Provincia di Brescia

Comune di Bienno

Comune di Prestine

IMPIANTO IDROELETTRICO "VASO RE' BIENNO"

sul canale artificiale esistente Vaso Re'

PROGETTO ESECUTIVO

Soggetto richiedente:

Comune di Bienno, Piazza Liberazione, 1 – 25040 Bienno (BS)
Tel. 0364 400 01 – Fax. 0364 406 610

25/03/2015	*PRIMA EMISSIONE*	*SOLIDeng*	0004	04	T0008
Data	*Descrizione dell'aggiornamento*	*ESTENSORE:*	*CODICE UNIVOCO ELAB.*		

Contenuto dell' elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA E SISMICA

Progettazione a cura dell'A.T.P. "G.S.R."

Mandataria capogruppo: Gruppo Ingegneria Energetica GIE s.r.l.
Via Creta, 31 25124 – Brescia
Codice fiscale e partita IVA: 030 23 580 982
Telefono e FAX: +39.(0)30.24.22.381 – info@gie-hydro.com

Mandante: SOLIDeng s.r.l.
Piazza Medaglie d'Oro, 3/G 25047 – Darfo Boario Terme (BS)
Codice fiscale e partita IVA: 035 02 170 982 – R.E.A.: BS-539523
Telefono e FAX: +39.(0)364.52.95.66 – info@solideng.it – protocollo@pec.solideng.it

Studio associato
ING.RI ROSSA
&
GEOM. PEDRETTI

Mandante: Ing. Rossa Ettore appartenente allo Studio associato Ing.ri Rossa & Geom. Pedretti
Via Pelabrocco – Condominio PERGOLA, 25043 Breno (BS) – ITALY
Telefono: +39.(0)364.22.747 – e-mail: rossa@g3informatica.it

I Progettisti:

II R.U.P.
(Comune di Bienno)

La presente relazione è redatta a compendio del progetto esecutivo per la realizzazione dell'impianto idroelettrico denominato "Vaso Re' Bienno" in Comune di Bienno.

Si precisa inoltre che:

- **l'uso delle acque è già stato assentito con atto n. 5093 in data 30-10-2013 dalla Provincia di Brescia con apposito Disciplinare le cui prescrizioni vengono qui interamente recepite.**
- **con Decreto n. 1384 del 16-04-2013, la Provincia di Brescia – Area innovazione e Territorio Settore Assetto Territoriale, Parchi, V.I.A. cartografia e G.I.S. ha espresso giudizio positivo circa la compatibilità ambientale relativa al presente progetto;**
- **con Atto Dirigenziale n. 1640 del 06/03/2015 la Provincia di Brescia- Settore Ambiente ha disposto l'Autorizzazione Unica ai sensi dell'Art. 12 del Decreto Legislativo 387/2003, al Comune di Bienno, per la costruzione e l'esercizio dell'impianto idroelettrico denominato "Vaso Re Bienno" – Catasto Utenze Idriche BS03232322011 – Cod. Fald. 2804**

Per l'analisi degli aspetti attinenti questo elaborato si rimanda alla documentazione progettuale di seguito elencata:

- Elaborato "All.02_RELAZIONE GEOLOGICA", presentato nel Progetto di Concessione redatto e firmato dal Geol. Gilberto Zaina e depositato al p.g. della Provincia di Brescia al n.0144289 del 27 Dicembre 2011;
- Elaborato "All.02_RELAZIONE GEOLOGICA ERRATA CORRIGE – TAV.2a E TAV.2b (CARTE GEOMORFOLOGICHE) redatto e firmato dal Geol. Gilberto Zaina e presentato al p.g. della Provincia Di Brescia il 5 Dicembre 2012.
- Elaborato "R.I.03_RELAZIONE INTEGRATIVA ALLA RELAZIONE GEOLOGICA" redatto e firmato dal Geol. Gilberto Zaina e depositato al p.g. della Provincia Di Brescia il 5 Dicembre 2012;
- ERRATA CORRIGE – Relazione Geologica Geotecnica e Sismica – Pag. 4 del Depositato agli atti nell'ambito della procedura di Autorizzazione Unica il 16/01/2015;
- ERRATA CORRIGE – Relazione Geologica Geotecnica e Sismica – Tavola 2° - Depositato agli atti nell'ambito della procedura di Autorizzazione Unica il 16/01/2015.

Comune di BIENNO

Provincia di BRESCIA

Comune di PRESTINE

DOMANDA DI DERIVAZIONE DI CORPO IDRICO SUPERFICIALE AD USO IDROELETTRICO

Impianto "Vaso Re' Bienno" sul Vaso Re'

Richiedente:
Comune di Bienno, Piazza Liberazione, 1 – 25040 Bienno (BS)
Tel. 0364 400 01 – Fax. 0364 406 610

Dic. 2011	PRIMA STESURA
Data	Descrizione dell'aggiornamento

Progettazione a cura di:
Ing. Mion Luca
Via Roma, 9 25040 Cevo (BS) – Tel. 0364 634 561 – e-mail: ing@mionluca.it
in collaborazione con
Ing. Rossa Ettore
Via Pelabrocco – PERGOLA, 25043 Breno (BS) – Tel. 0364422747 – e-mail: rossa@g3informatica.it

Elaborato

A11.02

Contenuto dell'allegato:

RELAZIONE GEOLOGICA

Il Tecnico:

ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA
ZAINA GILBERTO nº 916

Il Richiedente della Concessione:

1 PREMESSA 2

2 UBICAZIONE ED INQUADRAMENTO 3

3 VINCOLI DI NATURA GEOLOGICA 5

4 SINTESI DEGLI ASPETTI PROGETTUALI 12

4.1 L'opera di derivazione. 12

4.2 La condotta forzata 12

4.3 L'edificio centrale 14

4.4 Il canale di scarico 14

5 ASPETTI GEOLOGICI GENERALI 15

6 ASPETTI GEOLOGICI DI DETTAGLIO 16

6.1 L'opera di derivazione 16

6.2 La condotta forzata 17

6.3 Il locale centrale 19

7 GIUDIZIO DI FATTIBILITÀ ED INDICAZIONI SULLE MODALITÀ D'INTERVENTO 20

1 Premessa

La presente indagine è stata condotta su incarico dell'AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI BIENNO, con sede in Piazza Liberazione, 1 a Bienno (Brescia) ed è mirata all'esame degli aspetti geologici e geomorfologici della porzione di territorio comunale interessato dal progetto *DERIVAZIONE DI CORPO IDRICO SUPERFICIALE AD USO IDROELETTRICO – Impianto "VASO RE' BIENNO" sul Vaso Rè*.

La relazione è stata redatta attenendosi alle indicazioni riportate nella L.R. n° 57 del 28 Novembre 1986 - *"Costruzione, esercizio e vigilanza degli sbarramenti di ritenuta e dei bacini di accumulo di competenza regionale"* - e successive modifiche; la fase d'indagine è stata condotta avvalendosi dei dati disponibili presso gli uffici tecnici comunali e dei risultati di rilievi di terreno condotti nelle aree direttamente interessate dal progetto e nelle zone circostanti.

Con riferimento alla dinamica geomorfologica dei siti, viene espresso un giudizio di fattibilità sulle opere esprimendo alcune valutazioni in merito alle criticità geologiche dei siti.

L'indagine è comprensiva dei seguenti allegati riportati a fine testo:

1. Ubicazione ed inquadramento delle opere – scala 1:10.000
2. Carta geologica e geomorfologica – scala 1:2.000 (2 TAVOLE)

2 Ubicazione ed inquadramento

L'impianto in progetto si sviluppa in sinistra idrografica della Valle Delle Valli (per il tratto superiore) e in sinistra idrografica del Torrente Grigna, nell'ambito urbanizzato dell'abitato di Bienno (Provincia di Brescia).

L'ubicazione delle opere è illustrata nell'allegato 1 a fine testo, redatto sulla base della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000, mentre di seguito si riporta l'estratto dell'ortofoto del 2007 riportata nel Geoportale della Regione Lombardia.



Come desunto dai documenti di progetto, l'impianto in progetto prevede la derivazione e lo sfruttamento a fini idroelettrici di quota parte delle acque del Vaso Rè ed è costituito dai seguenti elementi:

- *l'opera di derivazione* è impostata a quota 530 m s.l.m sul canale di derivazione esistente denominato VASO RE'. Il Vaso Rè è un canale artificiale (attivo sin dal XI secolo) che deriva le acque del Torrente Grigna e del Torrente Valle delle Valli: la derivazione aveva lo scopo di alimentare in serie gli opifici presenti all'interno degli abitati di Bienno e Berzo Inferiore. Il canale, che nel tratto iniziale segue la sponda destra del Torrente Valle delle Valli, si sviluppa all'interno dell'abitato di Bienno;

- *la condotta forzata* segue dapprima la scarpata d'erosione del Torrente Valli delle Valli per poi seguire i tracciati stradali esistenti all'interno dell'abitato di Bienno;

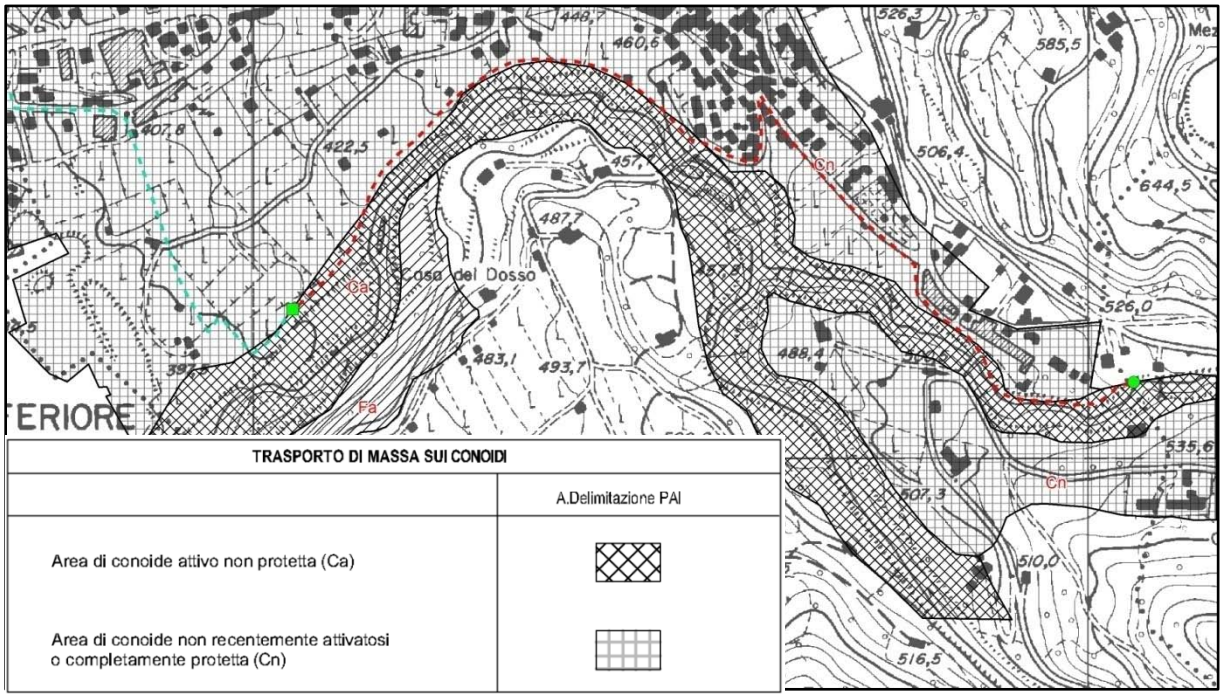
- *l'edificio centrale* è previsto a quota 405 m s.l.m. negli ambiti compresi fra la zona industriale e l'alveo del Torrente Grigna, in prossimità dell'esistente Isola Ecologica del Comune di Bienno;

- il tracciato del *canale di scarico* (che reimmette le acque nel Vaso Rè) si sviluppa lungo le direttrici stradali esistenti all'interno dell'abitato di Bienno – Zona Industriale.

3 Vincoli di natura geologica

Nel presente paragrafo vengono riportati e descritti i vincoli di carattere geologico (*PAI – Piano di Assetto Idrogeologico; Fattibilità Geologica ai sensi della L41/97*) che insistono sulle aree interessate dalle attività in progetto.

È parte integrante dei Documenti di Piano del PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO del Comune di Bienno la ***TAV. DP – 1e.1 Carta del Dissesto con legenda uniformata PAI*** (Piano di Assetto Idrogeologico), della quale di seguito si riporta l'estratto focalizzato sul settore d'intervento.



Dalla cartografia si evince come le aree interessate dalle attività in progetto ricadano in ambiti interessabili dalla dinamica di TRASPORTO IN MASSA SUI CONOIDI definiti come:

Ca - Area di conoide attivo non protetta.

Cn – Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta.

