera è stata appositamente progettata in modo da interferire il meno possibile con il corso d’acqua, accorciandone al massimo il tratto sotteso dall’impianto.

Una piccola porzione del canale, lungo complessivamente circa 50 m, consisterà in uno scatolare in cemento armato interrato (lunghezza 6 m circa; altezza 3.80 m; larghezza interna 3.50 m), mentre la parte rimanente sarà a cielo aperto, per poter raccordare il livello dell’acqua allo scarico della turbina con quello del torrente.

Al termine del settore interrato verrà, infine, posizionata una paratoia che consentirà la chiusura durante le piene del Torrente Scrivia (*Figura 8*).

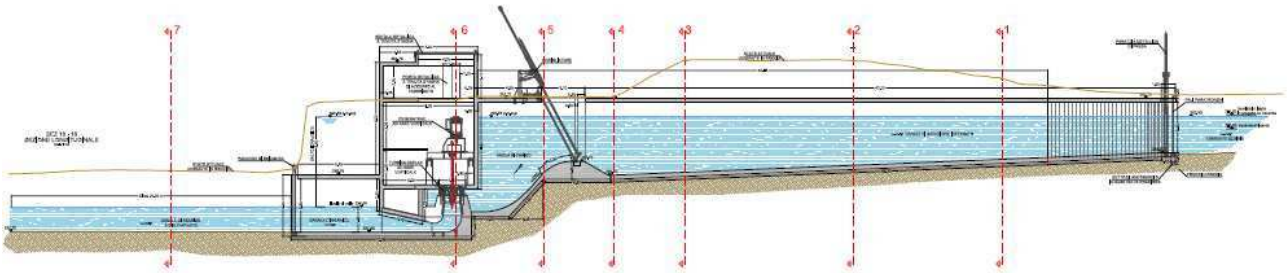


Figura 8 *– Estratto della Tavola 13 degli elaborati progettuali.*

L’inserimento delle strutture nel terreno comporterà sbancamenti di altezza massima pari a circa 10.00 metri, che interesseranno quasi esclusivamente il substrato roccioso e, solo parzialmente, un sottile manto di coltre eluvio-colluviale e/o i depositi

alluvionali grossolani (ciottoli e blocchi in matrice ghiaioso-sabbiosa) presenti, in questo tratto, in sponda destra del Torrente Scrivia (*Figura 9*).

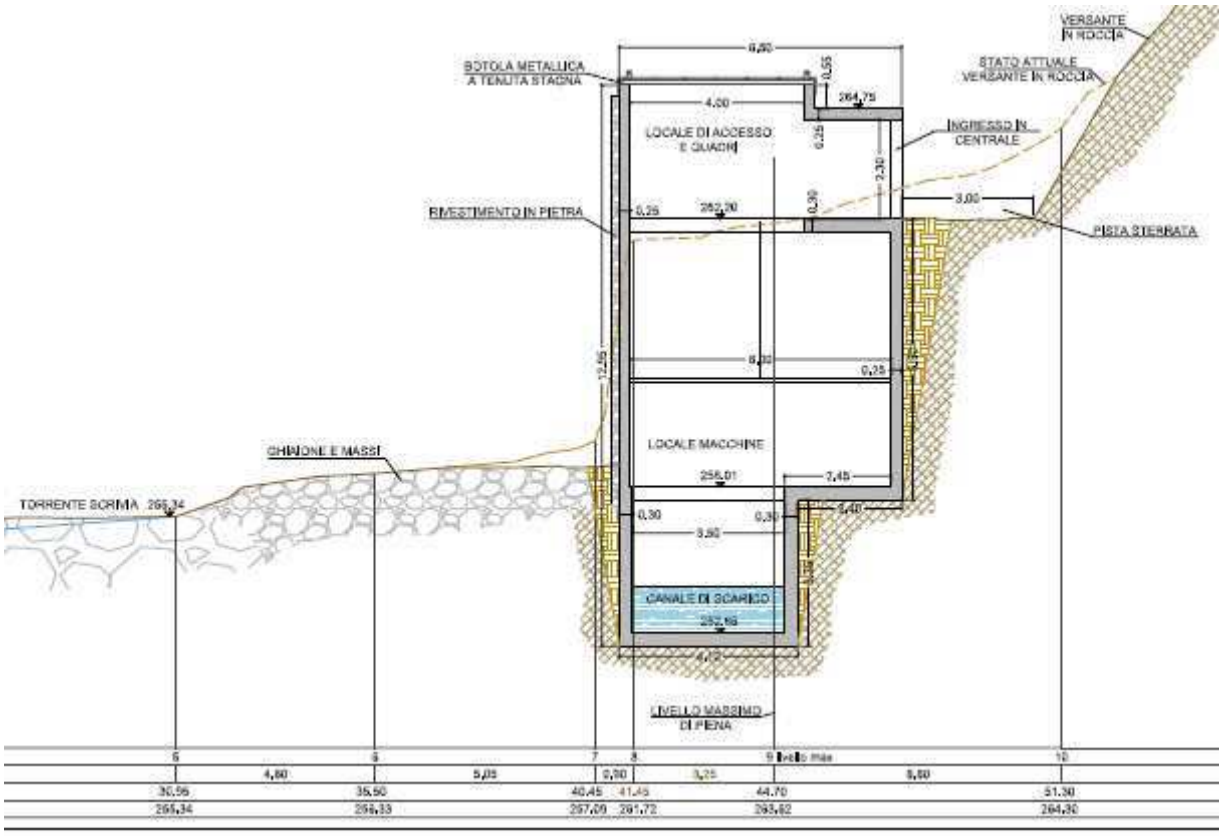


Figura 9 *– Estratto della Tavola 11 degli elaborati progettuali.*

Il rilievo geologico-geomorfologico di superficie eseguito non ha evidenziato elementi riconducili a cedimenti del terreno o movimenti gravitativi e, pertanto, allo stato attuale, l'area appare nel complesso stabile. Si rimanda comunque ai successivi *"Capitolo 9 - Caratterizzazione dell'ammasso roccioso"* e *"Capitolo 10 - Verifiche di stabilità"* per la caratterizzazione geotecnica/geomeccanica dei materiali coinvolti e per la verifica circa l'eventualità di distacco di cunei rocciosi, in particolare durante l'esecuzione dei lavori, a salvaguardia dell'incolumità degli operatori.

Si suggerisce, comunque, relativamente a questa parte dell'impianto in progetto, quanto segue:

- interrare e mantenere distante dall'alveo inciso del corso d'acqua quanto più possibile il nuovo fabbricato di centrale, compatibilmente con le quote altimetriche dei luoghi, per limitare al massimo l'impatto dell'opera sull'ambiente;
- realizzare in corrispondenza dello scarico una sistemazione locale della sponda e del fondo alveo del torrente, al fine di evitare fenomeni erosivi locali in alveo;

- porre particolare attenzione nella disposizione, forma e proporzione delle aperture, distribuendole sui fronti del fabbricato, in modo da armonizzarsi al meglio con l'architettura locale.

9 – *CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA/GEOTECNICA*

Come descritto nel capitolo precedente, tutte le strutture che comporranno il nuovo impianto idroelettrico in esame interagiranno, principalmente, con il substrato roccioso, costituito, nel tratto d'interesse, da formazioni rocciose di natura prevalentemente calcareo-marnosa in strati e/o bancate di spessore variabile.

Dal momento che tale litotipo sarà interessato da sbancamenti finalizzati all'inserimento delle varie strutture (di altezza significativa soprattutto nel caso del fabbricato di centrale e del canale di derivazione), si è proceduto all'esecuzione di un dettagliato rilievo geologico-strutturale, con misurazione delle principali discontinuità della roccia diffusamente affiorante in tutto l'intorno dell'area d'interesse (*foto 18*).

