



COMUNE DI GANDELLINO

Provincia di Bergamo

COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO IN ATTUAZIONE DELL'ART. 57 L.R. 11-03-2005 N. 12

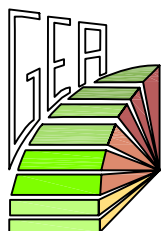
TITOLO ELABORATO

AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO DI DETTAGLIO SUL CONOIDE DELLA VAL SEDORNIA

N. PRATICA	TIPOLOGIA	FASE PROG.	SCALA	ELABORATO
10_105	PGT	DEFINITIVA	-	d1

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE
0	Agosto 2014	Prima emissione
1	-	-
2	-	-
3	-	-

PROGETTISTI



di S. Ghilardi & C. s.n.c.
24020 RANICA (Bergamo)
Via Tezze, 1
Telefono e Fax: 035.340112
E - Mail: gea@mediacom.it

Dott. Geol. SERGIO GHILARDI
iscritto all' O.R.G. della Lombardia n° 258

Dott. Ing. FRANCESCO GHILARDI
iscritto Ord. Ing. Prov. BG n. 3057



INDICE

1	INTRODUZIONE.....	2
1.1	Normative di riferimento per lo studio di dettaglio dell'area	6
1.2	Procedura seguita per la zonazione	6
2	SITUAZIONE ATTUALE.....	7
3	INQUADRAMENTI GEOGRAFICI, GEOAMBIENTALI E INDIVIDUAZIONE DEI DISSESTI, RICERCA STORICA	10
4	ANALISI SULLA PERICOLOSITÀ DEL CONOIDE CON VALUTAZIONI IDROLOGICHE E IDRAULICHE	11
5	ELEMENTI CONOSCITIVI NUOVI	12
5.1	Premessa	12
5.2	Rilievo laser scan	13
5.3	Nuovi rilevamenti nel bacino	15
5.4	Elementi fisici non considerati nello studio del 2003	16
5.5	Opere di regimazione idraulica eseguite dal 2003 ad oggi	18
6	ZONIZZAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ.....	21
6.1	Zonizzazione attuale	21
6.2	Zonizzazione proposta in aggiornamento	23
7	ULTERIORI OPERE DI DIFESA IDRAULICA	27
7.1	Premessa	27





1 INTRODUZIONE

La presente relazione costituisce aggiornamento dello studio di dettaglio eseguito nel 2003 dagli scriventi sul conoide del Torrente Sedornia.

La revisione di tale studio si inserisce nel contesto della realizzazione della *Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T.* comunale, ed è motivata sia dall'acquisizione di una serie di nuovi elementi conoscitivi di sostanziale importanza, sia dall'esecuzione, in questi anni, di una serie di opere sul conoide. In particolare, si segnalano:

- Realizzazione di un rilievo laser scan di tutto il fondovalle di Gandellino, includente il conoide del Sedornia, che ha permesso di valutare molto più accuratamente la topografia.
- Rinvenimento, nella zona apicale del conoide, di un importante argine precedentemente occultato dalla vegetazione infestante, e quindi non considerato nello studio del 2003.
- Realizzazione, da parte di privati, di un tratto di argine lungo la sponda idrografica sinistra del torrente, e rimozione, da parte degli stessi, di alcuni blocchi di grandi dimensioni che ostruivano l'alveo, con conseguenti modifiche delle condizioni dell'alveo stesso. Queste opere non sono di per sé sufficienti a garantire la completa sicurezza del conoide, ma rappresentano di certo un miglioramento, tale da permettere una rivalutazione almeno parziale delle perimetrazioni di pericolosità attuali.





- Relazione tecnica -

Tutti questi elementi, nel loro complesso, hanno indotto l'Amministrazione Comunale ad eseguire una revisione dello studio di dettaglio della conoide, in modo da rivalutare l'effettiva pericolosità del dissesto, pervenendo ad una nuova zonizzazione e vagliando l'eventuale necessità di realizzazione di ulteriori opere di regimazione idraulica sul corso d'acqua.

La valutazione dei processi in atto e delle tendenze evolutive è importante sia ai fini di una corretta salvaguardia delle opere e dei terreni oggetto di studio, sia per la progettazione e la gestione delle eventuali opere di ingegneria idraulica.

Il presente aggiornamento comprende sia i contenuti dello studio di dettaglio del 2003 (inquadramenti geologici e geomorfologici, calcolo della magnitudo, ecc.), sia le considerazioni in merito ai nuovi elementi conoscitivi acquisiti, alle opere realizzate e da realizzarsi, ed infine la nuova proposta di zonizzazione della pericolosità.

L'area di studio è sita nel territorio comunale di Gandellino, allo sbocco della Val Sedornia, immediatamente a nord del centro abitato principale.





- Relazione tecnica -

L'ubicazione indicativa dell'area di conoide è visibile nello stralcio di C.T.R. in figura.