Le attività all'interno di tali aree sono regolate dall'art. 9 delle NTA (Norme Tecniche d'Attuazione) del PAI:

Art. n. 9:

*7. Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, nelle aree **Ca** 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 alle lettere a), b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;

- 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, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;

- l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue.

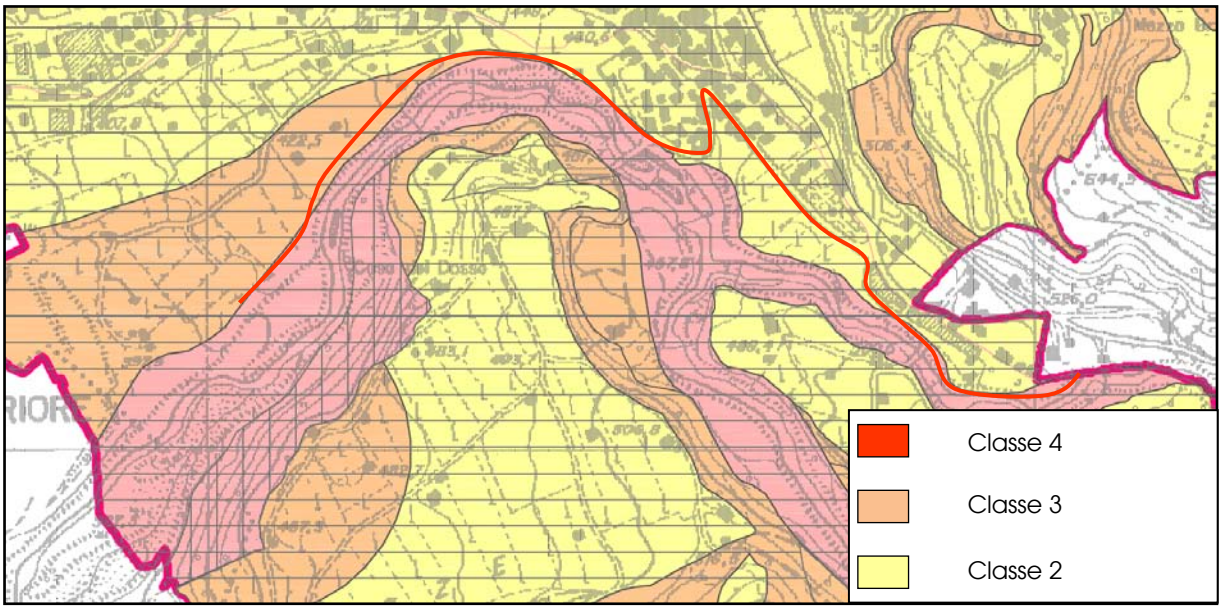
……

*9. Nelle aree **Cn** compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e*

prevenzione ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225. Gli interventi ammissibili devono in ogni caso essere soggetti ad uno studio di compatibilità con le condizioni del dissesto validato dall'Autorità competente.

In accordo con i contenuti della Deliberazione n. 10/2009 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, l'intervento è da ritenersi compatibile in quanto opere finalizzate alla produzione di energia elettrica.

È parte integrante dei Documenti di Piano del PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO del Comune di Bienno la TAV. DP – 1d.1*Carta della Fattibilità geologica per le azioni di piano (scala 1:10.000),* della quale di seguito si riporta l'estratto incentrato sul settore d'intervento.



Dalla cartografia si evince come le aree interessate dalle attività in progetto ricadano in ambiti classificati come:

- CLASSE 2/Sottoclasse Cn: comprendente aree con modeste limitazioni alla destinazione d'uso dei terreni. Norma di riferimento: Art. 2 della NTA
- CLASSE 3/Sottoclasse Cn: comprendente aree con consistenti limitazioni alla destinazione d'uso dei terreni. Norma di riferimento: Art. 3.1 della NTA
- CLASSE 4/Sottoclasse Ca: comprendente aree con gravi limitazioni alla destinazione d'uso dei terreni. Norma di riferimento: Art. 4.1 della NTA

Le attività all'interno di tali aree sono dunque regolate dai seguenti articoli delle norme di piano definite in relazione alle criticità geologiche rilevate e recepite nel PGT:

Classe 2 sottoclasse 2Cn – Fattibilità con modeste limitazioni

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate condizioni limitative alla modifica di destinazione d'uso dei terreni, per superare le quali si rende necessario realizzare approfondimenti di carattere geologico–tecnico e/o idrogeologico e/o idrologico, finalizzati alla realizzazione di eventuali opere di bonifica, ma comunque relativi al singolo progetto. Si tratta quindi di zone in cui la situazione geologica presenta un quadro leggermente problematico, ma che con l'applicazione di opportuni accorgimenti tecnici e/o introducendo eventuali limitazioni possono essere utilizzate. Tale utilizzo presuppone l'effettuazione di accertamenti geologici in relazione alle problematiche individuate per quanto limitati e finalizzati al singolo progetto edilizio. In queste aree è pertanto consentito realizzare nuove edificazioni ed interventi di carattere edilizio, nel rispetto delle norme del Piano di Governo del Territorio, con le eventuali limitazioni che verranno evidenziate nelle relazioni geologiche a supporto dei singoli progetti. Questa classe comprende le aree con acclività fino a 25° per terreni e 35° per le rocce. Sono comprese in questa classe le aree prossime alle scarpate morfologiche e ai versanti ripidi oggetto di potenziali fenomeni di instabilità.

Sono state incluse anche quelle aree senza particolari problemi di carattere geologico ma che per altitudine, caratteri geologici e/o paesaggistici richiederebbero, per il loro utilizzo, un preventivo e dettagliato studio geoambientale o comunque edificazione a basso impatto, rispettosa dell'elevato pregio naturalistico dei luoghi.

Nella carta di fattibilità le zone ricadenti in questa classe sono localizzate per buona parte lungo il conoide del torrenti Grigna e lungo i versanti a ridosso dell'abitato. I progetti relativi a nuove edificazioni ricadenti in questa classe, devono essere preventivamente correlati da una nota geologica che esamini gli aspetti idraulici o geotecnici (in relazione alla tipologia di fenomeno individuato in legenda) interferenti con le opere in progetto.

In sintesi gli studi geologici a supporto dei singoli progetti devono in primo luogo verificare la documentazione geologica allegata al PGT ed approfondire, con verifiche dirette sul territorio, la situazione locale in relazione alla tipologia di fenomeno evidenziato nelle carte di fattibilità e di sintesi.

Il Tecnico incaricato deve:

- *fornire il quadro geologico sullo stato dei luoghi;*
- *dettagliare i problemi presenti;*
- *fornire le indicazioni cui il progetto deve attenersi.*

Sarà lo stesso Tecnico a valutare la necessità di eseguire studi di dettaglio approfonditi, in particolare per quanto concerne le classi individuate con la sigla 2Cn.

3.1 Sottoclasse 3 Cn – Fattibilità con consistenti limitazioni

Sono inserite quelle aree che possono essere interessate dal deflusso di piena del Torrente Grigna. In tal caso dovranno essere stimate le aree realmente interessate

da eventuali fenomeni di piena dei corsi d'acqua valutando eventuali interferenze delle opere previste, deviazioni della corrente e modifiche avvenute nel tempo lungo l'asta torrentizia e la conoide. Le verifiche da condurre per tali aree dovranno inoltre stimare l'eventuale materiale solido in carico al corso d'acqua e definire le possibili soluzioni progettuali e destinazioni dei locali previsti.

Per gli interventi di nuova edificazione potranno essere introdotte eventuali limitazioni edificatorie e le seguenti misure di salvaguardia, valide per le aree esondabili, qualora si rilevino possibili fenomeni di esondazione della fase liquida:

a) Misure per evitare il danneggiamento dei beni e delle strutture

- *realizzare le superfici abitabili, le aree sede dei processi industriali, degli impianti tecnologici e degli eventuali depositi di materiali sopraelevate rispetto al livello della piena di riferimento;*
- *realizzare le aperture degli edifici situate al di sotto del livello di piena a tenuta stagna;*
- *disporre gli ingressi in modo che non siano perpendicolari al flusso principale della corrente;*
- *progettare la viabilità minore interna e la disposizione dei fabbricati così da limitare allineamenti di grande lunghezza nel senso dello scorrimento delle acque, che potrebbero indurre la creazione di canali di scorrimento a forte velocità;*
- *progettare la disposizione dei fabbricati in modo da limitare la presenza di lunghe strutture trasversali alla corrente principale;*
- *favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo.*

b) Misure atte a garantire la stabilità delle fondazioni

- *opere di difesa per evitare i fenomeni di erosione delle fondazioni superficiali;*
- *fondazioni profonde per limitare i fenomeni di cedimento o di rigonfiamento di suoli coesivi.*

c) Misure per facilitare l'evacuazione di persone e beni in caso di inondazione

- *uscite di sicurezza situate sopra il livello della piena di riferimento aventi dimensioni sufficienti per l'evacuazione di persone e beni verso l'esterno o verso i piani superiori;*
- *vie di evacuazione situate sopra il livello della piena di riferimento.*

d) Utilizzo di materiali e tecnologie costruttive che permettano alle strutture di resistere alle pressioni idrodinamiche.

e) Utilizzo di materiali per costruzione poco danneggiabili al contatto con l'acqua.

In corrispondenza di tali aree il Tecnico incaricato deve, anche in considerazione delle eventuali modifiche antropiche e/o naturali, a cui l'alveo attuale e l'apparato di conoide possono essere soggetti nel tempo (innalzamento del fondo, lesionamento alle opere di regimazione in alveo, restringimenti e/o ostruzione delle sezioni di deflusso) eseguire uno studio di dettaglio volto all'approfondimento dei seguenti aspetti:

- *aspetti geologici e geomorfologici (partendo da dati di letteratura e bibliografia ed eventualmente integrandoli ove carenti e non sufficientemente esaustivi): definizione dell'assetto del bacino idrografico e dei dissesti che interessano il bacino;*

- *analisi dell'asta torrentizia delle sezioni interessate da erosione di laterale e di fondo, verifica del materiale in alveo; studio dell' assetto dell'area di conoide con particolare riferimento alla zona di apice, alla presenza di eventuali paleoalvei, attraversamenti del fondo alveo, aree in depressione con potenziale scorrimento preferenziale delle correnti fuori alveo, individuazione delle sezioni di deflusso insufficienti e dei punti critici sul conoide;*
- *aspetti idraulico – morfologici: stima delle portate di massima piena relative alla sola portata liquida stimate per tempi di ritorno dei 50, 100 e 200 anni; analisi del trasporto solido e della magnitudo del conoide; verifica dello stato di conservazione e di efficienza delle opere idrauliche presenti in alveo e censimento dei ponti e degli attraversamenti lungo l'asta nel tratto di conoide; stima delle aree realmente interessate da eventuali fenomeni di piena liquido e liquido – solida dei corsi d'acqua e definizione della pericolosità del fenomeno;*

Lo studio dovrà essere finalizzato alla:

- *definizione dello stato di rischio cui risulta esposta l'opera in progetto, valutando le eventuali interferenze dei fenomeni individuati con le opere previste;*
- *indicazione delle opere da eseguirsi per la mitigazione del rischio e definizione delle eventuali limitazioni al progetto di edificazione e destinazioni d'uso dei locali, con indicazioni in merito alle possibili soluzioni tecnico progettuali da attuarsi in fase di realizzazione dell'opera.*

4.1 Sottoclasse 4Ca (area di conoide attiva)

Per questa classe oltre che alle presenti norme si farà espresso riferimento alle norme tecniche di attuazione del PAI relativamente alle aree denominate "Ca" conoide attiva non protetta a pericolosità molto elevata. Sono esclusivamente consentiti:

- *gli interventi di demolizione senza ricostruzione;*
- *gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo,come definiti dall'art. 27, lettere a,b,c della L.R. 12/05;*
- *gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a mitigare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di slp, 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 dei 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 del reticolo individuato nel DGR 25/1/2002 e 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, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità Competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;*

- *l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue.*

Per quanto riguarda lo scenario sismico le aree ricadono in:

TRATTO INFERIORE: ZONA *Z4a* - *zona di fondovalle con depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi (effetto sismico di amplificazione litologica);*

TRATTO SUPERIORE: ZONA *Z4b* – *zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio lacustre (effetto sismico di amplificazione litologica);*

.

4 Sintesi degli aspetti progettuali

L'impianto idroelettrico consiste nei seguenti tre distinti elementi:

1. Opera di derivazione
2. Condotta forzata
3. Edificio centrale
4. Canale di scarico

4.1 L'opera di derivazione.

L'opera di derivazione in progetto è prevista lungo il Vaso Rè, nel tratto immediatamente a valle dell'opera di presa lungo la Valle delle Valli, in prossimità dell'esistente sfioratore di portata: in questo tratto il canale in calcestruzzo si sviluppa a cielo aperto lungo la sponda destra del corso d'acqua.