La roccia si presenta interessata da una stratificazione e da quattro sistemi di fratture principali. Le immersioni e le inclinazioni delle superfici di discontinuità misurate sono state riportate su stereogrammi polari; dalla loro analisi, mediando i valori, si evidenzia l'esistenza di 5 sets di discontinuità (cfr. cluster analysis - *allegato 5*) le cui caratteristiche sono di seguito sommariamente descritte:

Litotipo: calcari di M. Antola	direzione dell'immersione	inclinazione
stratificazione	42°	85°
giunto	200°	65°
giunto	340°	52°
giunto	176°	44°
giunto	67°	32°



Foto 18 *– Rilievo geomeccanico in diversi punti dell'affioramento roccioso direttamente interessato dall'inserimento delle opere in progetto.*

In generale, inoltre, per le condizioni delle discontinuità, oltre la valutazione della morfologia, dell'apertura, della persistenza, della terminazione, della spaziatura media, dell'eventuale materiale di riempimento, delle condizioni idrauliche, sono stati determinati i profili di scabrezza con il pettine di Barton ed il confronto tra le forme assunte dal profilometro e la tabella conduce al seguente valore medio (cfr. classificazione dei profili di scabrezza – *allegato 6*):

- JRC = 6 - 8

I giunti della roccia poco alterati, previa pulizia con apposita pietra smeriglio, sono stati testati con il martello di Schmidt (sclerometro di tipo "L" – energia di percussione = 0.75 N*m) per valutare sul materiale indisturbato un valore medio della resistenza a compressione uniassiale.

Le serie di letture effettuate, corrette secondo la verticale gravitazionale, portano, in generale ad un valore medio del rimbalzo:

- $R_L = 20$

9.1 – Parametri geomeccanici dell'ammasso roccioso

Dall'esame strutturale dell'ammasso roccioso sopra riportato, si è potuto risalire, con sufficiente precisione per il problema allo studio, alle caratteristiche geomeccaniche del litotipo presente nell'area.

In ragione di prove eseguite attraverso la pesata idrostatica su campioni di roccia analoga a quella in oggetto, si ritiene che il peso di volume dell'ammasso roccioso sia:

- **$\gamma = 26$ kN/m^3**.

A seguito delle prove in situ eseguite con lo sclerometro di tipo "L" e dal valore assunto per il peso di volume della roccia risulta, come da abaco (*allegato 7*), il seguente valore di resistenza a compressione:

- **$q_c = 28$ MPa.**

In ragione del rilevamento, delle misure e delle prove eseguite si è proceduto all'elaborazione dei dati per determinare le qualità geomeccaniche dell'ammasso roccioso secondo la classificazione di Bieniawski e sommariamente risulta:

- **Valore dell'RMR di base (BRMR): 36**
- **Valore dell'RMR corretto (RMR): 34**
- **Coesione secondo Bieniawski (kPa): 180**
- **Angolo di attrito secondo Bieniawski: 28°**

- **Classe di Bieniawski: III**

Riguardo il valore della coesione, il sottoscritto ritiene comunque precauzionale ridurre il parametro elaborato con la sopra citata classificazione ed attribuire di conseguenza alla forza coesiva tra i giunti la seguente valutazione:

- **Coesione ammasso roccioso (kPa): 70**

9.2 – Parametri geotecnici dei materiali sciolti di copertura

Benché si sia evidenziato che questi terreni interagiranno in maniera decisamente modesta con le nuove opere in progetto, a livello puramente indicativo, basandosi su precedenti esperienze professionali maturate su materiali analoghi a quelli in oggetto, nonché sui numerosi dati reperibili in letteratura, si ritiene che questi, dal punto di vista geotecnico, possano essere parametrizzati come di seguito riportato:

Coltre eluvio-colluviale

- **Peso di volume (γ): 17-18 kN/m^3**
- **Angolo di attrito (φ'): 24-25°**
- **Coesione drenata (c'): 0 kPa**
- **Coesione non drenata (cu): 5-10 kPa**

Depositi alluvionali grossolani

- **Peso di volume (γ): 18-19 kN/m^3**
- **Angolo di attrito (φ'): 26-27°**
- **Coesione (c): 0-10 kPa**

In fase esecutiva si ritiene opportuno tenere in debita considerazione i parametri geotecnici e geomeccanici dei materiali indagati, come sopra riportati, rimandando, per diretta competenza, alle scelte tecniche ed ai calcoli del Progettista incaricato per quanto riguarda le strutture di fondazione e di sostegno delle nuove opere.

10 – *VERIFICHE DI STABILITÀ*

Se si eccettua la parziale presenza di un modesto spessore di terreno vegetale e coltre eluvio colluviale, che può essere preventivamente rimosso in fase di pre-scavo, gli sbancamenti interesseranno esclusivamente l'ammasso roccioso.

Tenuto conto che l'inserimento delle nuove strutture richiederà l'esecuzione di importanti sbancamenti in roccia, stimabili fino ad un massimo di 15 metri circa di altezza (cfr. *Tavola 10* degli elaborati progettuali a corredo del *"Progetto Definitivo"*), sono state effettuate verifiche circa la possibilità di distacco di cunei rocciosi in condizioni sismiche, tramite il *Test di Markland,* considerando, peraltro, il diverso orientamento stimato delle più alte pareti di scavo, relative alle strutture interrate.

Lo scopo del test di Markland è quello di quantificare la possibilità della rottura di un cuneo di roccia nel quale lo scorrimento avviene lungo la linea di intersezione di due discontinuità planari.

Il fattore di sicurezza del pendio dipende dall'inclinazione della linea di intersezione, dalla resistenza al taglio della superficie della discontinuità e dalla geometria del cuneo. Il caso limite si verifica quando il cuneo degenera in un piano, cioè i due piani hanno inclinazione ed immersione coincidenti e quando la resistenza al taglio di questo piano è dovuta solo all'attrito. Lo scorrimento, in queste condizioni, si verifica quando l'inclinazione del piano è maggiore dell'angolo di attrito e si può eseguire una verifica di stabilità preliminare confrontando l'inclinazione della linea di intersezione dei due piani e l'angolo di attrito della superficie rocciosa: il pendio è potenzialmente instabile quando il punto, in un diagramma equiareale, che definisce la linea di intersezione dei due piani, cade all'interno dell'area delimitata dal grande cerchio che rappresenta il pendio ed il cerchio che rappresenta l'angolo di attrito.

Le verifiche effettuate (cfr. Test di Markland - *allegati 8*) non consentono di escludere, data la giacitura delle discontinuità e dei fronti e l'angolo d'attrito caratteristico della roccia in questione, la possibilità di distacco di porzioni di roccia, soprattutto durante le operazioni di sbancamento necessarie all'inserimento del fabbricato di centrale nel versante.

In base ai risultati ottenuti ed alle osservazioni di campo, si raccomanda, quindi, quanto segue:

- non eseguire lavori di alcun genere durante o immediatamente dopo intensi e/o prolungati eventi meteorologici;

- effettuare interventi preliminari di pulizia e stabilizzazione della ripida parete rocciosa presente in sponda idrografica destra, in corrispondenza e a valle della traversa esistente;
- eseguire gli scavi necessari all'inserimento delle nuove opere a campioni verticali e/o orizzontali di estensione limitata;
- far passare il minor tempo possibile tra sbancamenti e realizzazione delle opere di sostegno e/o arginatura, sfruttando, eventualmente, anche tecniche d'ingegneria naturalistica;
- realizzare i fronti di scavo di altezza superiore a 1.50 m con una inclinazione rispetto alla verticale non inferiore a 20-30°;
- effettuare un preliminare disgaggio di quelle, pur limitate, porzioni di fronte roccioso che, in sede di esecuzione degli interventi, dovessero rappresentare un potenziale rischio per gli operatori;
- valutare, una volta completati i lavori, l'opportunità o la necessità di mettere in sicurezza in maniera permanente il fronte roccioso a monte della pista di accesso al fabbricato di centrale e del fabbricato stesso, ad esempio tramite messa in opera di rete paramassi ad alta resistenza (rete tipo *"Maccaferri"* a doppia torsione) a contatto in corrispondenza delle pareti rocciose caratterizzate da elevata acclività; la rete andrà ancorata al substrato roccioso per mezzo di una chiodatura sistematica e spaziatura a quinconce, eventualmente armata;
- rispettare tutte le norme vigenti a tutela della salvaguardia ed incolumità degli operatori, come prescritto dal D. Lgs. 81/2008 e s.m.i., relativamente ai cantieri temporanei.

11 – *CONCLUSIONI*

Il nuovo impianto idroelettrico sul Torrente Scrivia, se verranno rispettate le indicazioni riportate nei precedenti *Capitoli 8, 9 e 10* ed i lavori eseguiti a regola d'arte, risulta perfettamente in linea con le disposizioni di legge vigenti.