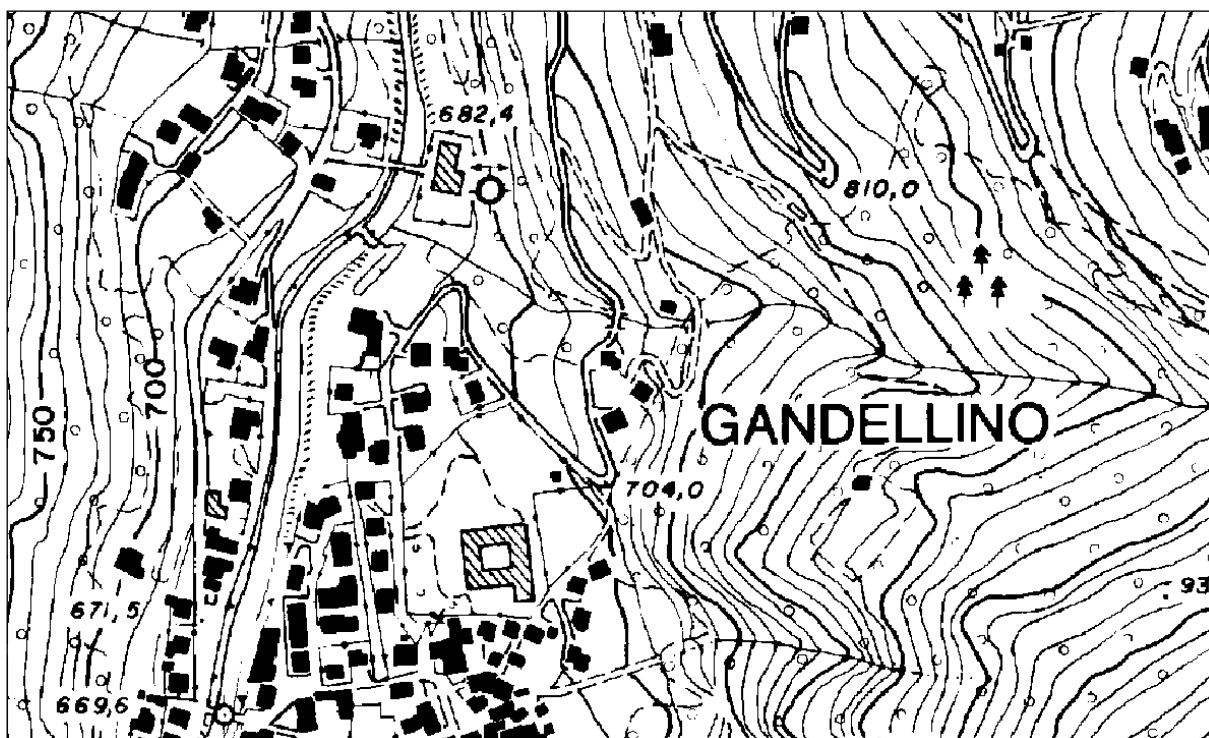


Figura 1 – Area del conoide oggetto di studio





- Relazione tecnica -

Il bacino di riferimento del conoide è visibile nella figura seguente.

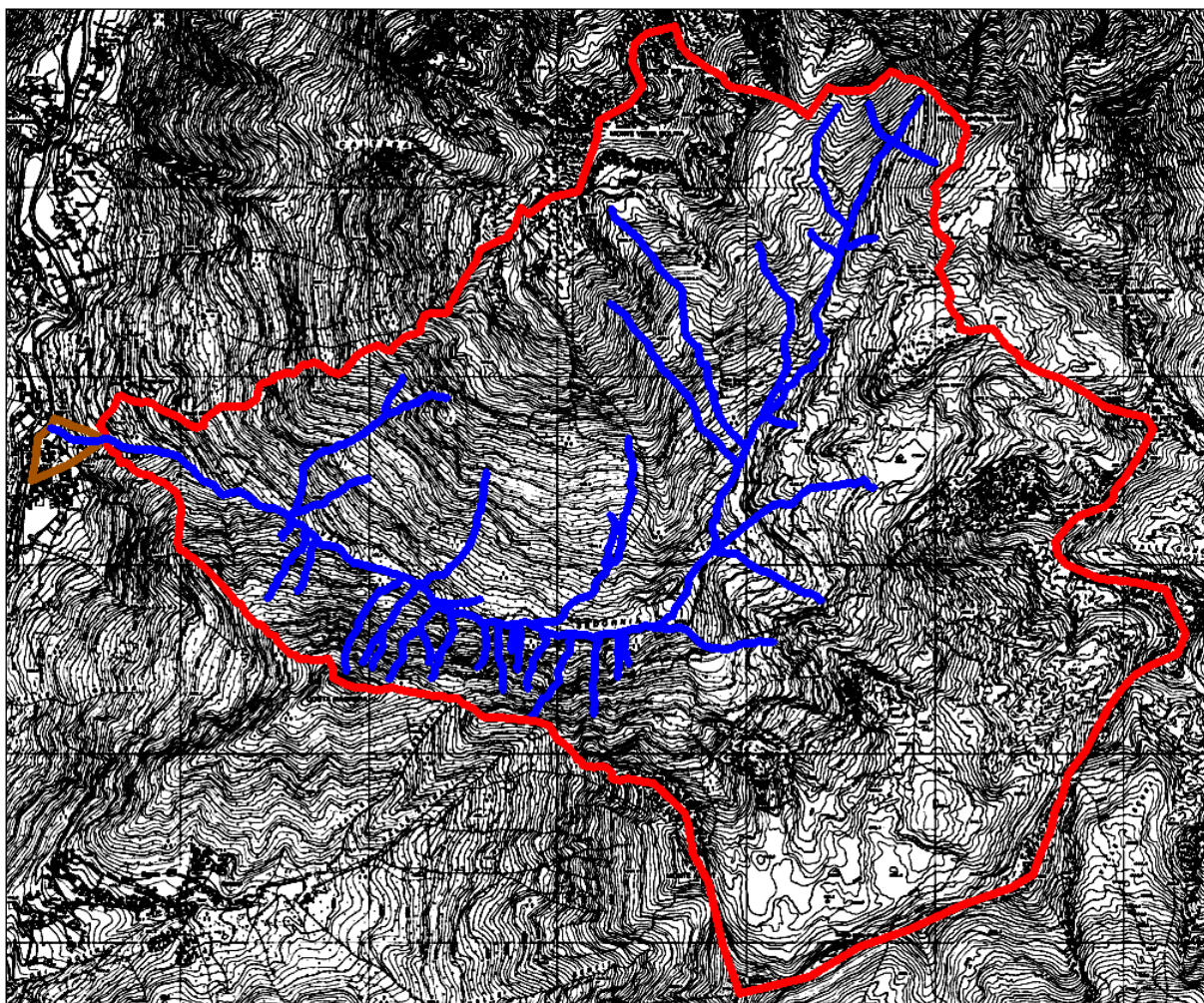


Figura 2 - Corografia del bacino oggetto di studio (perimetro rosso) su base CTR





- Relazione tecnica -

1.1 Normative di riferimento per lo studio di dettaglio dell'area

La normativa di riferimento indica la procedura da seguire che prevede la predisposizione di studi di dettaglio condotti secondo le metodologie di cui agli allegati 2 – Parte II, 3 e 4 della direttiva regionale approvata con D.g.r. 30 novembre 2011, n. 2616 *"Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T., in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n.15, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n.8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374"*.

1.2 Procedura seguita per la zonazione

Per meglio comprendere la dinamica fluviale è necessario conoscere l'evoluzione del corso d'acqua. Lo studio di pericolosità delle aree risulta possibile valutando gli elementi geomorfologici del conoide e le caratteristiche di pericolosità e magnitudo delle colate detritiche interessanti il bacino, definite in base ai metodi (empirici, semi-empirici, statistici, ecc.) maggiormente accreditati in letteratura. Come per le frane, si evidenzia che per determinare lo stato di un conoide si ritiene preferibile valutare, nel loro insieme, tutti quei fattori (geologici, geomorfologici, idrogeologici, di pericolosità, climatici, temporali, ecc.) che concorrono a caratterizzare lo stato del dissesto, non assumendo la data dell'ultima riattivazione come unico parametro discriminante. Nello studio del 2003, è stata valutata la pericolosità geomorfologica dei fenomeni di dissesto sia dai rilievi in campo, sia sulla scorta degli elementi geomorfologici del conoide e delle caratteristiche di pericolosità e magnitudo delle colate detritiche interessanti il bacino. È stata poi eseguita un'analisi idrologica - idraulica di dettaglio per la definizione delle portate solido/liquide in gioco. Il presente aggiornamento si basa su ulteriori rilievi e sopralluoghi, oltre che su tutti i già citati elementi conoscitivi emersi nel contempo.