La nuova derivazione prevede di intervenire direttamente sul canale esistente mediante la creazione di una serie di paratoie.

4.2 La condotta forzata

Il tracciato della condotta forzata può essere suddiviso in tratti in relazione alle particolarità realizzative o agli aspetti morfologici dei siti :

a) Il tratto iniziale, a valle della derivazione per una lunghezza di circa 7.0 m, si sviluppa interrato parallelamente al canale esistente. Abbandonato il canale, il tracciato della condotta si sviluppa lungo la scarpata d'erosione inattiva destra del Torrente Valle delle Valli sino alll'intersezione del Ponte Rosso

(attraversamento lungo la Valle delle Valli); nel tratto immediatamente a monte del ponte, la condotta si sviluppa lungo la scarpata derivante dall'accumulo di materiale di origine antropica (scavi in sito).

b) Dal ponte, il tracciato segue Via Prestine e Via Ponte Rosso all'interno dell'abitato sino a quota 456,6 m s.l.m. all'innesto su Via dell'Indipendenza;

c) Da quota 456.6 m s.l.m. il tracciato segue Via dell'Indipendenza sino a quota 438,7 m s.l.m.;



d) Da quota 438,7 m s.l.m. il tracciato prosegue parallelamente alla sponda destra del Torrente Grigna mantenendosi a monte dell'orlo della scarpata lungo aree adibite a prato, sino a quota 409 m s.l.m.



Il tracciato della condotta forzata di lunghezza complessiva pari a 1460 m, costituita da una tubazione interrata.

4.3 L'edificio centrale

L'edificio centrale, costituito da una struttura in calcestruzzo a pianta quadrata, avrà superficie complessiva pari a 110 m^2 con la sala macchine completamente interrata da realizzarsi nelle aree a quota 409 m s.l.m. in adiacenza all'Isola Ecologica del Comune di Bienno.



4.4 Il canale di scarico

Le acque saranno rimesse nel canale Vaso Rè a quota 394.6 m s.l.m., nel tratto in cui lo stesso scorre parallelo a Via degli Artigiani, a monte della intersezione con la Strada Provinciale n. 8.

Il canale di scarico è costituito da una tubazione interrata che dalla zona centrale si sviluppa seguendo i tracciati stradali Via Cav. Morandini – Via degli Artigiani in direzione Nord-Ovest.

5 Aspetti geologici generali

Le opere in progetto si sviluppano lungo le aree in destra idrografica del reticolo idrografico definito dal Torrente *Valle delle Valli* e *Grigna,* lungo od a monte delle scarpate d'erosione impostate nei loro depositi alluvionali.

Il tratto superiore del Torrente Grigna presenta un alveo relativamente incassato nei depositi di conoide ed interessato da forte tendenza all'erosione di fondo, con morfologia d'alveo a canale unicursale a salti e buche (*step and pool*). In questo settore sono presenti opere di difesa trasversale rappresentate da soglie e scivoli di fondo realizzati in grossi massi intasati con calcestruzzo e opere di difesa di sponda costituite anch'esse da scogliere in grossi massi e calcestruzzo. Tutte le opere trasversali sono lesionate, anche in modo grave, ed erosione al piede si riscontra anche in corrispondenza delle difese di sponda.

Le scarpate d'erosione che caratterizzano il tratto inferiore dell'incisione del Torrente Valle delle Valli ed il settore all'altezza della confluenza con il Torrente Grigna, presentano altezze relativamente significative e sono impostate nei depositi di conoide alluvionale antiche: tali terreni sono costituiti da conglomerati e sabbie consolidate, talora cementate.

I depositi che occupano invece le aree in destra idrografica nel settore a valle dell'ansa sinistra che il Torrente Grigna forma allo sbocco dal tratto inciso, sono costituiti da terreni alluvionali sciolti, comprensivi di blocchi e ciottoli immersi in una matrice ghiaiosa sabbiosa.

In sinistra idrografica, a valle della confluenza, affiorano le rocce appartenenti alla Formazione dell'Angolo, costituita da calcari micritici da grigi a nerastri, alternati a sottili livelli marnoso-argillosi.

6 Aspetti geologici di dettaglio

Nei seguenti paragrafi vengono descritti gli aspetti geologici e geomorfologici illustrati nelle TAV. 2a/b riportate a fine testo: la documentazione è stata redatta avvalendosi della Carta Tecnica Comunale di Bienno alla scala 1:2.000.

L'indagine, condotta mediante pedonamento delle aree interessate dall'intervento ed ad esse prossime, è da considerarsi strettamente correlata alla fase di progetto in itinere (fase preliminare): per gli approfondimenti (geotecnici, idrogeologici ed idraulici) si rimanda ad indagini geognostiche puntuali da definire sulla base del progetto definitivo che consenta con maggior dettaglio di valutare l'interferenza del progetto con il contesto ambientale.

6.1 L'opera di derivazione

L'opera di derivazione insiste sul tratto di canale del Vaso Rè, costituito da una struttura in calcestruzzo a sezione rettangolare che si sviluppa in destra idrografica del Torrente Valle delle Valli.

La struttura si sviluppa per tratti pensili o a mezzacosta lungo la scarpata d'erosione inattiva impostata nei depositi alluvionali cementati e consolidati. I depositi sono costituiti da terreni a varia granulometria, nella quale risaltano blocchi metrici e ciottoli.

La scarpa d'erosione è soggetta a fenomeni di degradazione per effetto dell'azione degli agenti atmosferici: l'asportazione della frazione fine (sabbiosa) comporta talora il distacco di blocchi che si arrestano sul canale stesso. La scarpata è priva di opere di protezione diffusa.



Le attività previste per la realizzazione dell'opera di derivazione non comportano attività che interferiscono con il quadro geologico geomorfologico: si sottolinea tuttavia la necessità di realizzare interventi atti a contenere gli apporti detritici derivanti dai processi di degradazione della scarpata.

6.2 La condotta forzata

Tratto a – dalla derivazione al Ponte Rosso

Nel *tratto a*, la condotta si sviluppa in destra idrografica, lungo la scarpata d'erosione inattiva esistente, immediatamente a valle del canale Vaso Rè. La realizzazione dell'opera comporta l'esecuzione di scavi per la formazione dei necessari ancoraggi che dovranno raggiungere i terreni consolidati e/o cementati coperti dalla coltre detritica colluviale.

Nel tratto a monte del *Ponte Rosso,* il tracciato della condotta si sviluppa lungo la scarpata antropica legata all'accumulo di materiali detritici di origine antropica (derivanti da scavi) protetti alla base da una scogliera in grossi massi intasati in calcestruzzo.



Dovranno essere garantite le condizioni di stabilità della scarpata mediante la realizzazione di opportune opere di contenimento che non vadano ad inficiare l'esistente pere di regimazione (scogliera).

Tratto b - Via Prestine/Via Ponte Rosso

Il tracciato della condotta (completamente interrata) si sviluppa lungo la rete stradale all'interno dell'abitato di Bienno. La realizzazione dell'intervento comporta l'apertura di scavi che interessano la sede stradale, impostata nei terreni consolidati.



Tratto c - Via dell'Indipendenza

Il tracciato della condotta si sviluppa seguendo la rete stradale esistente, impostata a monte del ciglio della sponda destra del Torrente Grigna, che nel tratto definisce una scarpata in sinistra: la sponda è protetta da fenomeni erosivi con la presenza di scogliere e muri in calcestruzzo.



La curva di fondo del tratto di corso d'acqua è stabilizzata da una serie di soglie e selciatoni: quest'ultimi presentano segni evidenti di scalzamento.

Tratto d - da Via dell'Indipendenza alla centrale

Il tracciato della condotta si sviluppa interrata a monte della sponda destra dell'alveo del Torrente Grigna, in un ambito attualmente adibito a prato.

La morfologia attuale della scarpata è legata alle attività antropiche di rimodellamento effettuate durante la realizzazione delle attività di regimazione (soglie e scogliere). La scarpata è impostata nei depositi alluvionali del Torrente Grigna, costituiti da terreni sciolti eterometrici, con grossi blocchi e ciottoli immersi in matrice sabbiosa. Le aree presentano una coltre a suolo che può raggiungere spessori dell'ordine di 0.8 – 1.2 m.

6.3 Il locale centrale

L'edificio in cui posizionare la centrale di sfruttamento verrà realizzato in destra idrografica del corso d'acqua, in un ambito urbanizzato (Isola Ecologica Comunale), impostato nei depositi di conoide alluvionale recenti del Torrente Grigna.

7 Giudizio di fattibilità ed indicazioni sulle modalità d'intervento

Gli ambiti nei quali si sviluppa il progetto sono posti in destra idrografica del Torrente *Valle delle Valli/Torrente Grigna*.

Le aree ricadono in aree Cn e Ca del PAI: si rimanda ad un'analisi di dettaglio per la verifica della compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente come prescritto dalle NTA del PAI e del PGT.

In accordo con i contenuti della Deliberazione n. 10/2009 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, l'intervento è comunque da ritenersi compatibile in quanto opere finalizzate alla produzione di energia elettrica. Le analisi successive comporteranno la definizione delle eventuali idonee modalità esecutive e di messa in sicurezza delle opere.

Alla luce dei dati desunti dalla fase d'indagine è possibile riportare le seguenti osservazioni:

- la posa della condotta mediante l'esecuzione di trincea a sezione ristretta, vista le contenute dimensioni della stessa, non comporta sostanziali alterazioni degli equilibri geologici dei settori; dovranno essere evitati fenomeni erosivi superficiali e che gli scavi possano divenire sede del deflusso sotterraneo di correnti idriche sepolte.
- La posizione lungo il tracciato delle strade esistenti dovrà prevedere un idoneo rifacimento del sottofondo alterato.
- l'area interessata dai lavori per la costruzione dell'edificio adibito a centrale è caratterizzata dalla presenta di terreni alluvionali recenti in genere caratterizzati da buone caratteristiche meccaniche; si sottolinea la necessità di approfondire le conoscenze in merito alle caratteristiche meccaniche dei terreni di fondazione mediante indagini geognostiche e prove in sito.
- Dovranno essere realizzate opere atte a contenere fenomeni erosivi laterali e la degradazione delle sponde.
- Le opere di protezione dovranno essere dimensionate in accordo alla dinamica morfologica del corso d'acqua, con dimensioni adeguate a sostenere gli effetti delle portate di massima piena attendibili.

LEGENDA

- Corso d'acqua
- Strada principale
- Confine comunale
- IMPIANTO IN PROGETTO
- Opera di presa
- Tracciato condotta
- Centrale "VASO RE BIENNO"
- Scarico