Infatti, benché **l'impianto in oggetto rientri tra quelli sottoposti a procedura di verifica**, ai sensi della **Legge Regionale n. 38 del 30 dicembre 1998** (*"Disciplina della Valutazione di Impatto Ambientale")*, in quanto impianto per la produzione di energia idroelettrica con potenza superiore ai 200 kW (punto 3g dell'allegato 3) e incanalamento di acque superficiali che prevede derivazioni superiori a 200 litri al minuto secondo (punto

10h dell'allegato 3), questo **costituisce un'opera di pubblico interesse e di pubblica utilità** ai sensi:

- **del comma 4, art. 1 della Legge 10/91**, che cita: *"l'utilizzazione delle fonti di energia rinnovabile, tra cui l'idroelettrica, è considerata di pubblico interesse e di pubblica utilità, e le opere relative sono equiparate alle opere dichiarate indifferibili ed urgenti ai fini dell'applicazione delle leggi sulle opere pubbliche"*;
- **del decreto legislativo 29.12.2003 n° 387**, che, all'**art. 12**, **comma 1**, cita: *le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, autorizzate ai sensi del comma 3, sono di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti*.

L'impianto proposto risulta, inoltre, perfettamente in linea con le attuali indicazioni vigenti in merito allo sviluppo e potenziamento di fonti di energie alternative rinnovabili.

Per quanto riguarda la "**Variante al Piano Territoriale di Coordinamento (PTC) Provinciale in attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del Fiume Po - Variante Bacini Padani (VBP)**" (PROGETTO del 23 marzo 2011: "*Variante al PTC della Provincia di Genova con valore ed effetti del Piano di Bacino per la parte del territorio provinciale compresa nel bacino del Fiume Po* - Accordo di Pianificazione ai sensi dell'art. 57 della L.R. 36/1997 tra Autorità di Bacino del Fiume Po, Regione Liguria e Provincia di Genova"), alla *"Carta dei Dissesti"* (cfr. stralcio cartografico fuori scala – *allegato 2*) il comparto in esame viene inserito in zona "Ee: aree a pericolosità molto elevata", relativamente ad esondazioni e dissesti di carattere torrentizio. Secondo l'articolato normativo in attuazione del suddetto progetto, risulta quanto segue:

- secondo il **comma 7 dell'art. 6 (limitazioni alle attività di trasformazione e d'uso del suolo derivanti dalle condizioni di dissesto idraulico e idrogeologico)** nelle aree Ee sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;

- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti all'art. 3, comma 1, lett. a, b, c, del D.P.R. 380/2001;

- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;

- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e di restauro e di risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;

- i cambiamenti delle destinazioni colturali, purché non interessanti una fascia di ampiezza di 4 m dal ciglio della sponda ai sensi del R.D. 523/1904;

- gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;

- le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni;

- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili e relativi impianti, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente, ai sensi del successivo comma 15.

Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti";

- secondo il **comma 15** dello stesso **art. 6:**

"le verifiche tecniche, redatte da professionista abilitato, finalizzate alla dimostrazione della compatibilità degli interventi con le limitazioni imposte in relazione alle condizioni di dissesto, costituiscono presupposto essenziale di ammissibilità, ai fini del rilascio del titolo abilitativo o dell'approvazione del progetto da parte dell'Autorità a ciò preposta, previo parere vincolante dei competenti Uffici sulla base delle specifiche competenze in materia di difesa del suolo".

La presente indagine, volta a definire gli elementi che determinano il livello di pericolosità e ad individuare le modalità tecnico-esecutive dell'intervento, attesta che la realizzazione delle opere in progetto non aggraverà le condizioni di stabilità del versante, ma, al contrario, potrà comportare sensibili miglioramenti in tal senso.

Per quanto riguarda, poi, l'impatto dell'opera sull'ambiente, va detto che gli elementi conduttori della progettazione dell'intera opera, tenuto anche conto dell'impianto di cantiere, sono stati i seguenti:

- minimizzazione degli impatti, di qualsivoglia natura, sulla strutturazione ecosistemica ideale del sito e maggior rispetto possibile delle emergenze ambientali presenti;
- raggiungimento, al termine delle opere di ripristino ambientale e rinaturazione di fine intervento, di una situazione che non solo risulti conservativa dei valori preesistenti, ma produca un bilancio, per il maggior numero di aspetti possibili (vegetazionale, paesaggistico, ecc.), addirittura positivo.

A tal fine, particolare attenzione andrà posta già nella delicata fase di cantiere, che necessiterà di un'accurata progettazione esecutiva degli accessi e dell'impianto, e una calendarizzazione meditata, ponendo principalmente l'attenzione sulla prevenzione di intorbidamenti dell'acqua.

Nei tratti più naturali interessati dagli interventi occorrerà mettere a dimora, una volta realizzato un adeguato recupero morfologico, le specie arbustive e/o arboree presenti prima dell'intervento; in questo senso si potrà ricorrere, eventualmente, a tecniche di ingegneria naturalistica, impiegando, per quanto possibile, specie autoctone, in particolare erbacee, secondo criteri che consentano, oltre che il recupero della stabilità dei tratti acclivi, la migliore integrazione nell'ambiente circostante. Specie colonizzatrici, comunque compatibili con l'ambiente naturale locale, potranno essere utilizzate qualora il reperimento sul mercato di alcune specie autoctone risultasse problematico. In questo caso, tali specie potranno favorire migliori condizioni per lo sviluppo delle specie autoctone, permettendo loro di diffondersi spontaneamente in seguito.

Le piste provvisorie di cantiere, eliminate a fine lavori, dovranno essere sottoposte ad adeguati interventi di ripristino e rinaturalizzazione, riproponendo le caratteristiche vegetazionali del sito e, dal punto di vista floristico, utilizzando, possibilmente, piante riferibili ai genotipi locali.

Va precisato, inoltre, che, al fine di garantire una continuità di passaggio dell'ittiofauna tra valle e monte dell'opera di sbarramento artificiale esistente, per spostamenti periodici dettati da esigenze riproduttive, o giornalieri per la ricerca di cibo, verrà realizzata, a corredo delle opere in questione, una scala di risalita della fauna ittica in massi cementati, con le seguenti caratteristiche geometriche (cfr. Tavole 8 e 13 degli elaborati progettuali a corredo del *"Progetto Definitivo"*):

- larghezza: 1.50 m;
- lunghezza: 30 m circa;
- dislivello tra i bacini: 0.20 m circa;
- lunghezza dei bacini: 1 m circa;
- differenza quota del pelo libero tra monte e valle: 4.50 m;
- pendenza p (H/L): 15%

In ultima analisi, rimandando comunque per una esaustiva trattazione dell'argomento agli elaborati scritti e grafici relativi al "Progetto Definitivo", redatti a cura della Ovadaprogetti S.a.s. – Via V. Veneto n. 11 – Ovada (AL), si sottolinea come la

realizzazione dell'impianto possa comportare una serie di effetti positivi sull'ambiente e sulla collettività, tra cui:

- la mancata emissione in atmosfera di circa 500 tonnellate di anidride carbonica all'anno, necessarie per la produzione della stessa quantità di energia dell'impianto in progetto da fonti tradizionali, mediante ad esempio la combustione di circa 30 tonnellate di gasolio;
- la fornitura di energia pulita rinnovabile ad un nucleo abitato di circa 430 famiglie.