2 SITUAZIONE ATTUALE

Prima di analizzare nel dettaglio le caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito e di entrare nel merito degli aspetti idrologico-idraulici, è opportuno fare una breve digressione sulle varie fasi che hanno condotto all'attuale zonizzazione del conoide in oggetto.

La prima “zonizzazione” risale allo studio geologico di supporto al Piano Regolatore Generale di Geoter (D. Ravagnani) del 1997. In questo studio, l'ambito di conoide viene fatto ricadere nella classe di fattibilità 3.

Nei primi anni duemila, è stato introdotto l'Inventario dei Fenomeni Franosi della Regione Lombardia (GeolFFI). All'interno di questo strumento, il conoide della Val Sedornia è stato indicato come “conoide quiescente”.

Il GeolFFI è stato poi utilizzato dallo scrivente anche come strumento di supporto per la redazione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Provincia di Bergamo, pertanto il conoide quiescente in oggetto è stato introdotto anche negli elaborati del P.T.C.P.

Nel 2003, gli scriventi hanno proceduto sia all'esecuzione di tre studi di dettaglio su altrettanti conoidi di Gandellino (Val Sedornia, Val Grabiasca e Bondo), sia all'adeguamento P.A.I. dello studio geologico del P.R.G. nel suo complesso. Nello studio di dettaglio, il conoide è stato zonizzato nelle classi di pericolosità H2, H3, H4 ed H5. Tale zonizzazione è stata riportata nello studio geologico complessivo implementando ambiti P.A.I. “Ca”, “Cp” e “Cn”, tradotti in fattibilità geologica con la classe 4, la classe 3c e la classe 2. Gli ambiti individuati nello studio di dettaglio come zone a pericolosità H3 sono stati poi, nello studio complessivo, tradotti come





- Relazione tecnica -

“Cp” (conoide attivo parzialmente protetto), anche se la normativa dell’epoca avrebbe permesso un più moderato “Cn” (conoide completamente protetto o non recentemente attivatosi). Tale classificazione, frutto di un eccesso di zelo dell’epoca ma, di fatto, concepita in origine per avere una “normale” classe di fattibilità 3 e non una classe 3 “restrittiva” come è quella legata ai conoidi “Cp”, si è mantenuta inalterata sino ad oggi, ponendo alcune limitazioni piuttosto pesanti (e immotivate) sul centro storico.