CIVIDATE CAMUNO

FIUME OGLIO

Comune di CIVIDATE CAMUNO

Comune di BIENNO

BIENNO

Comune di BRENO

PRESTINE

Comune di PRESTINE

BERZO INFERIORE

Comune di BERZO INFERIORE

Centrale

Vaso Re

Valle di Campolaro

Torrente Grigna

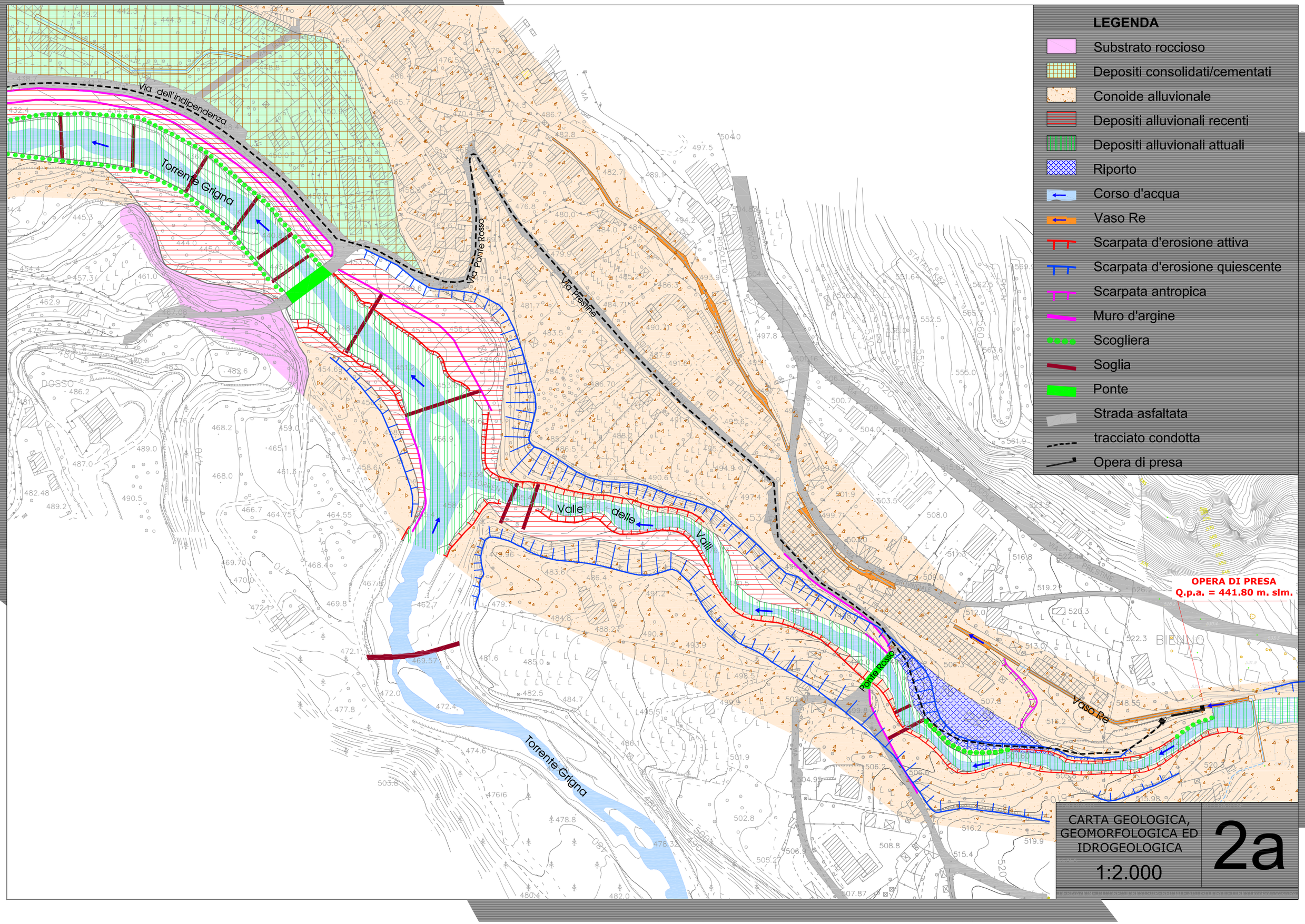
TORRENTE GRIGNA

Valle Salume

S.S. n°345

ELABORATO: UBICAZIONE ED INQUADRAMENTO	ALLEGATO N° 1
SCALA: 1:10.000	

DERIVAZIONE DI CORPO IDRICO SUPERFICIALE AD USO IDROELETTRICO Impianto Vaso Re



CARTA GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

1:2.000

2a

SCARICO VASO RE
Q.r.a. = 394.60 m. slm.

Vaso Re

Via Artigiani

Via Prati

Via Cav. Moradini

Torrente Grigna

NUOVA CENTRALE
"VASO RE" DI BIENNO
Quota asse = 408.50 m. slm.

SCARICO DI EMERGENZA
TORRENTE GRIGNA
Q.r.a. = 394.60 m. slm.

LEGENDA

- Substrato roccioso
- Depositi consolidati/cementati
- Conoide alluvionale
- Depositi alluvionali recenti
- Depositi alluvionali attuali
- Corso d'acqua
- Vaso Re
- Scarpata d'erosione attiva
- Muro d'argine
- Scogliera
- Soglia
- Strada asfaltata
- Tracciato condotta
- Fabbricato Centrale
- Scarico Vaso Re
- Scarico di emergenza
- Cavodotto di collegamento

CARTA GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

1:2.000

2b

Comune di BIENNO

Provincia di BRESCIA

Comune di PRESTINE

Impianto Idroelettrico Vaso Re' Bienno"

sul canale artificiale Vaso Re'



Richiedente:
Comune di Bienno, Piazza Liberazione, 1 – 25040 Bienno (BS)
Tel. 0364 400 01 – Fax. 0364 406 610

Data	Descrizione dell'aggiornamento
Novembre 2012	ERRATA CORRIGE – TAV. 2a E TAV. 2b
Dicembre 2011	PRIMA STESURA (Depositata il 13/09/2012 – P.G. 109102/12)

Estensori:
Dott. Geologo Gilberto Zaina – Geo.T.C. Geologia Tecnica Camuna
Via Albera n. 3 – 25050 Darfo Boario Terme (BS) – e-mail: gilbertozaina@yahoo.it

Elaborato

A11.02

Contenuto del fascicolo

RELAZIONE GEOLOGICA
ERRATA CORRIGE – TAV. 2a E TAV. 2b (CARTE GEOMORFOLOGICHE)

Timbri e firme del tecnico estensore all'interno

Il Proponente:

_____

Novembre 2012

ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA
ZAINA GILBERTO
n° 916

Via dell'Indipendenza

Torrente Grigna

Via Ponte Rosso

Via Prestino

Valle delle Valli

Ponte Rosso

Vaso Re

Torrente Grigna

DOSSO

BIENNO

STATALE 42

LEGENDA

- Substrato roccioso
- Depositi consolidati/cementati
- Conoide alluvionale
- Depositi alluvionali recenti
- Depositi alluvionali attuali
- Riporto
- Corso d'acqua
- Vaso Re
- Scarpata d'erosione attiva
- Scarpata d'erosione quiescente
- Scarpata antropica
- Muro d'argine
- Scogliera
- Soglia
- Ponte
- Strada asfaltata
- tracciato condotta
- Opera di presa
- Fabbricato centrale
- Scarico ipotesi A
- Scarico ipotesi B
- Scarico di emergenza

OPERA DI PRESA
Q.p.a. = 520 m. slm.

ELABORATO
CARTA GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

SCALA
1:2.000

ALLEGATO N°
2a

DERIVAZIONE DI CORPO IDRICO SUPERFICIALE AD USO IDROLETTRICO Impianto Vaso Re

SCARICO VASO RE
Q.r.a. = 394.60 m. slm.

Via Vaso Re

Via Antigiani

Via Prati

Via Cav. Morandini

Torrente Grigna

NUOVA CENTRALE
"VASO RE" DI BIENNO
Quota asse = 408.50 m. slm.

SCARICO DI EMERGENZA
TORRENTE GRIGNA
Q.r.a. = 393 m. slm.

ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA
ZAINA
GILBERTO
n° 916

LEGENDA

- Substrato roccioso
- Depositi consolidati/cementati
- Conoide alluvionale
- Depositi alluvionali recenti
- Depositi alluvionali attuali
- Riporto
- Corso d'acqua
- Vaso Re
- Scarpata d'erosione attiva
- Scarpata d'erosione quiescente
- Scarpata antropica
- Muro d'argine
- Scogliera
- Soglia
- Ponte
- Strada asfaltata
- tracciato condotta
- Opera di presa
- Fabbricato centrale
- Scarico ipotesi A
- Scarico ipotesi B
- Scarico di emergenza

ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA
ZAINA
GILBERTO
n° 916

Novembre 2012

ELABORATO	ALLEGATO N°
CARTA GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	2b
SCALA 1:2.000	

DERIVAZIONE DI CORPO IDRICO SUPERFICIALE AD USO IDROLETTRICO impianto Vaso Re

Comune di BIENNO

Provincia di BRESCIA

Comune di PRESTINE

Impianto Idroelettrico Vaso Re' Bienno"

sul canale artificiale Vaso Re'

Richiedente:
Comune di Bienno, Piazza Liberazione, 1 – 25040 Bienno (BS)
Tel. 0364 400 01 – Fax. 0364 406 610

Novembre 2012	PRIMA STESURA
Data	Descrizione dell'aggiornamento

Estensori:
Dott. Geologo Gilberto Zaina – Geo.T.C. Geologia Tecnica Camuna
Via Albera n. 3 – 25050 Darfo Boario Terme (BS) – e-mail: gilbertozaina@yahoo.it

Elaborato

R.I.03

Contenuto del fascicolo

RELAZIONE INTEGRATIVA ALLA RELAZIONE GEOLOGICA

Il Tecnico

ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA – ZAINA GILBERTO n° 916

Il Proponente:

1 PREMESSA 2

2 ASPETTI GEOTECNICI ED IDROGEOLOGICI DI DETTAGLIO 3

2.1 Opera di presa 3

2.1.1 Aspetti geotecnici 5

2.2 La condotta forzata 6

2.3 Locale centrale 9

2.3.1 Aspetti geotecnici 10

3 STATO DI DISSESTO: IL TORRENTE GRIGNA 11

3.1 Il bacino idrografico 11

3.2 L'asta torrentizia lungo la conoide alluvionale 12

3.3 I dati storici 13

3.4 Stima del trasporto solido medio annuo. 14

3.5 Stima del trasporto solido in condizioni estreme. 16

3.6 Considerazioni sulla pericolosità del Torrente Grigna. 17

4 COMPATIBILITÀ DELLE OPERE IN PROGETTO. 19

1 Premessa

Nell'ambito del progetto "*DERIVAZIONE DI CORPO IDRICO SUPERFICIALE AD USO IDROELETTRICO – Impianto VASO RE' BIENNO" sul Vaso Rè",* in riferimento alla richiesta di integrazione da parte di Provincia di Brescia con istanza del 13 settembre 2012 n. prot.gen 109102 viene redatta la seguente relazione nella quale verranno approfonditi gli aspetti geotecnici, idrogeologici e idraulici dell'opera di presa e di restituzione e dei tratti di condotta forzata posizionati esternamente alla sede stradale.

Nella relazione verrà inoltre presa in esame la compatibilità tra i'intervento in progetto e lo stato di dissesto delle aree direttamente interessate.

2 Aspetti geotecnici ed idrogeologici di dettaglio

2.1 Opera di presa

L'opera di presa è impostata a quota 530 m s.l.m sul canale di derivazione esistente denominato VASO RE'. Il Vaso Rè è un canale artificiale (attivo sin dal XI secolo) che deriva le acque del Torrente Grigna e del Torrente Valle delle Valli: la derivazione aveva lo scopo di alimentare in serie gli opifici presenti all'interno degli abitati di Bienno e Berzo Inferiore.

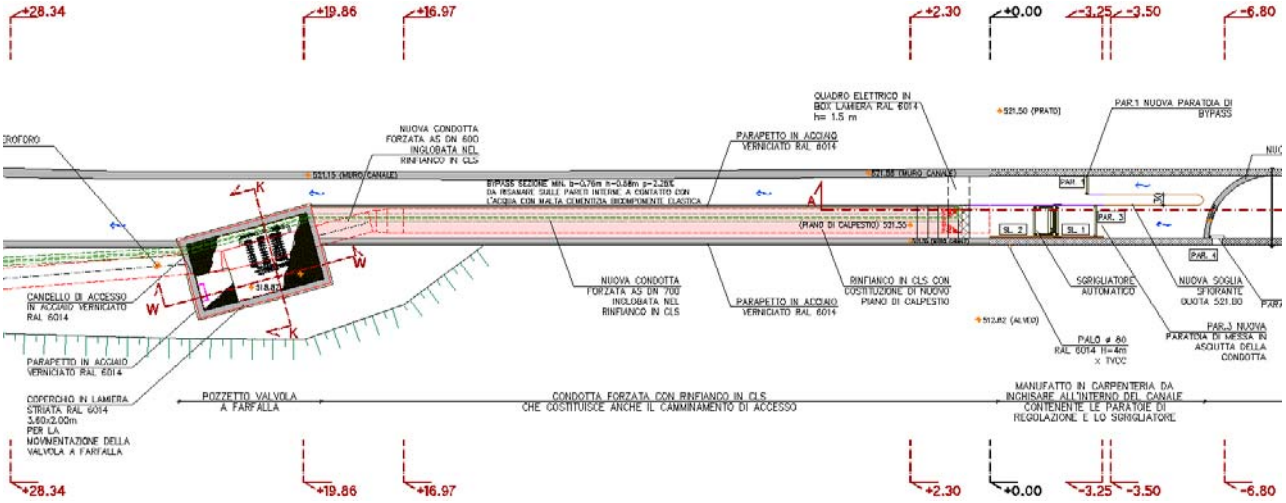


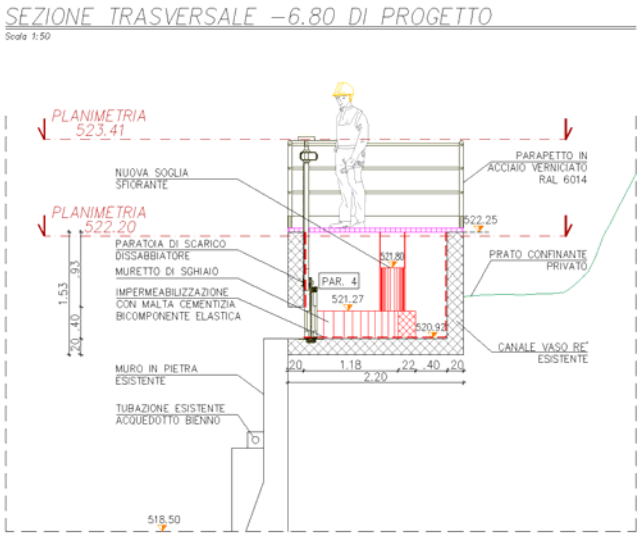
Il canale di derivazione esistente si sviluppa per tratti pensili o a mezzacosta in sponda idrografica destra lungo il settore medio inferiore della scarpata d'erosione del Torrente Grigna ed è costituito da manufatto in calcestruzzo con profilo a doppia L di larghezza pari a 1.6 m e altezza pari a 1.5 m.