VERIFICA DI COMPATIBILITA' DELLO STRUMENTO URBANISTICO GENERALE CON IL PIANO DI ASSETTO STRALCIO DEL PO

CARTA DI ZONIZZAZIONE GEOLOGICO TECNICA

FUORI SCALA

Area dell'intervento

LEGENDA

A - A- Aree di tutela e rispetto dei maggiori corsi d'acqua

Fa - Frane attive in corpi detritici

Accumuli detritici (riporti) con problematiche di tipo essenzialmente geotecnico

Fa - Crolli diffusi in roccia

Frane puntuali

Fq - Frana quiescente

Fs - Frana stabilizzata

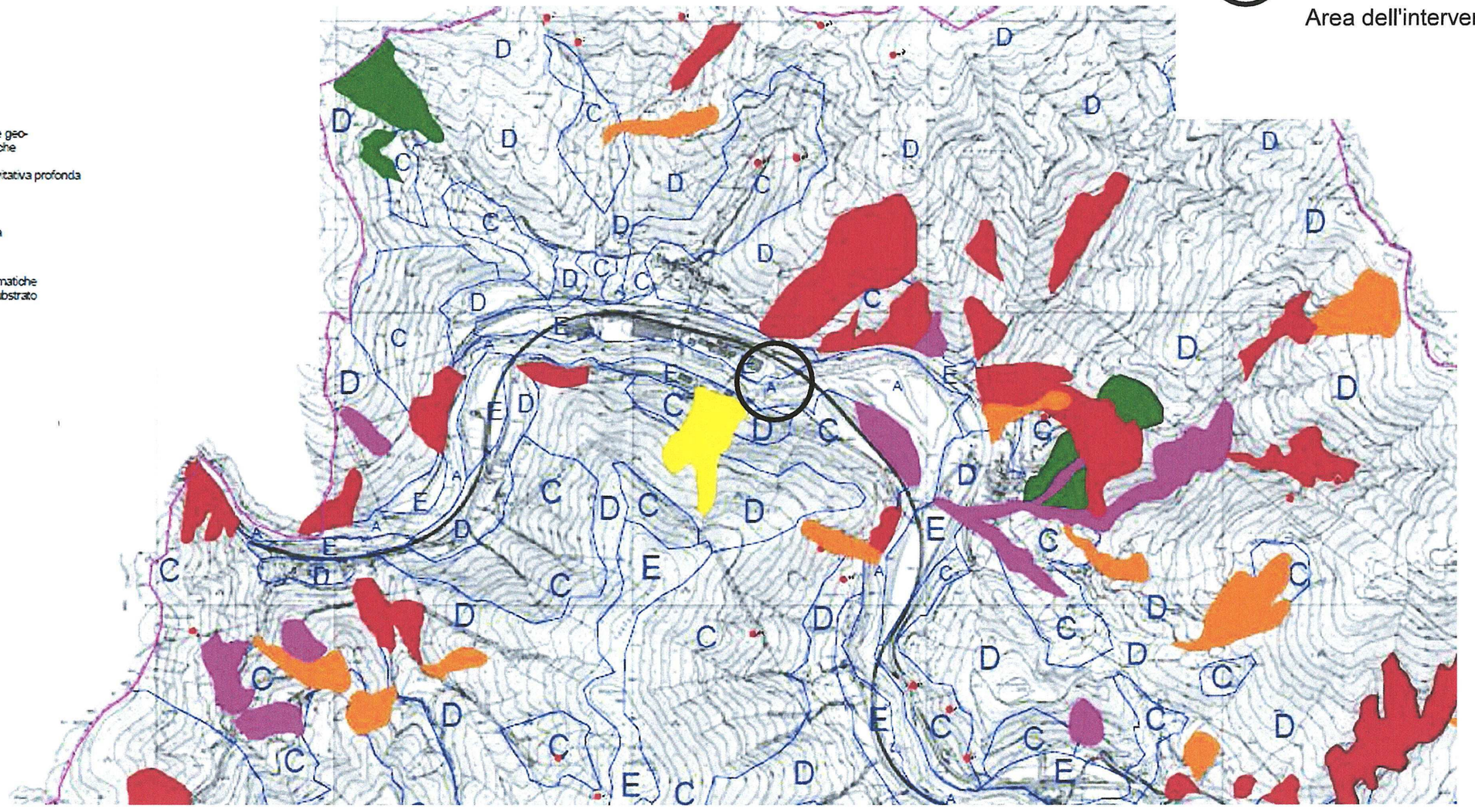
C - C - Aree con problematiche geo-morfologiche e idrogeologiche

DGPV - Deformazione gravitativa profonda

Fd - Aree a franosità diffusa

D - D- Aree con normali problematiche legate al reperimento del substrato

E - E- Aree senza particolari problematiche geologiche



LEGENDA

Delimitazione delle aree in dissesto

FRANE

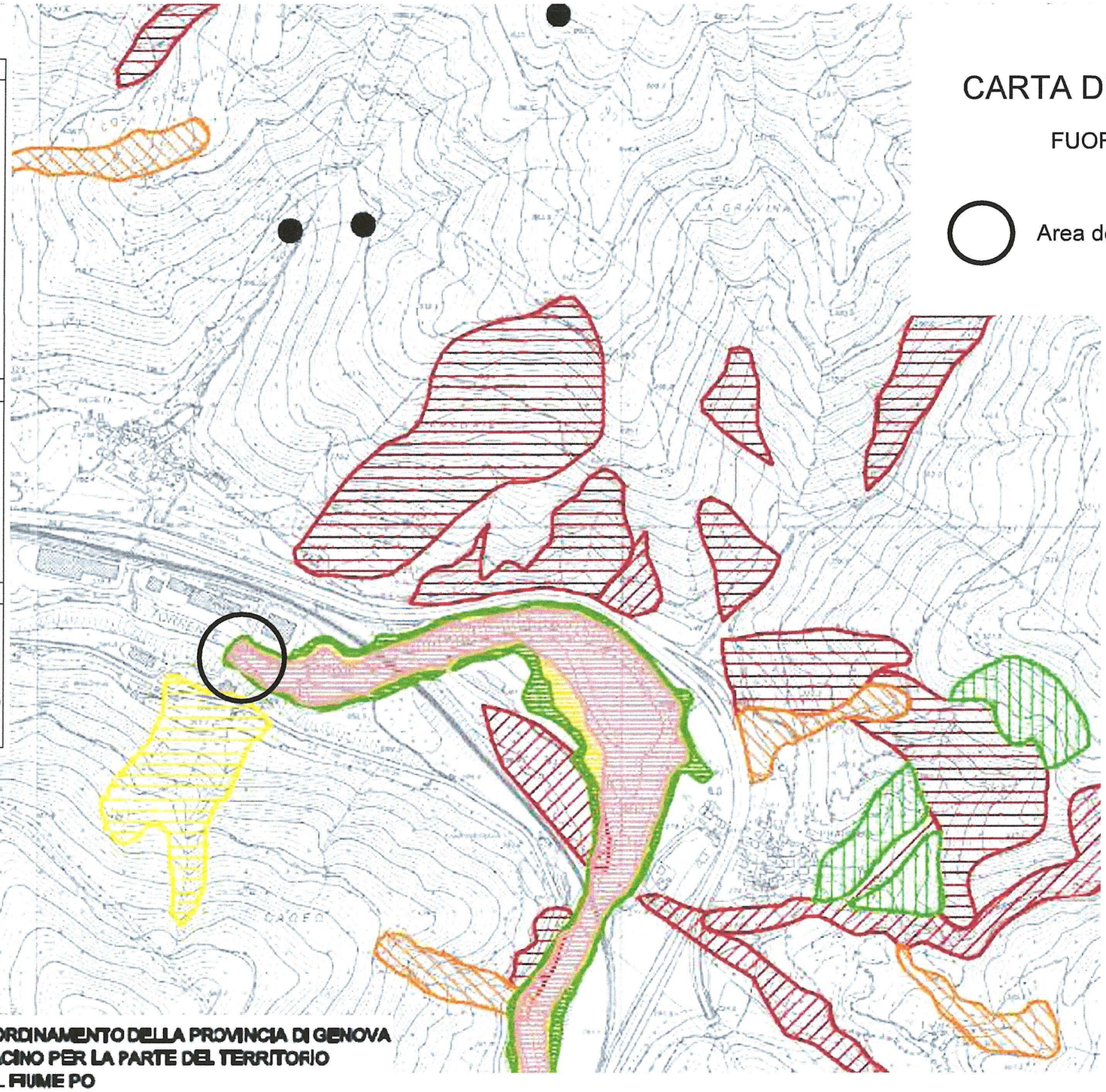
- Aree interessate da frane attive (Fa) (pericolosita' molto elevata)
- Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi (Acr) (pericolosita' molto elevata)
- Aree interessate da frane quiescenti (Fq) (pericolosita' elevata)
- Aree interessate da frane stabilizzate (Fs) (pericolosita' media o moderata)
- Aree soggette a franosita' superficiale diffusa (Fd) (pericolosita' moderata)
- Aree soggette a deformazioni gravitative profonde di versante (DGPV) – (pericolosita' moderata)
- Frane attive non perimetrate (comma 6, art. 6 delle Norme di attuazione della VBP)

ESONDAZIONI E DISSESTI MORFOLOGICI DI CARATTERE TORRENTIZIO

- Aree a pericolosita' molto elevata (Ee)
- Aree a pericolosita' elevata (Eb)
- Aree a pericolosita' media (Em)
- Aree a pericolosita' molto elevata non perimetrate (Ee) (comma 10, art. 6 delle Norme di attuazione della VBP)