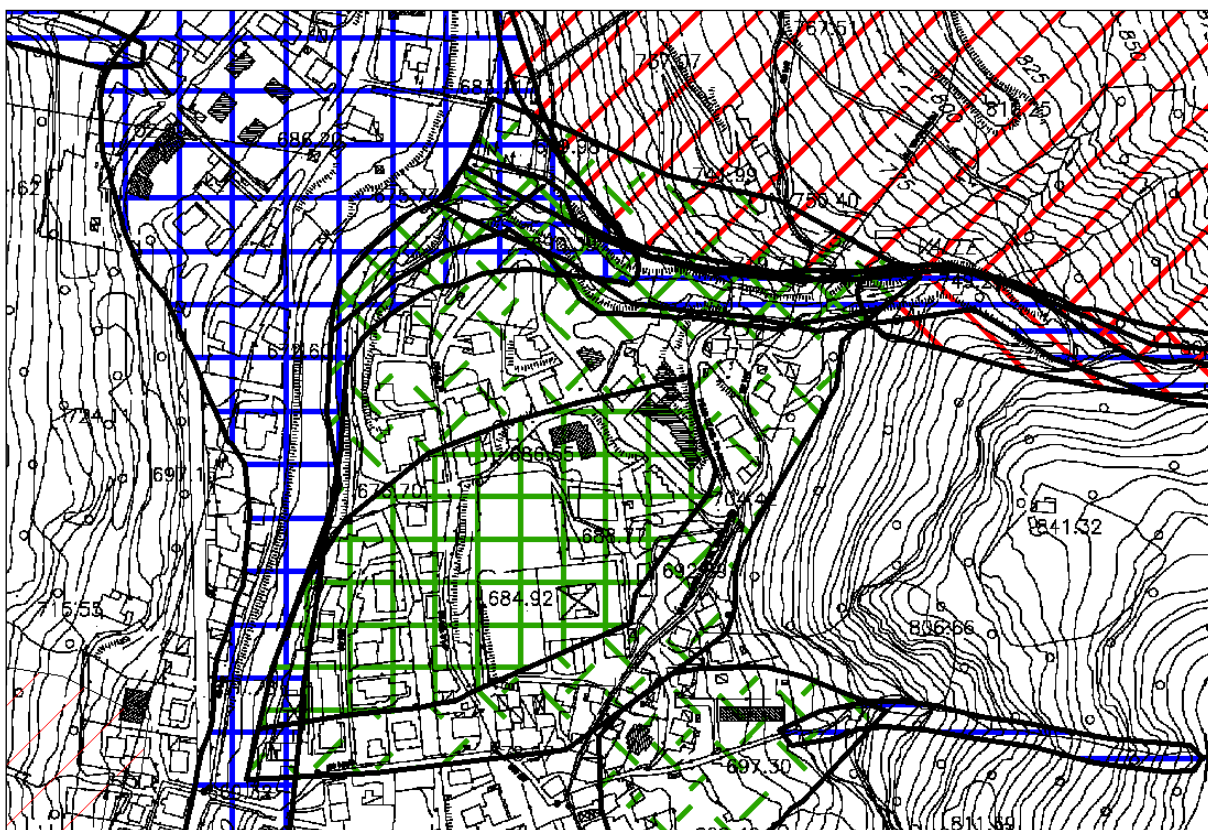


Figura 3 – Quadro del dissesto proposto nello studio geologico del 2003





- Relazione tecnica -

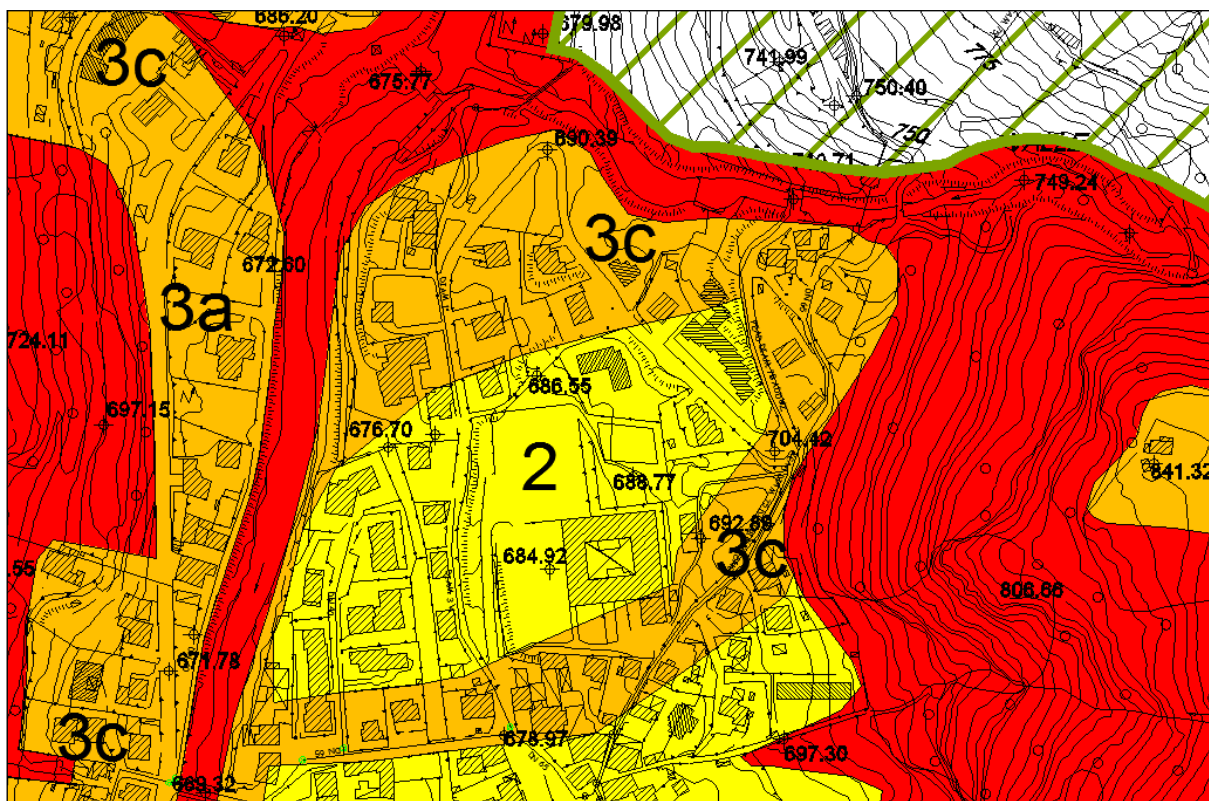


Figura 4 – Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano prima del presente studio

Il presente studio rappresenta dunque l'occasione per rivalutare la zonizzazione del dissesto, sgravando il centro storico da una serie di restrizioni immotivate, non sussistendo più le condizioni di criticità individuate all'epoca ed essendo emersi sostanziali elementi favorevoli inizialmente non del tutto considerati; allo stesso modo, è anche un'occasione per programmare nuovi ed ulteriori interventi di regimazione idraulica, che non potranno che migliorare le condizioni di sicurezza complessive del territorio.





3 INQUADRAMENTI GEOGRAFICI, GEOAMBIENTALI E INDIVIDUAZIONE DEI DISSESTI, RICERCA STORICA

Per tutta la parte di inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico del bacino e del conoide, ricerca storica e bibliografica sugli eventi verificatisi, individuazione dei punti critici e delle opere nel bacino e sul conoide, si veda lo studio di dettaglio del 2003, allegato in calce alla presente relazione.





4 ANALISI SULLA PERICOLOSITÀ DEL CONOIDE CON VALUTAZIONI IDROLOGICHE E IDRAULICHE

Si ritengono validi i calcoli della magnitudo e più in generale tutte le elaborazioni idrologico-idrauliche contenuti nello studio del 2003, al quale si rimanda.





5 ELEMENTI CONOSCITIVI NUOVI

5.1 *Premessa*

Come già accennato nei capitoli precedenti, il presente aggiornamento è motivato dall'acquisizione di una serie di elementi innovativi, che hanno condotto ad una sostanziale revisione della pericolosità del conoide. Di seguito, si affrontano tali elementi uno ad uno.





5.2 Rilievo laser scan

Nel 2007, gli scriventi hanno fatto eseguire ad una ditta specializzata un rilievo laser scan di tutto il fondovalle di Gandellino lungo l'asta del Serio. Tale rilievo ha compreso, di fatto, anche tutto il conoide della Val Sedornia sino al suo apice.

Tracciando una serie di sezioni topografiche sul rilievo, è stato possibile valutare alcune situazioni morfologiche in modo molto più accurato rispetto a quanto era stato fatto nel 2003 con la base aerofotogrammetrica comunale, grazie alla grande accuratezza del nuovo strumento.



Figura 5 – Rappresentazione delle curve di livello con equidistanza 1 m ricavate dal rilievo laser scan nella zona del conoide





- Relazione tecnica -



Figura 6 – Ortofoto del conoide riprese con il rilievo laser scan





5.3 Nuovi rilevamenti nel bacino

È stato eseguito un nuovo rilevamento geomorfologico e geologico nel bacino del corso d'acqua.

Nel complesso, è emersa una situazione di complessiva stabilità, con prevalenti coperture boschive regolari, a conifere, in genere ben governate. Sono naturalmente presenti alcuni fenomeni di dissesto (valanghe, qualche frana, cadute massi), ma, in linea di massima e considerando il contesto della zona, non sono emerse situazioni di particolare gravità.



**Figura 7 - La località Spiazzi dell'Acqua in media Val Sedornia
Si evidenziano le coperture boschive regolari**





5.4 Elementi fisici non considerati nello studio del 2003

Nello studio di dettaglio era stato individuato un punto di possibile tracimazione del corso d'acqua collocato grossomodo nella zona apicale del conoide. Da questo punto, infatti, era stato individuato un paleoalveo attribuito all'ambito di pericolosità "Cp", discendente sino al centro storico lambendo la Villa dei Padri Barnabiti, sul lato idrografico sinistro del corso d'acqua attuale.