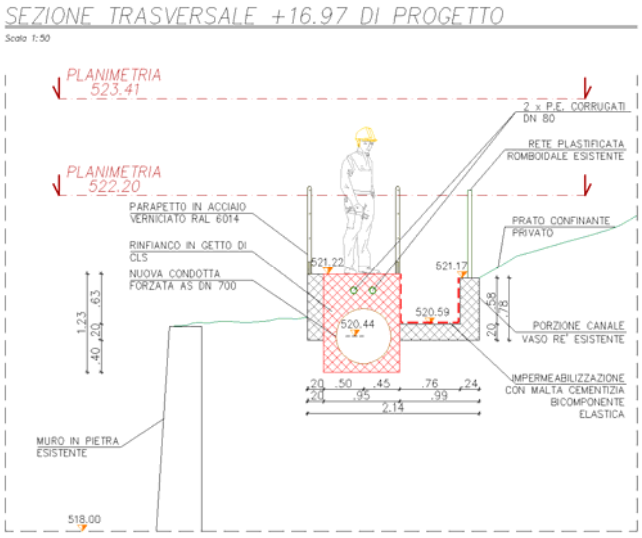
Lungo la scarpata in degradazione presente a monte del canale affiorano depositi grossolani in matrice sabbiosa parzialmente cementati che per effetto dell'azione degli agenti atmosferici periodicamente sono soggetti a crolli e/o al distacco dei blocchi di maggiori dimensioni che si arrestano sul canale stesso; lungo il settore non è presente nessuna opera di protezione.

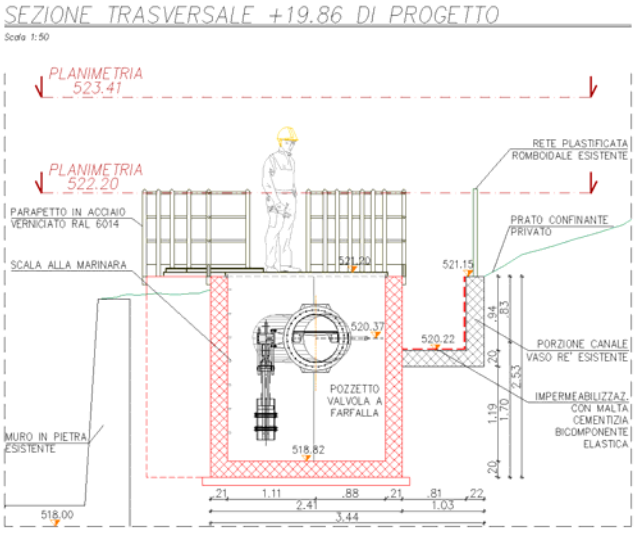
L'opera di presa in progetto, che andrà ad insistere sul canale del Vaso Rè, prevede la realizzazione di un sistema di paratoie con tubazione che si svilupperà lungo il lato di valle del canale esistente ad una distanza di circa 85 metri dalla derivazione lungo l'alveo principale.

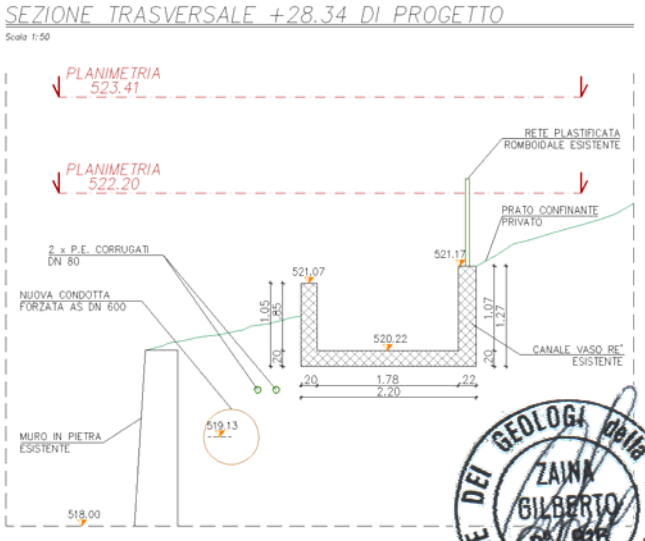
Per un primo tratto la tubazione viene posata all'interno del Vaso Rè ed inglobata in un rinfianco in calcestruzzo fino a raggiungere il pozzetto interrato della valvola a farfalla e proseguire interrata al di sotto della scarpata.











Gli scavi per la realizzazione degli interventi verranno realizzati all'interno dei depositi grossolani di conoide; tali depositi sono costituiti in prevalenza da ciottoli e ghiaia con blocchi immersi in una matrice sabbiosa. Gli stessi sono inoltre caratterizzati da una discreta cementazione da collegare a processi di dissoluzione dei blocchi di origine carbonatica.

I depositi sono sede di una falda alimentata dal versante sovrastante il cui livello idrometrico risente fortemente del livello del Torrente Grigna, l'intervento viene realizzato ad una quota di 6/7 m maggiore rispetto al fondo alveo.

2.1.1 Aspetti geotecnici

Nel presente paragrafo si riportano le caratteristiche geotecniche e fisiche dei terreni distinti nella fase di rilievo ed interessabili dalle attività in progetto.

Tali parametri, desunti da correlazioni con gli aspetti granulometrici prevalenti, dovranno essere confermati nelle fasi esecutive dell'intervento mediante l'esecuzione di indagini gegnostiche o mediante il metodo osservazionale come previsto dalle NTC 2008.

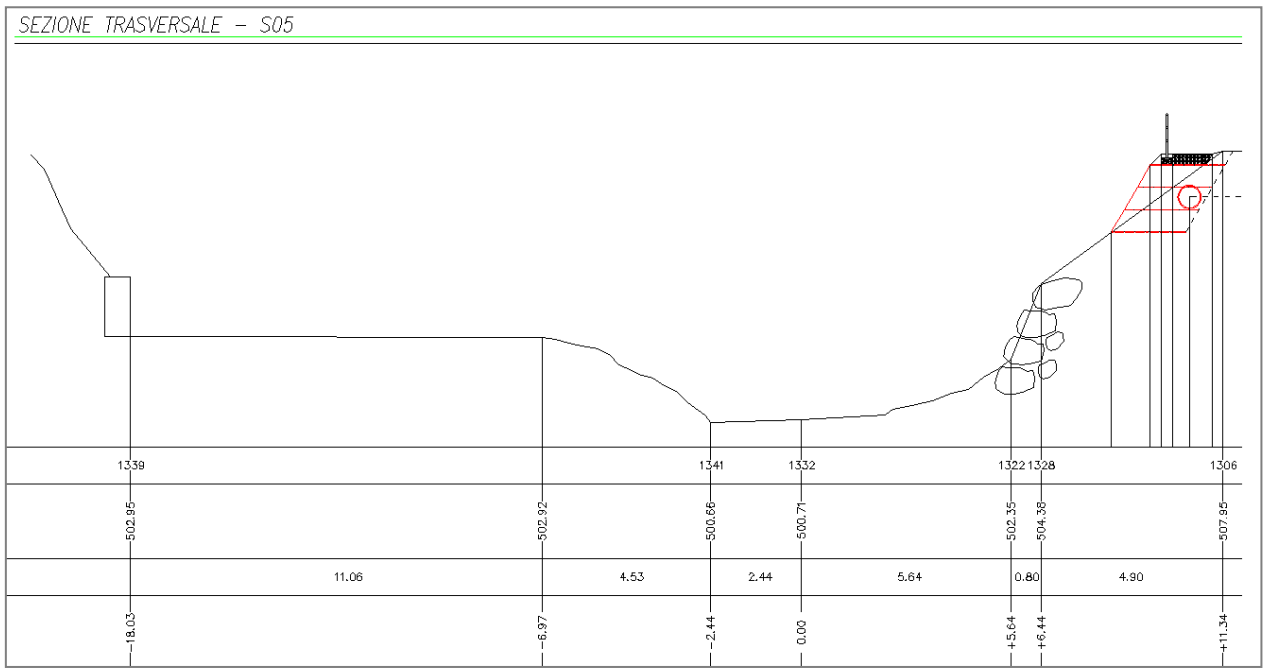
Tipologia di deposito	Peso specifico (kN/m^3)	Angolo d'attrito (°)	Coesione (kN/m^2)
Detrito eluvio-colluviale	17.5	28	0.0
Depositi di conoide cementati	19.0	34	5.0

2.2 La condotta forzata

2.2.1 Tratto A – Opera di presa/Ponte Rosso

La condotta forzata è costituita da una tubazione del diametro di 60 cm completamente interrata il cui tracciato si sviluppa per circa 1325 m in destra idrografica del torrente Grigna.

La condotta nel TRATTO A, compreso tra l'opera di presa e il Ponte Dosso, segue la scarpata d'erosione quiescente del Torrente Valli delle Valli, la sponda destra del corso d'acqua è a tratti protetta da scogliere costituite da grossi blocchi ammorsati nel calcestruzzo.





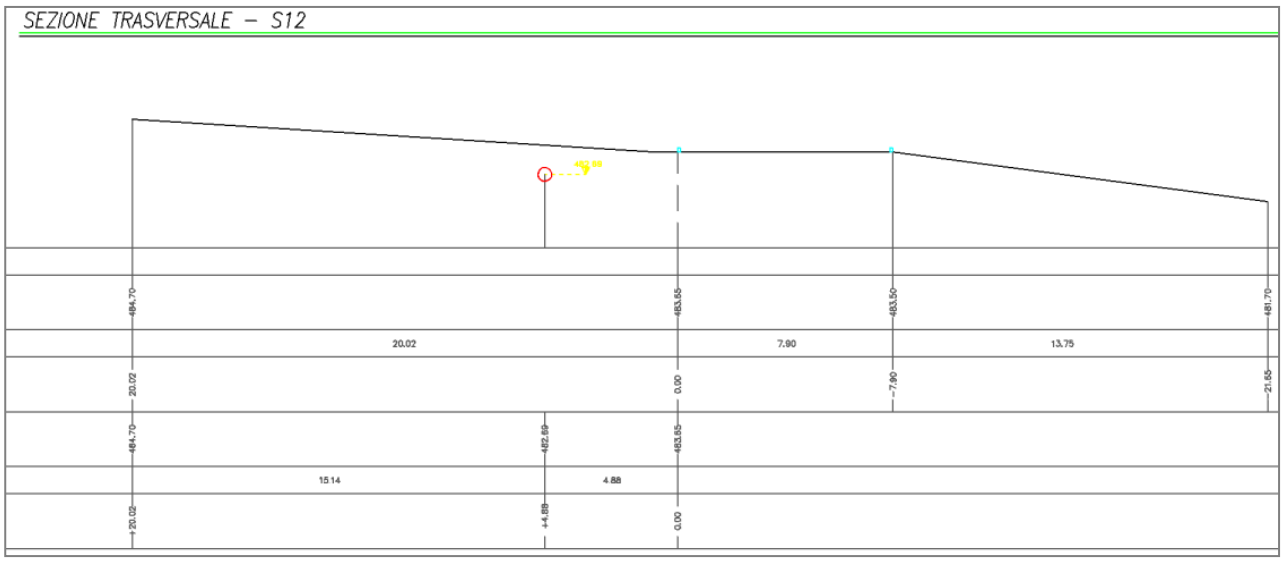
La posa della condotta prevede in tale tratto la realizzazione di scavi limitati (altezze massime raggiunte pari a circa 2/3 metri), è prevista la realizzazione di terre armate a protezione della tubazione che verrà inserita al loro interno, i manufatti dovranno essere opportunamente fondati su

appositi piani impostati nei terreni grossolani consolidati. Lungo il tracciato della condotta verrà inoltre realizzato un sentiero di accesso all'opera di presa.