TRASPORTO DI MASSA SUI CONOIDI

- Aree di conoidi attivi non protette (Ca) (pericolosita' molto elevata)
- Aree di conoidi attivi parzialmente protette (Cp) (pericolosita' elevata)
- Aree di conoidi non recentemente riattivatisi o completamente protette (Cn) (pericolosita' media o moderata)



CARTA DEI DISSESTI

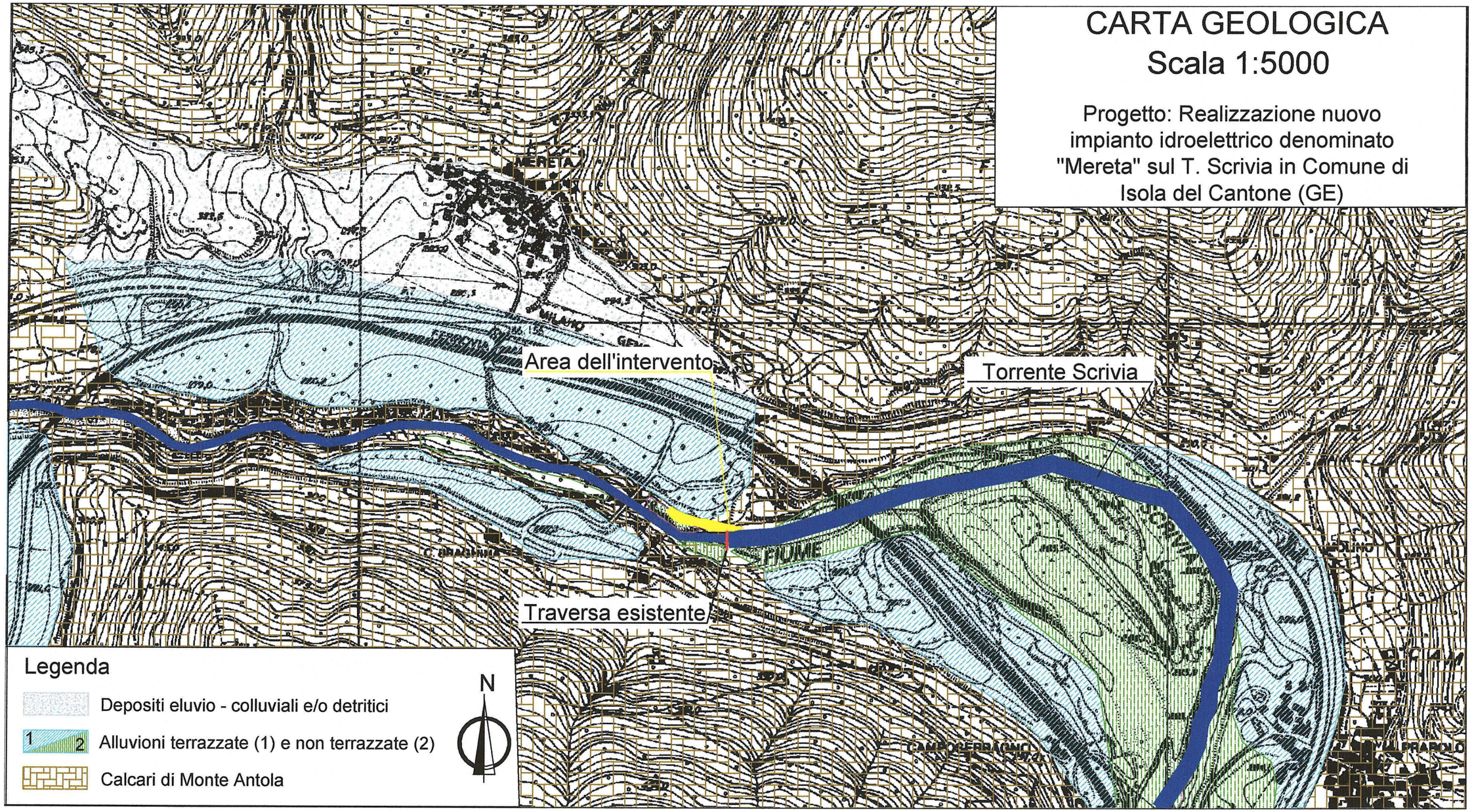
FUORI SCALA

Area dell'intervento

VARIANTE AL PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO DELLA PROVINCIA DI GENOVA CON VALORE ED EFFETTI DEL PIANO DI BACINO PER LA PARTE DEL TERRITORIO PROVINCIALE COMPRESA NEL BACINO DEL FIUME PO

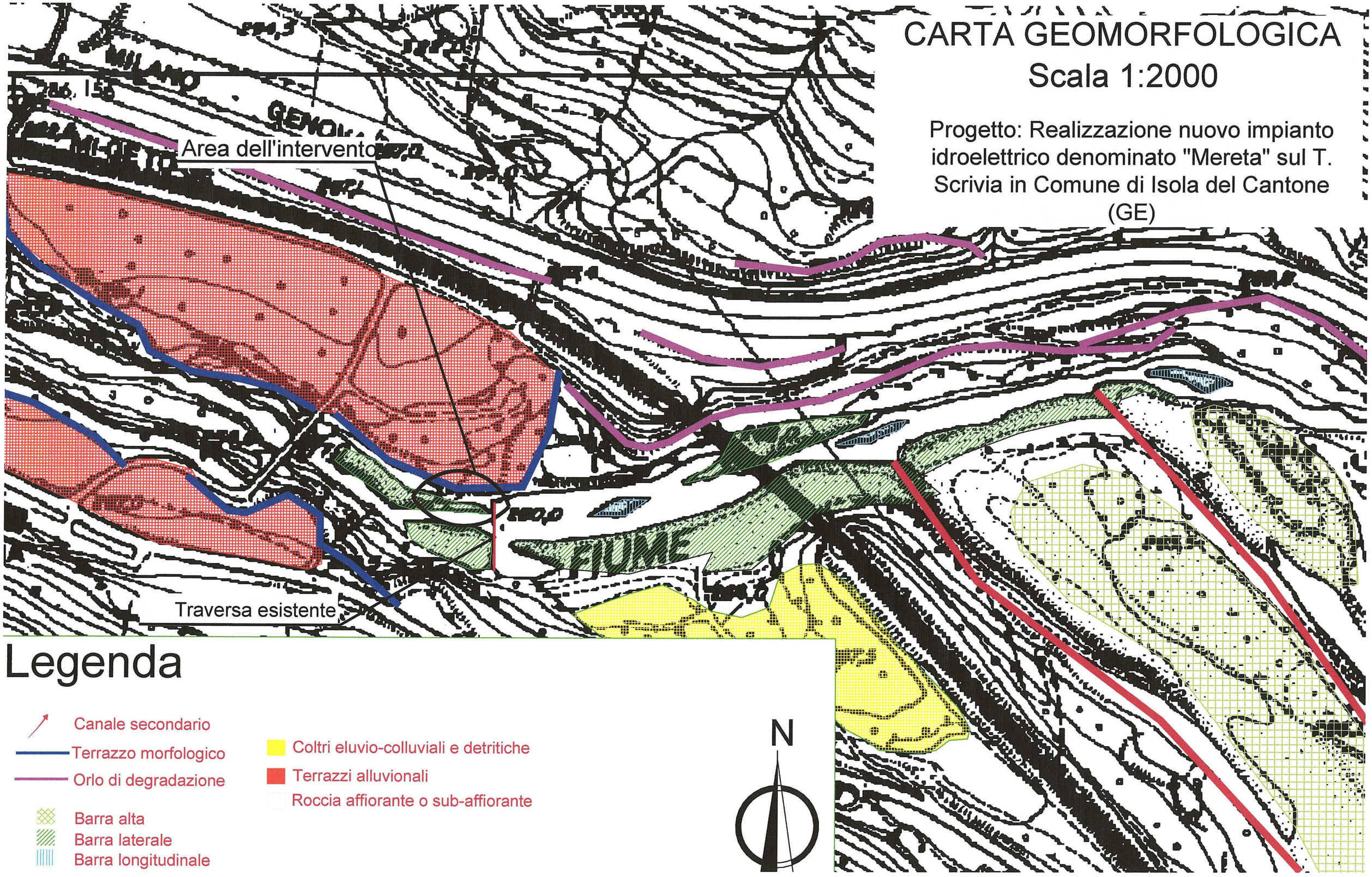
CARTA GEOLOGICA
Scala 1:5000

Progetto: Realizzazione nuovo impianto idroelettrico denominato "Mereta" sul T. Scrivia in Comune di Isola del Cantone (GE)