In realtà nel 2003, probabilmente per via della fitta vegetazione infestante, recentemente rimossa o spontaneamente regredita, non era stato notato un argine artificiale posto appena a monte dell'imbocco del paleoalveo, in sponda idrografica sinistra, nelle vicinanze di un ponticello pedonale. Tale argine ha un'altezza tale da impedire tracimazioni, rendendo ormai di fatto il paleoalveo non riattivabile.

Il paleoalveo, peraltro ben inciso e molto ben delimitabile fino alla Via Val Sedornia, manterrà dunque un significato puramente geomorfologico, ma senza alcuna valenza idraulica legata all'attività del conoide.

La presenza di quest'opera, al tempo non considerata nella modellizzazione del dissesto, eliminando la pericolosità del paleoalveo consente già di modificare la zonizzazione del conoide nella sua porzione più meridionale.





- Relazione tecnica -



Figura 8 - Argine artificiale nella zona apicale del conoide, in sponda idrografica sinistra



Figura 9 - Zona terminale del paleovalveo





5.5 Opere di regimazione idraulica eseguite dal 2003 ad oggi

Il tratto di corso d'acqua afferente al conoide è stato oggetto, negli ultimi anni, di una serie di interventi di regimazione idraulica promossi da soggetti privati, autorizzati e validati dalle Autorità competenti. Le opere erano finalizzate a mettere in sicurezza alcune specifiche aree in funzione di interventi edificatori, tuttavia, per la loro natura, hanno contribuito di fatto a migliorare complessivamente il regime idraulico del corso d'acqua nella zona del conoide.

Le opere, consistenti nella realizzazione di un'arginatura sulla sponda idrografica sinistra del Torrente Sedornia all'altezza di Via Casa Alta, finalizzata a contenere la piena centennale, sono state raccomandate, progettate e successivamente verificate dall'Ing. Pasquale Zucchelli (*Relazione idrologica relativa alla verifica idraulica in Via Casa Alta – Gandellino*, maggio 2005), autorizzate dal Comune e dallo STER di Bergamo, e quindi effettivamente eseguite, come dichiarato dallo stesso Ing. Zucchelli nel C.R.E. del febbraio 2007.

In seno al medesimo progetto edilizio, il Dott. Geol. Norberto Invernici nel maggio 2005 ha evidenziato – oltre alla necessità di eseguire l'arginatura di cui alla relazione dell'Ing. Zucchelli – la presenza di molto materiale ostruente in alveo, in particolare vegetazione in grado di ostacolare il regolare deflusso delle acque. Di conseguenza, sempre nel 2005 il soggetto privato promotore dell'iniziativa edilizia ha provveduto ad inoltrare istanza allo STER di Bergamo anche per ottenere autorizzazione alla manutenzione ordinaria dell'alveo mediante taglio piante e rimozione vegetazione arbustiva. Tale intervento è poi stato effettivamente eseguito, eliminando anche alcuni massi di notevole dimensione, che ostruivano considerevolmente l'alveo del corso d'acqua.





- Relazione tecnica -

Relazione idraulica, C.R.E. e autorizzazioni sono allegate in calce al presente documento.

Gli interventi realizzati tra il 2005 e il 2007, pur non potendosi di certo ritenere risolutivi ai fini della sicurezza dell'intero conoide (anche perché valutati soltanto sulla portata liquida e non sul trasporto solido), hanno certamente contribuito a migliorare la situazione. In particolare, la rimozione dei massi più voluminosi e della vegetazione infestante ha condotto ad un progressivo riequilibrio dell'alveo, creando un franco più alto per possibili tracimazioni di acqua e detriti.



Figura 10 - Alveo del Torrente Sedornia all'altezza di Via Casa Alta appena sotto la briglia (freccia rossa) prima degli interventi realizzati





- Relazione tecnica -



Figura 11 - Condizioni dell'alveo oggi nel medesimo tratto





6 ZONIZZAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ

6.1 Zonizzazione attuale

Attualmente, il conoide è zonizzato secondo le seguenti classi di pericolosità, individuate nello studio di dettaglio del 2003:

- **Pericolosità molto alta (H5):** comprende l'alveo attuale con le sue pertinenze ed eventuali paleoalvei riattivabili in caso di piena ed, eccezionalmente, porzioni di conoide.
- **Pericolosità alta (H4):** area con alta probabilità di essere interessata da fenomeni di trasporto in massa e/o di trasporto solido, con deposizione di ingenti quantità di materiale solido e con danneggiamento di opere e manufatti.
- **Pericolosità media (H3):** area interessata nel passato da eventi alluvionali documentati su basi storiche; area con moderata probabilità di essere esposta a fenomeni alluvionali (esondazione). In particolare si possono avere deflussi con altezze idriche ridotte (massimo 20, 30 cm) e trasporto di materiali sabbioso-ghiaiosi.
- **Pericolosità bassa (H2):** area mai interessata nel passato da fenomeni alluvionali documentati su base storica o area protetta da opere di difesa idraulica, ritenute idonee anche in caso di eventi estremi, con basse probabilità di essere interessata da fenomeni di dissesto.

La classe H5 era stata individuata in corrispondenza dell'alveo attivo e di tutta la porzione di conoide in sponda idrografica destra.





- Relazione tecnica -

La classe H4 era stata individuata in una stretta fascia spondale sinistra, partendo da quota 722 m s.l.m. circa, ed allargandosi sensibilmente in basso vicino al Serio.

La classe H3 era stata perimetrata sulle porzioni laterali del conoide, incluso il paleoalveo discendente da quota 731 m s.l.m. circa fino alla Via Vittorio Emanuele.

La classe H2, infine, era stata individuata nella porzione centrale del conoide.





6.2 Zonizzazione proposta in aggiornamento

Innanzitutto, occorre precisare che il conoide è stato ridefinito in termini di perimetro complessivo, oltre che di morfologia, anche se in modo limitato. In particolare, è stata stralciata una parte in sponda idrografica destra, che grazie ai nuovi rilievi è stata piuttosto considerata come versante principale del rilievo.

Per quanto concerne, invece, la pericolosità, sono state implementate le classi di pericolosità H5, H3 ed H2.



Figura 12 - Zonizzazione aggiornata della pericolosità sul conoide
H5: rosso H3: giallo H2: verde





- Relazione tecnica -

La classe H5 è stata attribuita ancora all'alveo attivo ed alle sue immediate pertinenze, con un modesto allargamento verso sud in basso in adiacenza al Serio.

La classe H4, presente nella zonizzazione originaria, è stata rimossa.