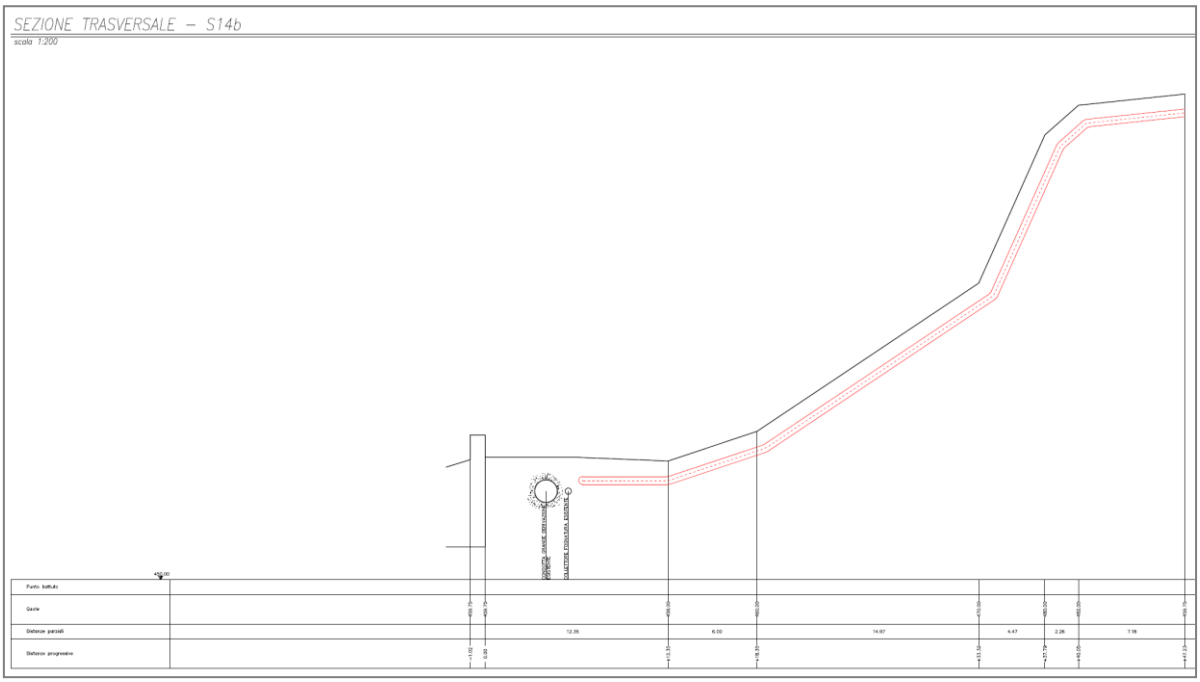
I depositi diventano sede di una falda alimentata dal versante sovrastante il cui livello idrometrico risente fortemente del livello del Torrente Grigna, l'intervento viene realizzato ad una quota di 4/7 m maggiore rispetto al fondo alveo, sarà necessario prevedere un sistema drenante posto a tergo delle terre armate tale da permettere lo smaltimento di eventuali venute d'acqua le quali potrebbero influenzare la stabilità globale del manufatto.

2.2.2 Tratto B – Ponte Rosso/Ponte via Prato

Nell'ipotesi di tracciato alternativo, raggiunto il Ponte Rosso la condotta prosegue lungo il tracciato stradale (Via Prestine) per circa 300 metri con scavi massimi previsti di altezza dell'ordine di 2.0 metri. Superato il cimitero la tubazione devia a S con una curva ad angolo retto e si spinge sull'orlo della scarpata d'erosione presente in destra idrografica del Torrente Grigna: il tracciato prosegue lungo la stessa secondo la linea di massima pendenza raggiungendo le aree prossime all'alveo.



La scarpata presenta un'altezza di circa 20-25 metri ed è impostata nei depositi di conoide antichi parzialmente cementati; la condotta è prevista interrata lungo la scarpata ad una profondità di circa 2 metri dal piano campagna. La posa della condotta richiede lo scavo di una trincea alla quale dovranno essere assegnati fronti di scavo con pendenza non superiore a 40°.



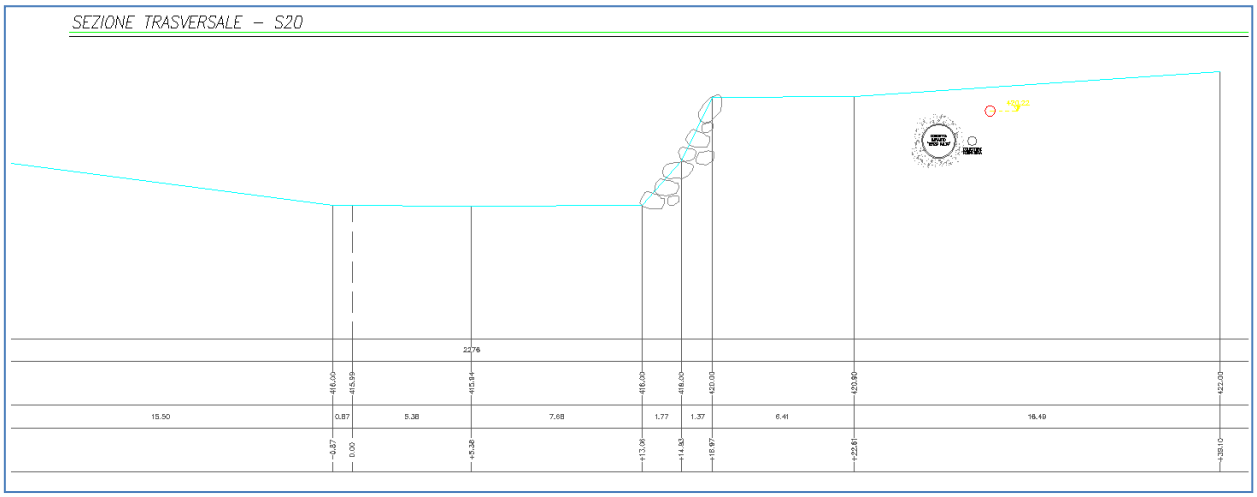
Il progetto prevede la sistemazione finale del settore mediante la posa di biostuoia atta a proteggere e a favorire un più veloce rinverdimento del terreno.

Ai piedi della scarpata, il tracciato prosegue parallelamente alla sponda destra del Torrente Grigna per circa 120 metri: la trincea in cui è prevista si sviluppa nei depositi alluvionali di fondo valle sino a raggiungere il tracciato stradale principale (Via Prati). Gli scavi previsti raggiungono altezze dell'ordine di 1.5 m. valutate le caratteristiche dei terreni alluvionali, si ritiene opportuno assegnare ai fronti di scavo una pendenza non superiore ai 40°, fatto salvo verifiche delle caratteristiche geotecniche in fase di scavo.

2.2.3 Tratto C – Ponte via Prato/Locale centrale

Raggiunto Via Prato, la condotta prosegue per circa 250 metri lungo l'asse stradale (via dell'indipendenza) dopo di che procede parallelamente al Torrente Grigna sino al raggiungimento del locale centrale.

Quest'ultimo tratto presenta una lunghezza di circa 360 metri, il tracciato si sviluppa lungo le aree pianeggianti poste a ridosso della scarpata destra del Torrente Grigna, la sponda risulta in gran parte protetta da scogliere costituite da grossi blocchi ammorsati nel calcestruzzo.



In tale tratto gli scavi si sviluppano all'interno dei depositi di fondovalle consolidati costituiti in prevalenza da terreni eterometrici, con grossi blocchi e ciottoli immersi in matrice sabbiosa, superficialmente sono ricoperti da una coltra a suolo per uno spessore di circa 1 metro.

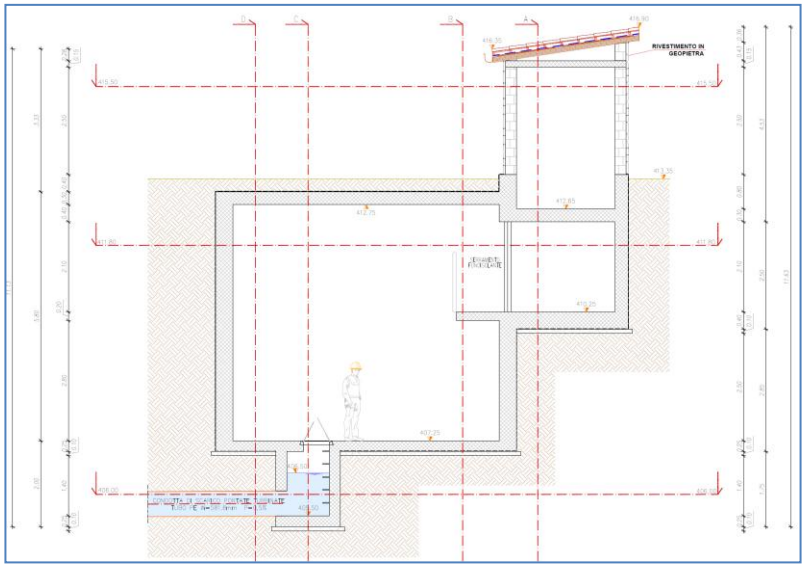
Gli scavi previsti raggiungono altezze dell'ordine di 1.5 m. valutate le caratteristiche dei terreni alluvionali, si ritiene opportuno assegnare ai fronti di scavo una pendenza non superiore ai 40°, fatto salvo verifiche delle caratteristiche geotecniche in fase di scavo.

2.3 Locale centrale

Il locale centrale è previsto in destra idrografica del Torrente Grigna ad una quota di circa 413 m s.l.m., il manufatto sarà posizionato ad una distanza dal ciglio superiore della scarpata d'erosione di circa 20 metri a ridosso della zona industriale di Bienno.



L'area in esame si trova in un settore pianeggiante impostato nei depositi di fondo valle consolidati costituiti in prevalenza da terreni eterometrici, con grossi blocchi e ciottoli immersi in matrice sabbiosa, superficialmente sono ricoperti da una coltra a suolo per uno spessore di circa 1 metro. A seguito delle attività di realizzazione del comparto industriale di Bienno non si esclude come la morfologia originaria dell'area possa essere stata in parte modificata con eventuali spianamenti e/o riporti. Di seguito si riporta la sezione di progetto nella quale si evidenzia come la realizzazione dell'edificio comporti l'apertura di scavi con fronti che raggiungono altezze massime di circa 8-9 m. La parte più ribassata (fossa turbina/canale di scarico) verrà realizzata ad una quota di circa 405 m s.l.m..



2.3.1 Aspetti geotecnici

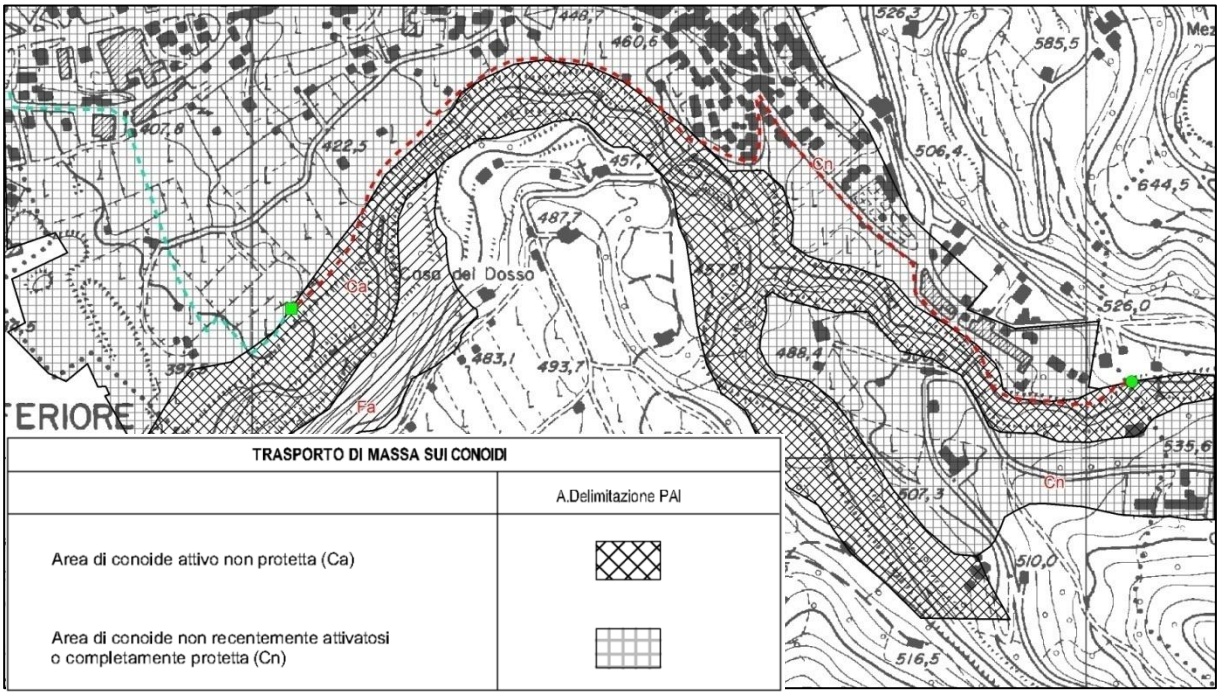
Nel seguente paragrafo si riportano le caratteristiche geotecniche e fisiche dei terreni distinti nella fase di rilievo ed interessabili dalle attività in progetto.