CARTA GEOMORFOLOGICA
Scala 1:2000

Progetto: Realizzazione nuovo impianto idroelettrico denominato "Mereta" sul T. Scrivia in Comune di Isola del Cantone (GE)



Legenda

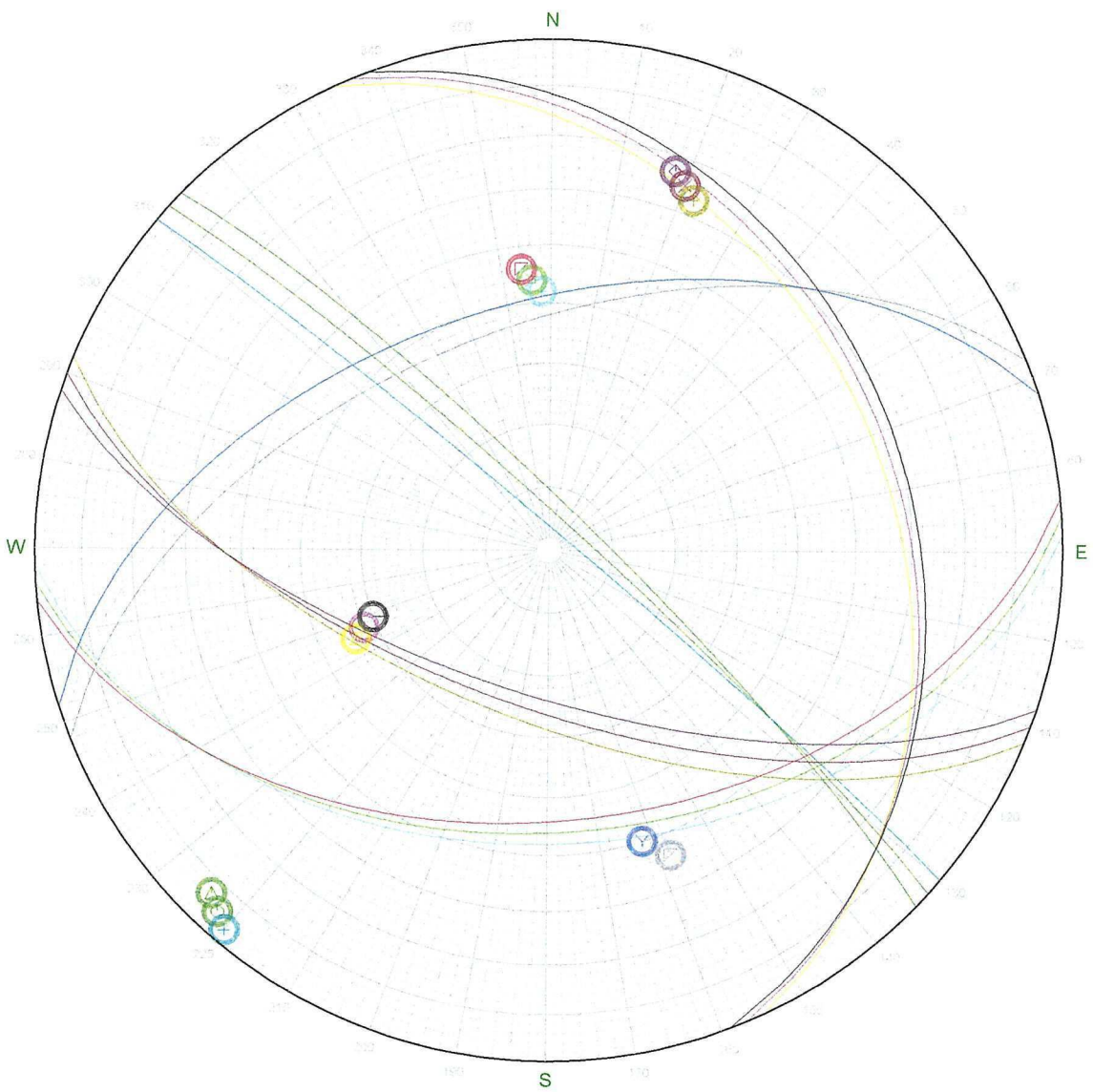
- Canale secondario
- Terrazzo morfologico
- Orlo di degradazione
- Barra alta
- Barra laterale
- Barra longitudinale
- Coltri eluvio-colluviali e detritiche
- Terrazzi alluvionali
- Roccia affiorante o sub-affiorante

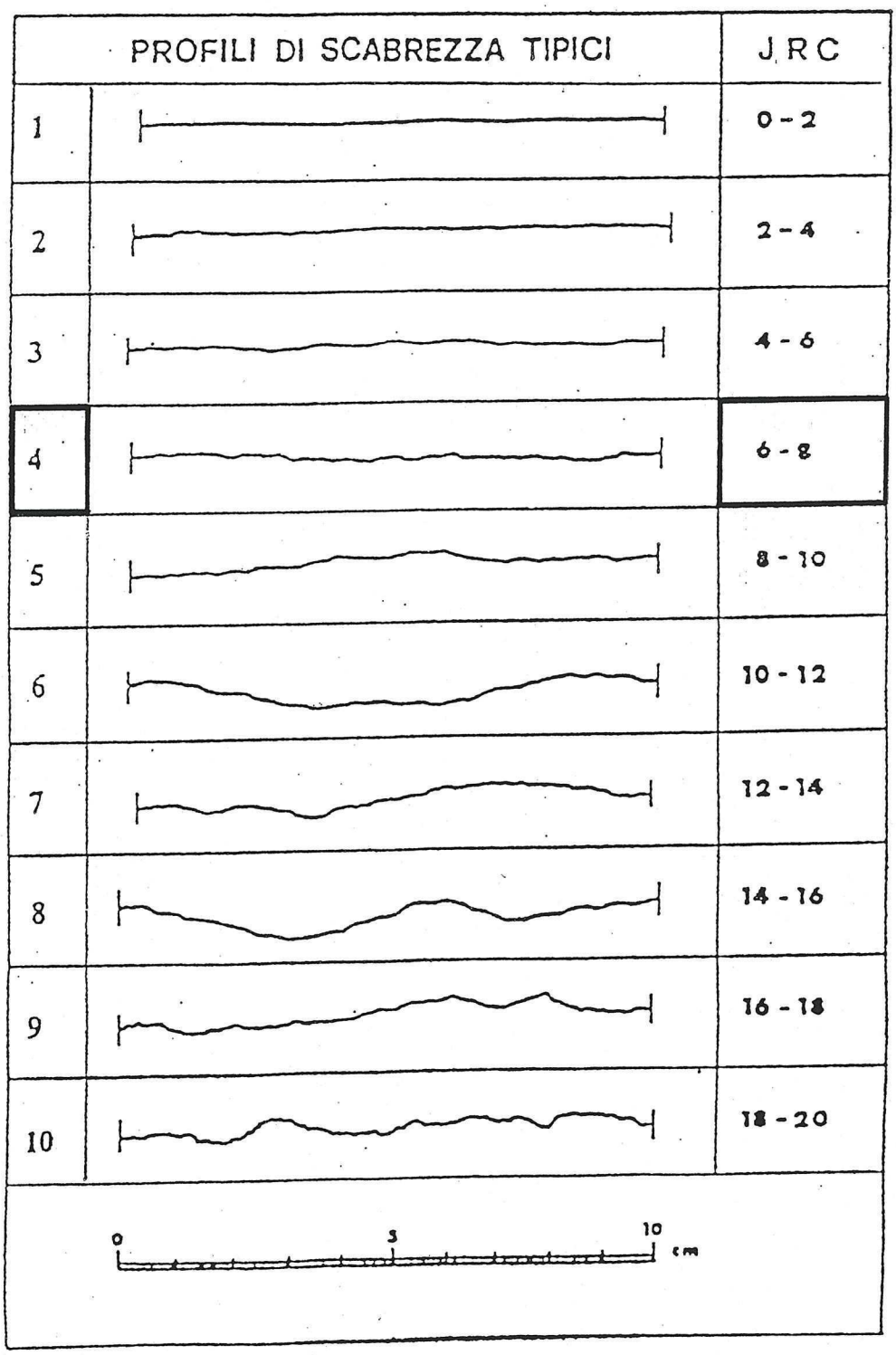
RILIEVO STRUTTURALE

cluster analysis

Nuovo impianto idroelettrico denominato "Mereta" sul Torrente Scrivia

Comune di Isola del Cantone (GE)