La classe H3 è stata inserita in corrispondenza di una fascia da quota 704 m s.l.m. circa sino al fondovalle seriano; questa fascia presenta massima larghezza in corrispondenza del tornante di Via Casa Alta.

Questa classe potrà essere ridotta alla H2 implementando una serie di ulteriori opere di mitigazione del rischio idraulico, come indicato nei successivi capitoli.

La classe H2 è stata assegnata a tutta la rimanente porzione di conoide.

La tabella seguente riassume le corrispondenze tra classi di pericolosità, diciture del dissesto P.A.I. e classi di fattibilità geologica:

Livello di Rischio	Classe di fattibilità	Tipo di dissesto	Codice classe di fattibilità	Norme associate (Titolo 1)
H5	4	Ca	4 Ca	Art. 9 comma 7 delle N.T.A. del PAI
H3	3	Cp	3 Cp	Art. 9 comma 8 delle N.T.A. del PAI
H2	3	Cn	3 Cn	Art. 9 comma 9 delle N.T.A. del PAI





- Relazione tecnica -

La classe H5 comporta l'attribuzione dell'ambito di dissesto "Ca". La classe di fattibilità 4 corrispondente è normata dall'art. 9 comma 7 delle N.T.A. del P.A.I. per i dissesti "Ca".

La classe H3 comporta l'attribuzione dell'ambito di dissesto "Cp". A tale ambito si associa la classe di fattibilità 3, normata però dall'art. 9 comma 8 delle N.T.A. del P.A.I., quindi con norme più restrittiva rispetto ad una classe 3 "generica".

In questo ambito, è in corso di esecuzione un progetto edilizio residenziale, ancora largamente incompiuto (si tratta del progetto che motivò la realizzazione delle opere di cui sopra). Stanti le condizioni attuali del dissesto, considerando che – come già detto – le opere idrauliche eseguite sono sufficienti a proteggere l'area dal deflusso della piena centennale (portata liquida) ma non tengono in considerazione il trasporto solido (debris flow), si ritiene che il progetto non possa proseguire in condizioni di sicurezza. Per poter continuare i lavori, sarà necessario realizzare una serie di opere di difesa aggiuntive (cfr. capitolo successivo), che, una volta collaudate, permetteranno di riassegnare la classe di pericolosità H3 alla classe H2 e, quindi, passare dalla classe di fattibilità "3 Cp" alla "3 Cn". La tavola sotto evidenzia la rizonizzazione (di massima, da valutare poi puntualmente ad opere realizzate) che potrà essere eseguita a seguito dei suddetti interventi.

La classe H2 comporta l'assegnazione dell'ambito di dissesto "Cn", a cui è associata una classe di fattibilità 3 le cui norme sono stabilite dalle Norme Geologiche di Piano del P.G.T., comunque senza particolari restrizioni.





- Relazione tecnica -



Figura 13 – Possibile rizonizzazione di massima del conoide a seguito della realizzazione degli ulteriori interventi di mitigazione idraulica

H5: rosso H2: verde



7 ULTERIORI OPERE DI DIFESA IDRAULICA

7.1 Premessa

Ai fini del raggiungimento di un livello di sicurezza più ampio, con la conseguente eliminazione della classe di pericolosità H3 in favore dell'adiacente H2 e l'eventuale possibilità di proseguire il progetto edilizio in Via Casa Alta, gli scriventi propongono la realizzazione di nuove opere di difesa idraulica, che andranno ad aggiungersi a quelle già predisposte tra il 2005 e il 2007.

Naturalmente, la realizzazione di tali opere è a prescindere auspicabile, anche indipendentemente dal progetto edilizio di cui sopra.

A) Interventi strutturali.

1. Realizzazione di un nuovo argine, da realizzarsi partendo dalla briglia posta a quota 704 m s.l.m. circa (poco a monte della zona di cantiere di Via Casa Alta), in sponda idrografica sinistra, e spingendosi verso valle fino a prima del tornante della strada per una lunghezza complessiva di circa 40-50 m. L'opera sarà realizzata mediante gabbioni metallici (o in massi ciclopici o altra tecnica compatibile) di altezza pari ad almeno 2,00 m rispetto alla quota del ciglio superiore della sponda attuale, e quindi in parte al di sopra della scogliera già realizzata. Tale intervento consentirà di difendere la parte sottostante di conoide dai fenomeni di deflusso liquido e di trasporto solido.
2. Pulizia dell'alveo da ramaglie e dal materiale depositato in alveo nelle precedenti piene.





- Relazione tecnica -

B) Interventi non strutturali.

1. Predisposizione dei piani allertamento, di emergenza e di protezione per le popolazioni esistenti, da attuare con l'ausilio del Nucleo di Protezione Civile Comunale.
2. Divulgazione dell'informazione e la formazione a tutti i livelli

Le opere sono state valutate considerando l'esigenza di garantire la sicurezza delle persone e delle opere presenti e le caratteristiche paesaggistiche dell'ambito interessato. Per perseguire questi obiettivi e finalità andrà tenuto conto anche dei criteri ed indirizzi contenuti nei documenti redatti dalla regione Lombardia in merito alle opere di ingegneria naturalistica.

Ranica, agosto 2014

Dott. Geol. Sergio Ghilardi

Dott. Ing. Francesco Ghilardi

Allegati:

- Copia relazione idraulica Ing. Pasquale Zucchelli
- Autorizzazione STER di Bergamo alla costruzione opere di difesa spondale
- Autorizzazione STER di Bergamo alla pulizia alveo e taglio piante
- Certificato di regolare esecuzione Ing. Pasquale Zucchelli



RELAZIONE IDROLOGICA

relativa alla verifica idraulica in via Casa Alta - Gandellino

Committenti: **URBE COSTRUZIONI S.r.l.**

Ardesio, 20 maggio 2005.



CARATTERISTICHE DEL BACINO IDROGRAFICO:

Il bacino idrografico oggetto della presente relazione è quello relativo al torrente Sedornia, torrente che si immette nel fiume Serio a nord dell'abitato di Gandellino, alla quota di circa m. 680 s.l.m..

Ha un ampiezza massima, calcolata sulla sezione di verifica idraulica individuata con la lettera C nell'allegato elaborato tecnico, di circa 12.97 kmq.; la forma è piuttosto tozza, ovvero molto allargata rispetto alla lunghezza complessiva del torrente.