Tali parametri, desunti da correlazioni con gli aspetti granulometrici prevalenti, dovranno essere confermati nelle fasi esecutive dell'intervento mediante l'esecuzione di indagini geognostiche o mediante il metodo osservazionale come previsto dalle NTC 2008.

Tipologia di deposito	Peso specifico (kN/m^3)	Angolo d'attrito (°)	Coesione (kN/m^2)
Coltre a suolo	17.5	28	0.0
Depositi alluvionali	19.0	35	5.0

3 Stato di dissesto: il Torrente Grigna

È parte integrante dei Documenti di Piano del PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO del Comune di Bienno la ***TAV. DP – 1e.1 Carta del Dissesto con legenda uniformata PAI*** (Piano di Assetto Idrogeologico), della quale di seguito si riporta l'estratto focalizzato sul settore d'intervento.



Dalla cartografia si evince come le aree interessate dalle attività in progetto ricadano in ambiti interessabili dalla dinamica di TRASPORTO IN MASSA SUI CONOIDI definiti come:

Ca - Area di conoide attivo non protetta.

Cn – Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta.

Lo stato di dissesto indicato nella documentazione è da ricondurre alla dinamica morfologica del *Torrente Grigna* e dei suoi affluenti: di seguito si riporta una sintesi degli elementi morfologici significativi dei corsi d'acqua ed una descrizione dei processi morfologici attesi lungo le aste torrentizie.

3.1 Il bacino idrografico

Il torrente Grigna, alla sezione posta in corrispondenza del confine comunale Berzo Inferiore – Bienno, sottende un bacino idrografico che ha un'estensione di circa 100 km^2, una quota media di

poco superiore a 1700 m ed una linea di spartiacque situata in gran parte ad un'altezza superiore a 2000 m fino alla quota massima di 2673 m in corrispondenza del *Monte Frerone*.

Il bacino idrografico del torrente Grigna è costituito da numerose valli laterali che in passato sono state sede di circhi glaciali o, anche in tempi recenti, di nevai.

Dal punto di vista geologico questo bacino idrografico è caratterizzato in prevalenza da scarse coperture superficiali, detritiche ed eluvio-colluviali, ad eccezione di alcune aree coperte da coltri anche consistenti di depositi glaciali; le rocce affioranti sono rappresentate da litotipi arenaceo-conglomeratici contraddistinti da permeabilità relativamente bassa. In corrispondenza di alcune delle valli laterali sono localmente presenti litotipi facilmente erodibili come le dolomie cariate appartenenti alla formazione della Carniola di Bovegno.

Dal punto di vista morfologico il bacino è contraddistinto da una forte dinamicità evolutiva conseguente alla continua rielaborazione delle originarie forme legate all'attività glaciale. Questa dinamicità si traduce a volte in episodi di forte intensità rappresentati sia da fenomeni franosi che da eventi alluvionali spesso tra loro geneticamente legati o concomitanti (come si è verificato nel 1993) con conseguenti piene improvvise e disastrose nei tratti lungo la conoide.

3.2 L'asta torrentizia lungo la conoide alluvionale

Per la particolare conformazione dell'area, legata sia a motivi litologico-strutturali sia alla dinamica erosiva glaciale, il torrente Grigna, che proviene dal versante sinistro della Val Camonica secondo una direzione all'incirca normale all'asse della valle stessa, si raccorda al fondovalle del fiume Oglio con un brusco cambio di direzione, disponendosi parallelamente al corso dell'Oglio mentre scorre compreso tra il versante sinistro della valle ed il rilievo del Barberino e del Bardisone. Provenendo da una valle laterale sospesa rispetto al fondo della Val Camonica il torrente Grigna vi si raccorda con una conoide che, adattandosi alla morfologia descritta, presenta una forma molto allungata, stretta ed appiattita che si dispone a partire dall'abitato di Bienno fino alla confluenza nel fiume Oglio.

Le condizioni generali dell'alveo lungo la conoide alluvionale possono essere ricondotte a:

- *tratto apicale*: l'alveo è inciso e la pendenza è medio alta. Sono presenti opere trasversali e salti naturali formati dai massi di maggiori dimensioni, separate tra loro da tratti pianeggianti con sovraescavazione al fondo (morfologia a "reff and pool").
- *zona media e distale*: l'alveo presenta l'aspetto di un corso d'acqua a canali anastomizzati con una dinamica fortemente attiva durante la quale i canali cambiano rapidamente di posizione. Nel corso della fase crescente delle piene il torrente presenta una tendenza

all'erosione laterale e di fondo, mentre nella fase calante tende a depositare materiale. Nelle fasi di magra e di morbida la tendenza del corso d'acqua è quella di rielaborare i propri depositi.

Lungo la sponda sinistra del corso d'acqua sono presenti delle opere di regimazione costituite da rilevati in terra (argini) difesi da scogliere al piede e muri d'argini in calcestruzzo, con altezze che nel tratto compreso fra i due ponti supera quello delle sponde per altezze comprese fra 1.5 e 2.5 metri.

Nel complesso, l'alveo del Torrente Grigna mostra una forte instabilità, che si manifesta con una migrazione irregolare nell'area del conoide: la sponda destra ha raggiunto in passato le aree attualmente delimitate dalla scarpata d'erosione inattiva evidente sul terreno estendendosi sino al limite degli alvei abbandonati. L'alveo attuale risulta notevolmente ristretto rispetto al passato.

3.3 I dati storici

La violenza delle piene del torrente Grigna ha avuto spesso conseguenze disastrose per le aree antropizzate poste nelle vicinanze dell'alveo come appare dalle numerose testimonianze storiche riportate nella tabella seguente.

Da un sommario esame dei dati storici si osserva che gli eventi alluvionali si sono verificati generalmente nel periodo autunnale, in coincidenza di uno dei due massimi stagionali delle precipitazioni, e che la media aritmetica dei tempi di ricorrenza è di circa 25 anni.

Sec.	Anno	Mese	Fenomeno	Area colpita	Danni
XV	Iniz. s.		Inondazione	Berzo	Contrada Frezenico travolta
XV	1440		Inondazione	Berzo	
XVII	1614	Ott.	Inondazione	Berzo	
XVII	1629	Ott.	Alluvione	Val Grigna	
XVII	1634	Lug.	Frane/Inond.	Val Grigna	Danni e morti
XVII	1644	Ago.	Alluvione	Val Grigna	
XVII	1676		Rovine	Berzo	Rovine alle terre
XVII	1677		Danni	Berzo	Danneggiato l'abitato
XVII	1688		Inondazione	Val Grigna	
XVIII	1705-9		In. (più volte)	Val Grigna	
XVIII	1738	Ott.	Inondazione	Val Grigna	

XVIII	1739	Dic.	Inondazione	Val Grigna	Distruzione case e opifici
XVIII	1757	Ago.	Inondazione	Val Grigna (Esine)	Fucine, arche, strade, case e ponti
XVIII	1784		Inondazione	Bienno,Berzo,Esine	
XIX	1841	Nov.	Inondazione	Val Grigna	Lesioni al ponte di Esine
XIX	1882	Set.	Inondazione	Val Grigna	Devastazioni
XX	1966		Inondazione	Val Grigna	Danni alla segheria di Esine
XX	1993	Ott.	Frane/Inond.	Val Grigna	Danni opere idrauliche

I recenti eventi alluvionali dell'autunno 1993 hanno confermato nel loro sviluppo i tratti fondamentali del comportamento idraulico del torrente Grigna così come sono stati dedotti dalle osservazioni di campagna e dalla ricostruzione storica.

Questi eventi alluvionali sono legati ad un periodo di precipitazioni di intensità e durata eccezionali che hanno contribuito all'innesco di un esteso movimento franoso entro i depositi glaciali presenti nella parte intermedia del bacino, all'altezza del ponte di Sesa. Il materiale che costituiva il piede del corpo di frana e che all'istante del franamento ha raggiunto l'alveo del torrente è stato facilmente preso in carico dal torrente in piena, contribuendo ad aumentarne la portata solida.

La piena che ha raggiunto il fondovalle si è quindi manifestata con un'energia particolarmente elevata ed ha amplificato i fenomeni di erosione e deposizione di materiale provocando numerosi danni ai manufatti presenti. Il torrente non ha esondato ma si è ripreso il ramo abbandonato presente in sponda sinistra all'altezza di Guale.

I danni provocati dalla piena mostrano una tipologia piuttosto differenziata legata all'erosione delle sponde, con danni agli argini naturali ed alle opere di difesa spondale e con la riattivazione di frane per erosione al piede, all'evoluzione delle barre trasversali, con locale erosione o deposizione di materiale, ed all'erosione di fondo, con approfondimento dei canali e scalzamento delle opere di difesa spondale e delle soglie.

3.4 Stima del trasporto solido medio annuo.

È noto come gli eventi di piena del Torrente Grigna siano caratterizzati da fenomeni di trasporto solido. La stima di larga massima del trasporto solido lungo il tratto di torrente, intesa come quantità di materiale prodotto per erosione lungo il bacino considerato, è stata fatta considerando sia il trasporto solido medio annuo legato a trasporto di fondo da parte della corrente e derivante dai fenomeni erosivi presenti nell'ambito del bacino idrografico sia considerando fenomeni di trasporto in massa conseguenti ad eventi estremi.

La stima del trasporto solido del corso d'acqua è stata fatta considerando separatamente i bacini del torrente Valli delle Valli e del Grigna alla loro confluenza; per il tratto posto a valle si è considerato come trasporto solido la somma dei due contributi. A valle della confluenza infatti il corso principale del Grigna tende principalmente a depositare il materiale trasportato da monte e non riceve contributi significativi dai corsi d'acqua laterali in quanto questi ultimi (torrenti Salume, Canile, Pellone e Cavena) tendono principalmente a depositare lungo il proprio conoide il materiale in carico.

Il trasporto medio annuo è stato valutato secondo le metodologia proposta da Gavrilovic-Zemljic (1959, 1971) e secondo il metodo PSIAC (1968). Le stime del trasporto fatte con i due metodi porta a valori confrontabili tra loro e tutto sommato ragionevoli.

Stima del trasporto solido medio annuo
(produzione di materiale per erosione)

METODO	Valle delle Valli	Grigna	Totale
Gavrilovic-Zemljic	63.640 m^3	72.100 m^3	135.740 m^3
PSIAC	46.870 m^3	73.450 m^3	120.320 m^3

Tenuto conto della lunghezza e della larghezza media dell'alveo lungo il tratto posto a valle della confluenza tra i due remi principali se un quantitativo simile di materiale fosse depositato darebbe luogo ad un innalzamento medio del fondo di 0.5 m: si tratta di un ordine di grandezza congruo rispetto alla consistenza delle barre presenti lungo l'alveo che nel complesso sono il risultato della capacità media di trasporto e deposizione da parte del corso d'acqua.

Il trasporto solido di un corso d'acqua (inteso come trasporto in sospensione dalla corrente) non altera in maniera significativa le condizioni di pericolosità idraulica come illustrato nello studio idraulico allegato alla documentazione di progetto: infatti l'incremento dei volumi unitari è già computato nella stima delle portate di massima piena attese (Formula di Giandotti-Visentini).

Le conseguenze del trasporto solido presente in una corrente di piena si traducono in un aumento della capacità erosiva della corrente (con incremento della mobilitazione del materiale detritico non stabilizzato presente in alveo e lungo le sponde non protette) ed un aumento delle pressioni di impatto della corrente stessa in funzione della concentrazione della massa in movimento.

Il deflusso delle portate di massima piena si mantiene, per i tratti in esame, entro l'alveo inciso dando luogo a fenomeni deposizionali (con conseguenti modifiche delle geometrie della sezione) a valle della confluenza laddove si assiste ad un deciso cambio della pendenza della curva di fondo del corso d'acqua.

3.5 Stima del trasporto solido in condizioni estreme.

La stima del trasporto solido (MAGNITUDO) in condizioni estreme (che per il Torrente Grigna significa produzione di colate detritiche tipo *debrish flow* o *mudflow*) è stata effettuata calcolando il volume del materiale detritico preso in carico dalla corrente in seguito al verificarsi di eventi franosi estremi nell'ambito del bacino.

La valutazione della magnitudo è stata fatta sulla base di un confronto tra diverse metodologie proposte in letteratura. Nella seguente tabella sono riassunti i valori calcolati con i vari metodi e sono riportati i valori medi ottenuti scartando gli estremi.