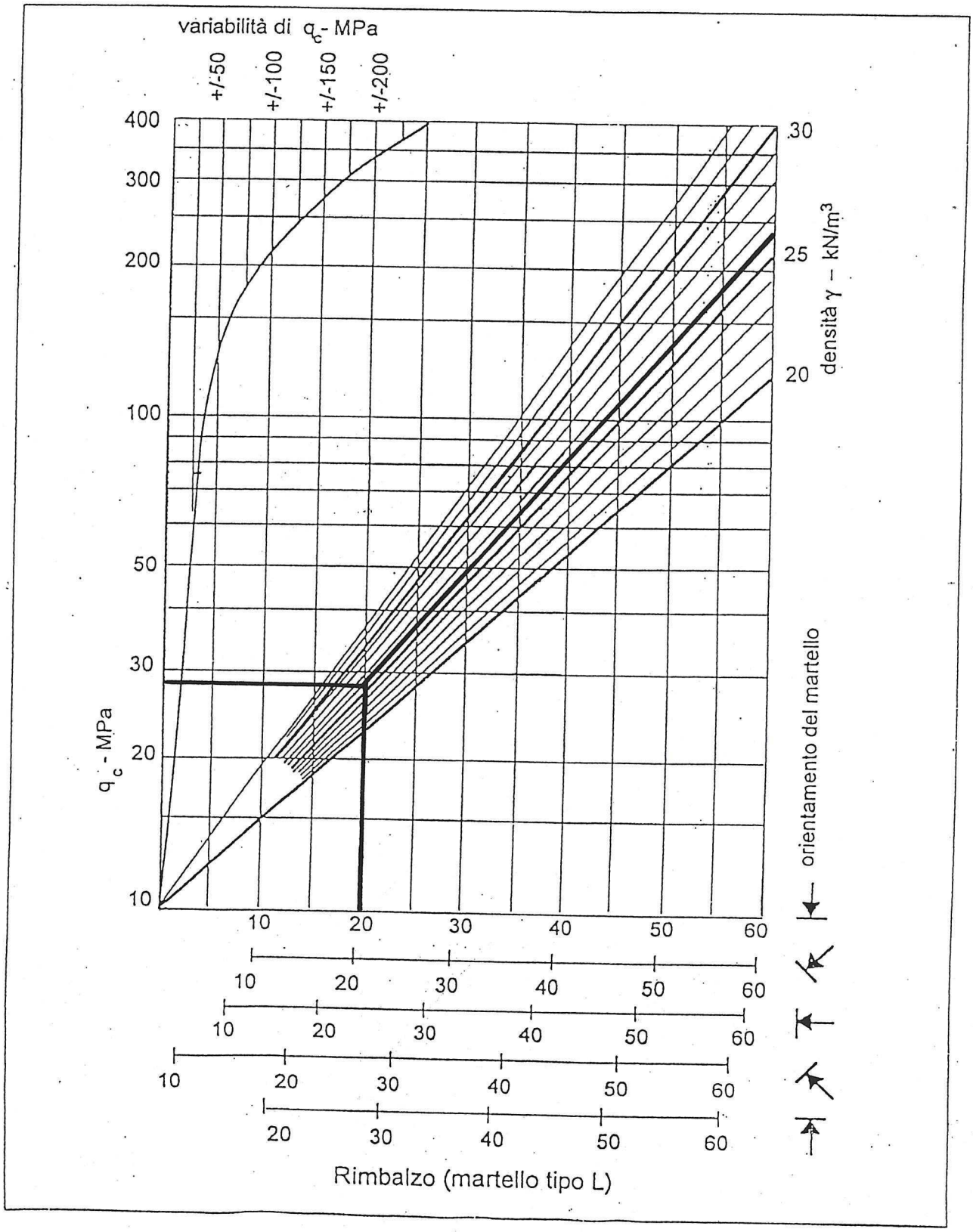




Classificazione dei profili di scabrezza secondo Barton e corrispondenti valori del parametro JRC.

GRAFICO R_L - q_c

Martello di Schmidt tipo L (energia di percussione = 0.075 kgxm)



Allegati 8

Test di Markland

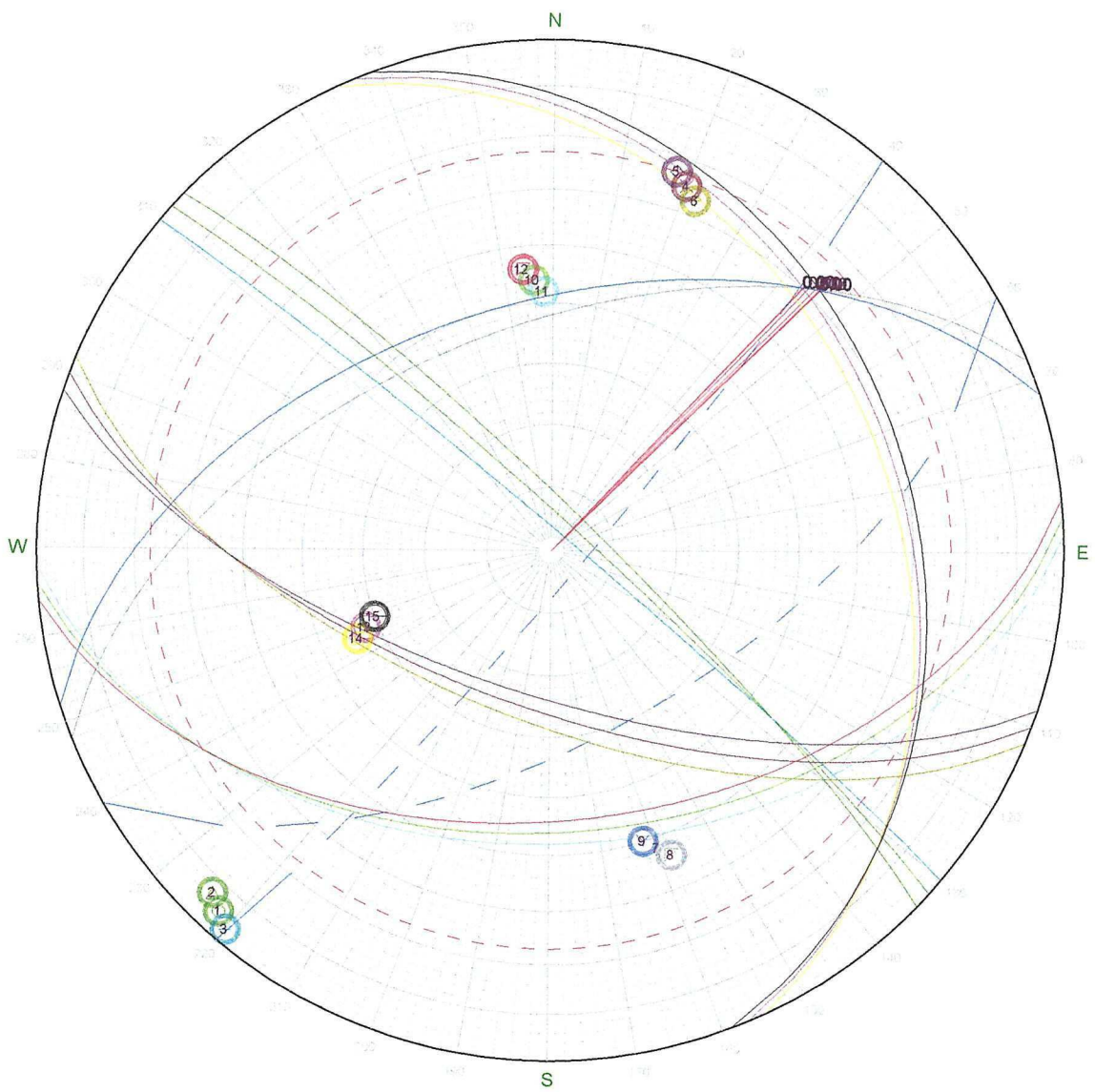
RILIEVO STRUTTURALE

cluster analysis

Nuovo impianto idroelettrico denominato "Mereta" sul Torrente Scrivia

Comune di Isola del Cantone (GE)