Il bacino è stato delimitato con l'ausilio della Carta Tecnica Regionale, in scala nominale 1:10.000. Il bacino idrografico rappresenta la porzione di territorio che raccoglie tutte le precipitazioni meteoriche che, trasformandosi in portate, defluiscono attraverso tale sezione. Le principali caratteristiche topografiche di bacino sono: superficie, curva ipsografica, pendenza media, densità di drenaggio e fattori di forma.

La superficie di bacino idrografico considerato misura l'area della proiezione orizzontale della superficie delimitata dallo spartiacque topografico.

La curva ipsografica descrive l'andamento altimetrico del bacino. Si ottiene riportando in un diagramma cartesiano i punti le cui coordinate rappresentano la superficie delle porzioni di bacino che si trovano a quota superiore ad un dato valore e il valore di tale quota.

Dalla curva ipsografica si determina l'altitudine media e l'altitudine mediana utilizzando formule di calcolo integrale che sono le seguenti:

Altitudine media:

$$h_m = \left(\int (h \, dS) \right) / S \approx \left(\sum h_i S_i \right) / S$$

dove S_i è la superficie di bacino compresa fra due curve di livello successive e h_i l'altitudine media corrispondente.

L'altitudine mediana si definisce come la quota al di sopra e al di sotto della quale esiste pari estensione del bacino.

La pendenza media è calcolabile con la formula:

$$I = h \left(\sum l / S \right)$$

dove h è l'equidistanza fra isoipse, $\sum l$ è la sommatoria delle isoipse riferite sempre alla medesima equidistanza e S è la superficie del bacino.

L'asta principale ha una lunghezza di m. 667 e la sua quota massima è di m. 1939.21 (alle pendici del Monte Sponda Vaga)

CARATTERISTICHE DEL DRENAGGIO:



Dalla cartografia della zona è evidente la presenza di un drenaggio molto ben sviluppato, con aste praticamente perpendicolari al corso principale.

Dalla verifica effettuata dallo scrivente studio si desume una lunghezza della rete idrografica di circa 21.9 km (la densità di drenaggio del bacino è pari a 1.687 km/kmq.)

La densità di drenaggio è il parametro che caratterizza lo sviluppo della rete idrografica di un bacino ed è definito come il rapporto altitudine mediana si definisce come la quota al di sopra e al di sotto della quale esiste pari estensione del bacino.

$$D = l_{tot} / S$$

dove l_{tot} è la lunghezza totale degli affluenti e S è la superficie del bacino. Altri caratteri topografici del bacino sono rappresentati dai fattori di forma:

- $F_1 = L / \sqrt{S}$ (L = lunghezza asta principale)
- $F_2 = L_a / L$ (rapporto tra la larghezza media del bacino L_a e la lunghezza dell'asta principale L)
- $F_3 = P / C = P / 2 \pi R = P / 2 \sqrt{\pi S} \approx 0,28 P \sqrt{S}$ (si tratta del coefficiente di uniformità: è il rapporto tra il perimetro P del bacino e la circonferenza C di un cerchio di area S pari a quella del bacino, R è il raggio di tale cerchio).

Lo studio idrogeologico del bacino è stato effettuato con una delimitazione planoaltimetrica che tiene esclusivamente conto dell'andamento dei limiti superficiali dei bacini idrografici. Le eventuali portate laminate in subalveo, a favore della sicurezza, non sono state sottratte all'onda di piena.

2 - CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA

Per la stima della portata di piena (**portata al colmo**) si è effettuato un calcolo utilizzando una formula razionale che tiene conto del tempo di corrivazione e delle caratteristiche pluviometriche dell'area del bacino idrografico. Si tratta del Metodo Razionale, così come definito nella Legge 18 maggio 1989, n.183, art. 17 comma 6ter - Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica - Norme di attuazione - Piano stralcio per l'assetto Idrogeologico.

Il bacino idrografico sottende tutta l'area a monte del punto di chiusura a quota 699,13 delimitato e raffigurato in tavola 01.

Il calcolo della portata di colmo con metodo razionale si effettua mediante la seguente formula:

$$Q_c = 0,28 c i A$$



- in cui Q_c è la portata al colmo, espressa in mc/sec.
- C è il coefficiente di deflusso funzionale del tipo di terreno e della sua utilizzazione
- i è l'intensità di pioggia espressa in mm/hr
- A è la superficie del bacino espressa in kmq.

Il metodo utilizzato considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno T di quello dell'intensità di pioggia
- l'intensità di pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione t_c

Il tempo di corrivazione è definito come l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce al deflusso nella sezione terminale.

Il coefficiente di deflusso tiene conto di tre fattori:

- Il fattore di ragguaglio c_r della precipitazione alla superficie del bacino idrografico considerato
- il fattore di trattenuta c_d , funzione della capacità di assorbimento del terreno
- il fattore di laminazione c_l che dipende dalla capacità di invaso sulla superficie del bacino e nel reticolo idrografico dello stesso

2.1 CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Il tempo t_c (tempo di corrivazione) è quello necessario alla goccia di pioggia che cade nel punto idraulicamente più lontano per raggiungere la sezione di chiusura del bacino. Nel bacino considerato (data la modesta entità) non vi sono sezioni strumentate che permettano di effettuare valutazioni puntuali sulle portate di piena. Per determinare il tempo di corrivazione abbiamo fatto ricorso a formule matematiche di derivazione empirico-fenomenologico, che sono proposte da diversi autori (Giandotti 1937 - Ventura 1905 - Pezzoli 1970 - Merlo 1973 - Pugliesi 1978).

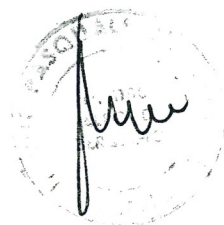
La più utilizzata è la formula di Giandotti, studiata per bacini medio-grandi dell'Italia settentrionale e centrale, ma normalmente applicata anche per bacini di piccole dimensioni.

Secondo tale formula abbiamo che:

$$T_c = \left(4\sqrt{A} + 1,5 L \right) / \left(0,8\sqrt{hm - ho + 1,5 L} \right) \quad (Hr).$$

Dove:

- L = lunghezza del percorso idraulicamente più lungo del bacino (km)
- hm = altitudine media del bacino (m)
- ho = altitudine della sezione di chiusura (m)
- A = superficie del bacino (kmq.)