Stima della magnitudo degli eventi di trasporto estremi

Metodo	*Valle delle Valli*	*Grigna*	*Grigna a valle confluenza*
Rickermann & Zimmerman (1997)	690.540 m³	690.540 m³	690.540 m³
Hampel (1977)	87.189 m³	136.632 m³	223.822 m³
Crosta, Ceriani, Frattini & Quattrini (2000)	278.264 m³	302.084 m³	489.914 m³
Bottino, Crivellari & Mandrone (1996)	56.444 m³	64.010 m³	73.496 m³
D'Agostino et al. (1996) - a	434.394 m³	428.246 m³	890.064 m³
D'Agostino et al. (1996) - b	400.979 m³	395.304 m³	821.597 m³
Takei (1984)	114.346 m³	150.393 m³	203.226 m³
Tropeano & Turconi (1999)	67.555 m³	211.727 m³	303.482 m³
"Japanes guidelines" (1984)	221.400 m³	346.950 m³	568.350 m³
Kronfellner-Kraus (1984-1985) - a	557.674 m³	544.048 m³	643.532 m³
Kronfellner-Kraus (1984-1985) - b	318.813 m³	347.741 m³	500.783 m³
Media	**275.624 m³**	**318.125 m³**	**533.531 m³**
Somma due rami			594.249 m³

I valori stimati con le varie espressioni mostrano una forte dispersione degli estremi, ma evidenziano comunque una relativa concentrazione di valori nell'ambito di un campo medio.

In media valori stimati per il trasporto solido da eventi estremi è superiore di circa 5 volte rispetto al trasporto medio annuo.

Si rileva che si tratta di valori del tutto in accordo con le dimensioni volumetriche dei maggiori fenomeni franosi, attivi, quiescenti o inattivi, presenti nell'ambito del bacino idrografico.

Di particolare significato per la comprensione dei processi attesi sono i dati relativi a fenomeni di colata recenti:

- la frana che si è verificata nel 1993 lungo la sponda sinistra del torrente Travagnolo, affluente di destra del tratto intermedio del ramo principale del Grigna ha infatti mobilizzato un volume di circa 3.000.000 m^3, dei quali circa la metà sono stati presi in carico dal torrente dando luogo ad un evento di trasporto in massa durante il quale circa metà del materiale è stato deposto lungo il tratto di alveo posto a monte del conoide e l'altra metà, circa 700.000 m^3, ha raggiunto il conoide depositandosi in parte lungo di esso.

3.6 Considerazioni sulla pericolosità del Torrente Grigna.

L'insieme dei fenomeni descritti testimonia chiaramente come l'attuale situazione dell'alveo sia ben lontana dall'essere in equilibrio con le caratteristiche morfologiche del corso d'acqua e mette in luce l'insufficienza delle opere di difesa fin qui realizzate a contrastarne la dinamica evolutiva del torrente a seguito di eventi caratterizzati da elevata magnitudo. Viene pertanto evidenziata e confermata la tendenza del torrente sia all'approfondimento dell'alveo sia all'erosione degli argini per ampliare il proprio corso, seguendo di volta in volta l'andamento variabile della corrente, in funzione della morfologia generale e locale dell'alveo e dell'erosione e deposizione di materiale al suo interno.

Dall'esame dei dati storici si rileva che eventi alluvionali simili rappresentano degli episodi di particolare intensità con i quali si è manifestata ripetutamente la dinamica del torrente Grigna: è molto probabile che eventi alluvionali di questa intensità si possano verificare anche in futuro. Questa affermazione acquista un significato particolare per il futuro prossimo se confrontata con le attuali condizioni morfologiche del bacino: il tratto di versante interessato dalla Frana di Sesa presenza ancora situazioni di non equilibrio ed inoltre parte del corpo di frana è facilmente soggetto all'erosione da parte delle acque di scorrimento superficiale e può contribuire a mantenere elevato il trasporto solido del torrente.

Appare evidente come l'applicazione di metodologie disponibili in letteratura per la stima del valore della magnitudo attesa per fenomeni di colata detritica lungo il Torrente Grigna portano ad una sottostima degli eventi.

Gli eventi estremi comunque si verificano con tempi di ritorno dell'ordine di almeno una decina di anni per cui mettono in gioco complessivamente volumetrie del tutto paragonabili a quelle stimate per processi erosivi estesi all'intero bacino idrografico.

Le stime sulla disponibilità di materiale per il trasporto solido sono state confrontate con una stima, peraltro molto approssimativa, della capacità di trasporto della corrente. Questa stima è stata fatta considerando la portata media annua e la sua capacità di trasporto. La ratta media annua è stata valutata in riferimento alle precipitazioni medie annue ed estrapolando un valore medio annuo del coefficiente di deflusso ricavato dai dati relativa alla produttività delle centrali idroelettriche già preseti nell'ambito del bacino del torrente Grigna.

La valutazione della capacità di trasporto della corrente è stata fatta in base all'espressione proposta da Meyer-Peter assumendo per i granuli trasportati il diametro maggiore compatibile con le condizioni la contorno, compreso tra 2 e 4 cm. Si tratta ovviamente di valutazioni molto grossolane che inoltre portano a stime in difetto perchè riferite solo ad un campo ristretto della dimensione dei granuli. I risultati della stima sono rappresentati nella seguente tabella.

Stima della capacità di trasporto

	Valle delle Valli	*Grigna*	
Area del bacino	32.4	51.4	Km^2
Precipitazione media annua	1250	1250	mm
Coefficiente di deflusso	0.66	0.66	
Portata media annua	0.85	1.34	m^3/s
Capacità di trasporto (secondo Meyer-Peter)	0.0002	0.0024	m^3/s
Capacità di trasporto solido medio annuo	6374	74850	m^3

L'analisi sul trasporto solido del torrente Grigna mette in evidenza nel complesso una situazione caratterizzata da un trasporto medio annuo relativamente elevato e dalla possibilità di fenomeni di trasporto in massa in grado di mobilizzare volumetrie istantanee considerevoli, ma comunque nella media delle quantità mobilizzate sul lungo periodo.

Sulla base delle considerazioni fatte si può osservare che nel complesso il tratto inferiore del torrente Grigna non evidenzia una tendenza netta ed accentuata per l'erosione o la deposizione di materiale. Su una tendenza geomorfologica di fondo rivolta verso l'erosione (legata al riequilibrio del profilo di fondo di eredità glaciale) il torrente esercita una continua rielaborazione di materiale lungo il conoide, attraverso un succedersi di episodi di deposito e di erosione anche forte intensità legati al succedersi delle piene.

4 Compatibilità delle opere in progetto.

Dal punto di vista vincolistico le opere in progetto sono compatibili con lo stato di disseto evidenziato dalla carta dei dissesti PAI: infatti l'opera in progetto rientra nel regime giuridico degli impianti di produzione che utilizzano fonti di energia rinnovabili, di cui all'art. 1 della Legge 10/1991: a tali impianti è stato attribuito il carattere di *pubblica utilità e di pubblico interesse* e quindi in accordo con i contenuti dell'art. 9 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di assetto Idrogeologico del Fiume Po.

Il deflusso della colata detritica e/o della piena avviene nell'alveo inciso, con possibile interferenza con le opere esistenti (canale Vaso Re) sulle quali è prevista la realizzazione della presa.

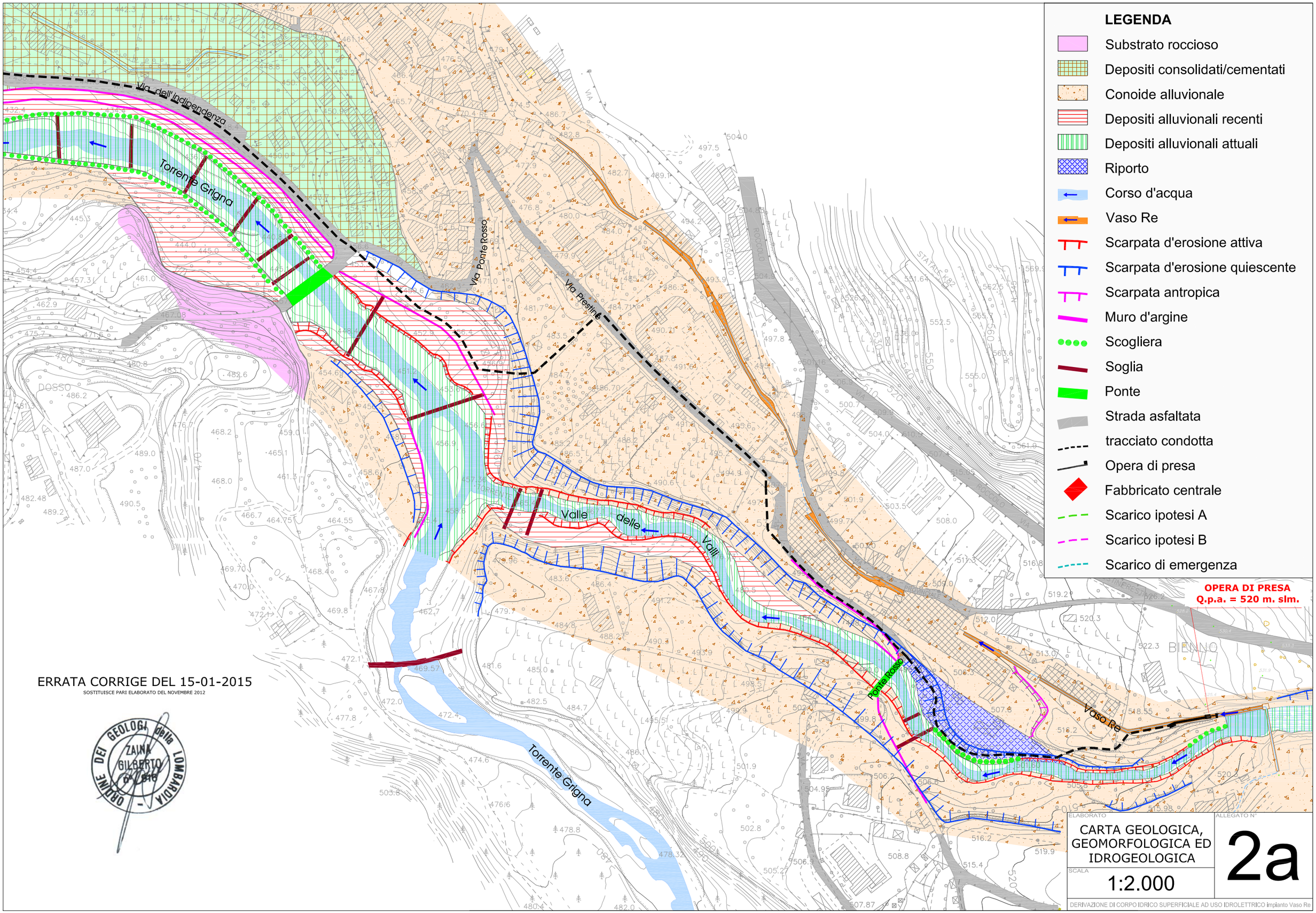
La realizzazione del opera di derivazione e del primo tratto di condotta forzata non altera il quadro morfologico locale ne tantomeno la curva di fondo del corso d'acqua.

Il tratto medio inferiore della condotta forzata sarà interrata nei depositi alluvionali di conoide, all'esterno dell'alveo inciso: lungo la sponda destra dell'alveo del Torrente Grigna sono presenti opere di regimazione idraulica costituite argine in calcestruzzo e/o scogliere.

Le opere, realizzate recentemente, contengono i processi erosivi laterali e sono state dimensionate attenendosi ai valori di portata di massima piena come descritto nei paragrafi precedenti.

Dott. geol. Gilberto Zaina

Darfo Boario Terme (Brescia), Novembre 2012



ERRATA CORRIGE DEL 15-01-2015

SOSTITUISCE PARI ELABORATO DEL NOVEMBRE 2012

ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA
ZAINA GILBERTO

ELABORATO

CARTA GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

SCALA

1:2.000

ALLEGATO N°

2a

DERIVAZIONE DI CORPO IDRICO SUPERFICIALE AD USO IDROLETTRICO Impianto Vaso Re

SCARICO VASO RE
Q.r.a. = 394.60 m. slm.

Vaso Re

Via Artigiani

Via Prati

Via

Via Cav. Morandini

Torrente Grigna

NUOVA CENTRALE
"VASO RE" DI BIENNO
Quota asse = 408.50 m. slm.

SCARICO DI EMERGENZA
TORRENTE GRIGNA
Q.r.a. = 393 m. slm.

LEGENDA

- Substrato roccioso
- Depositi consolidati/cementati
- Conoide alluvionale
- Depositi alluvionali recenti
- Depositi alluvionali attuali
- Riporto
- Corso d'acqua
- Vaso Re
- Scarpata d'erosione attiva
- Scarpata d'erosione quiescente
- Scarpata antropica
- Muro d'argine
- Scogliera
- Soglia
- Ponte
- Strada asfaltata
- tracciato condotta
- Opera di presa
- Fabbricato centrale
- Scarico ipotesi A
- Scarico ipotesi B
- Scarico di emergenza

ELABORATO
CARTA GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

SCALA
1:2.000

ALLEGATO N°
2b

DERIVAZIONE DI CORPO IDRICO SUPERFICIALE AD USO IDROLETTRICO Impianto Vaso Re