Test di Markland (fronte NO)



www.geoandsoft.com

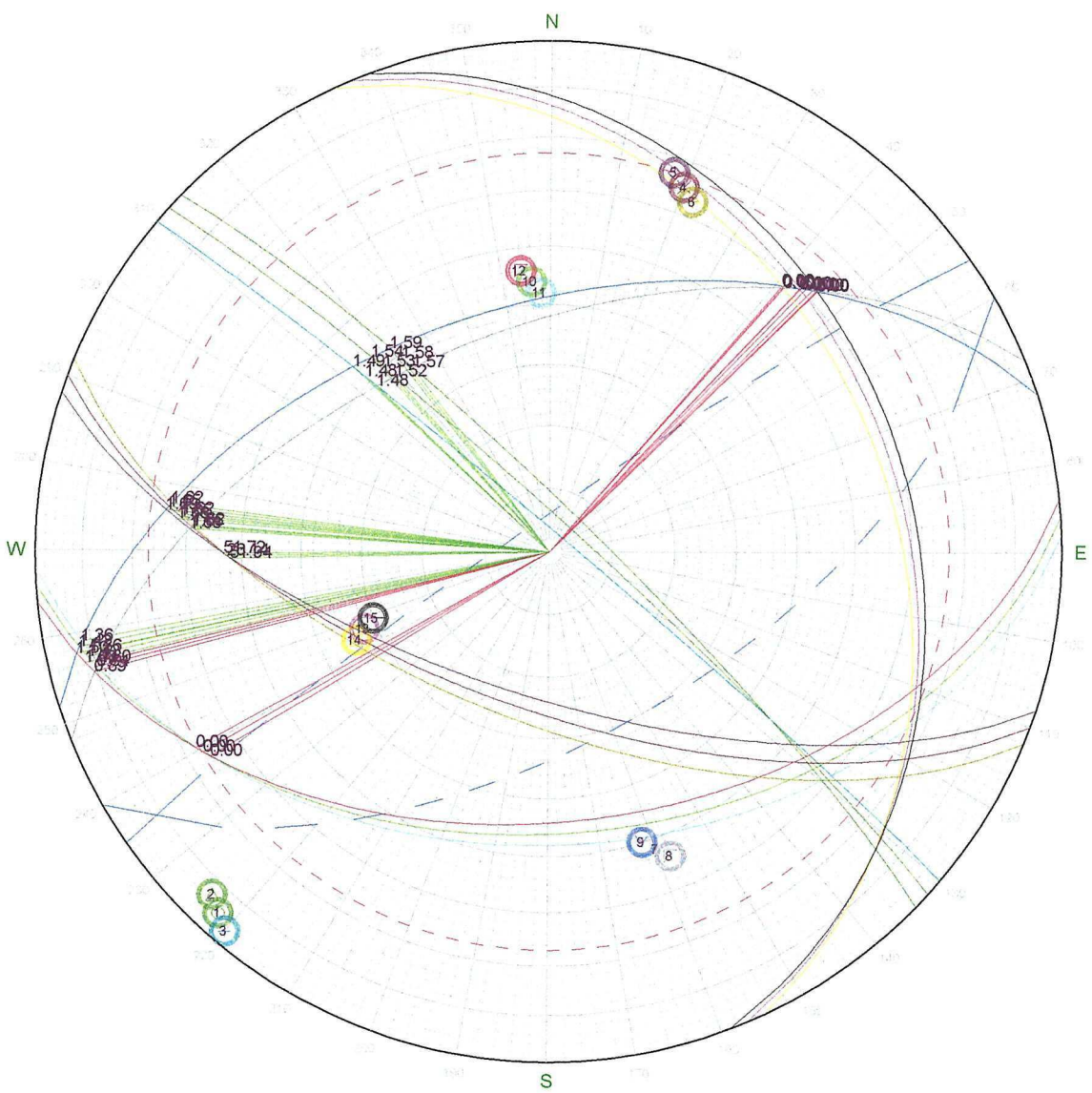
RILIEVO STRUTTURALE

cluster analysis

Nuovo impianto idroelettrico denominato "Mereta" sul Torrente Scrivia

Comune di Isola del Cantone (GE)

Test di Markland (fronte SO)



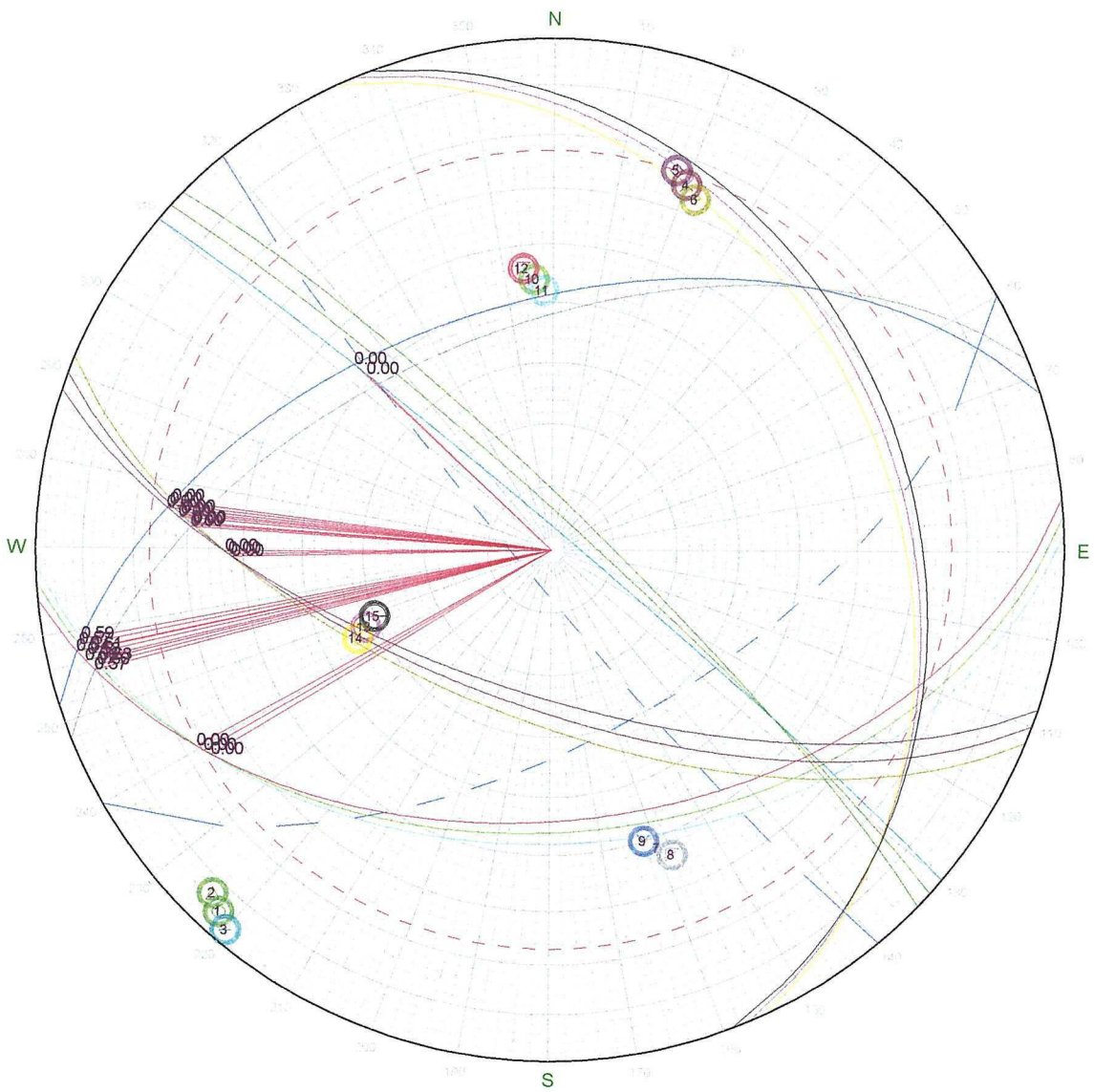
RILIEVO STRUTTURALE

cluster analysis

Nuovo impianto idroelettrico denominato "Mereta" sul Torrente Scrivia

Comune di Isola del Cantone (GE)

Test di Markland (fronte NE)


N
W
E
S
0.00
0.00
0.00

RILIEVO STRUTTURALE

cluster analysis

Nuovo impianto idroelettrico denominato "Mereta" sul Torrente Scrivia

Comune di Isola del Cantone (GE)

Test di Markland (fronte SE)