Altitudine della sezione di chiusura	698,13 m. s.l.m.
Superficie	21.900 Km ²
Altitudine media del bacino	1460,12 m.
Lunghezza percorso idraulicamente più lungo del bacino	7020 m.
tempo di corrivazione	1,01 Hr (circa 62 minuti)

TABELLA 1 - DETERMINAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

3 - CARATTERIZZAZIONE PLUVIOMETRICA

Per la caratterizzazione pluviometrica puntuale degli eventi di breve durata e forte intensità, sono stati utilizzati dati bibliografici tratti da:

- **“PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE”** della Provincia di Bergamo, relazione Studio Paoletti (luglio 1994)
- **“DIRETTIVA SULLA PIENA DI PROGETTO DA ASSUMERE PER LE PROGETTAZIONI E LE VERIFICHE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA”** adottata con deliberazione del Comitato Istituzionale del 26 aprile 2001, 18, Autorità di Bacino del Fiume Po.
- **“VALUTAZIONE DELLE PIENE NELL'ITALIA NORD-OCCIDENTALE”, rapporto del progetto VAPI(2001) (CNR-GNDCI)**

In particolare si sono utilizzati i parametri **a** e **n** determinati interpolando le serie storiche più rappresentative, idonee per la determinazione dell'altezza di pioggia per durate di 1 ora, 3 ore, 6 ore. Si ricorda che la relazione statistica che lega l'altezza delle precipitazioni **h** (mm) alla durata **d** (ore) ed al tempo di ritorno **T** (anni), nota come curva di possibilità pluviometrica è data dalla

$$h_n = a \cdot d^{1/n}$$

I parametri **a** e **n** di seguito riportati sono ricavati dalla cartografia allegata ai lavori sopracitati ed i valori corrispondono a quelli caratteristici del bacino sotteso

Tr (anni)	100
Autorità di Bacino	62
a	
n	0,42

TABELLA 2 - PARAMETRI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA a e n.

Studio Ing. Pasquale ZUCCHELLI: P.zza Santuario,5 - 24020 ARDESIO (BG) - Tel. e Fax 0346-33910
C.F. : ZCC PQL 52D10 A383E - P.I. 02663750160 - Albo Ing. di Bg. n.1100
E.mail: zucchelli.pasquale@tin.it



4 - STIMA DELLE PORTATE DI PIENA MEDIANTE IL METRODO RAZIONALE DEL BACINO IN OGGETTO

Al fine di calcolare i , intensità di pioggia, si calcola prima l'altezza delle precipitazioni mediante la formula sopra riportata

$$h_n = a t d^{nt}$$

Altezza di pioggia in mm per Tr (100 anni)

53,052 mm

TABELLA 4 - ALTEZZA DI PIOGGIA IN MILLIMETRI, RELATIVE AL TEMPO DI RITORNO DI 100 ANNI

Si procede quindi al calcolo dell'intensità di pioggia i :

$$i = h/d$$

Intensità di pioggia in mm/hr per Tr (100 anni)

85,516 mm

TABELLA 5 - INTENSITA' DI PIOGGIA IN MILLIMETRI, RELATIVE AL TEMPO DI RITORNO DI 100 ANNI

La scelta del coefficiente di deflusso da applicare alla formula razionale fin ora menzionata, è stata fatta considerando l'uso del suolo e soprattutto l'osservazione sperimentale della permeabilità del bacino.

Da questa doppia considerazione (invero anche in precedenza le massime piene non hanno mai tracimato al di sopra della sede stradale) si utilizzerà per le formule in oggetto un coefficiente di deflusso $C = 0,08$

E' quindi ora possibile determinare una portata di piena

$$Q_c = 0,28 C i A$$

Portata al colmo in mc/sec per Tr (100 anni)

83,321 mc/sec.

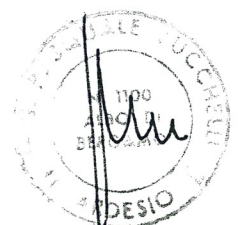


TABELLA 6 - PORTATA AL COLMO RELATIVE AL TEMPO DI RITORNO DI 100 ANNI

CONCLUSIONI

LA DETERMINAZIONE DELLA MASSIMA PORTATA DI PIENA NEL PUNTO DI CHIUSURA, CI CONSENTE LA VERIFICA IDRAULICA DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE PRESCELTA.

Ricordando che già esiste un tubo in calcestruzzo del diametro di mm. 800 (peraltro mai andato in pressione per notizie reperibili in sito) si è scelto di affiancarvi (anzi di posizionare al di sopra) un altro tubo in PVC.

A - DIMENSIONAMENTO IDRAULICO

Nota la portata al colmo per un tempo di ritorno di 100 anni, è possibile verificare lo smaltimento di questa portata per le tre sezioni riportate nel disegno di progetto..
Dagli elaborati è subito visibile che le sezioni A e B. presentano sulla sinistra orografica, altezze non sufficienti a contenere simili portate limite.

Ecco dunque la necessità di realizzare arginature (altezza massima 80 cm.) così come riportate nei disegni.

La verifica della portata in alveo è stata determinata nell'ipotesi di moto permanente con variazioni rapide e con risalto idraulico. (il riferimento è al n° Froude).

Ardesio, 20 maggio 2005.

Ing. Pasquale ZUCCHELLI





Regione Lombardia
Presidenza

Regione Lombardia - Giunta Presidenza Sede territoriale di Bergamo P 09/08/2005 10.10
006.2005.0001739

Sede Territoriale di Bergamo

Alla Ditta
URBE COSTRUZIONI s.r.l.
Via Roma n. 41
BERLINGO (Brescia)

e. p.c.: Al Sindaco del Comune di
24020 GANDELLINO

OGGETTO: RD 25.7.1904 n.523 e successive modifiche DPR 24.7.77 n.616.
Domanda della Ditta Urbe Costruzioni s.r.l. in data 30.06.2005 per autorizzazione ai soli fini idraulici alla costruzione di opere di difesa spondale sulla Valle Sedornia località Via casa alta in Comune di Gandellino.
Pratica n.2626/B.

Con riferimento alla domanda in oggetto ed ai disegni allegati, questa Struttura, per quanto di sua competenza, esperita l'istruttoria, esprime il proprio **Nulla-Osta** ai soli fini idraulici all'esecuzione di difesa spondale alle seguenti condizioni.

Questa Struttura, nel concedere il proprio benestare all'esecuzione dei lavori, si riserva la facoltà di effettuare sopralluoghi per accertare la corrispondenza tra opere progettate ed opere eseguite; a tal fine la Ditta dovrà dare comunicazione scritta dell'inizio e della fine lavori.

La manutenzione che si rendesse eventualmente necessaria al manufatto autorizzato, sarà sempre e comunque a carico del richiedente.

Questa Struttura è inoltre sollevata da qualsiasi reclamo o pretesa avanzata da terzi per danni, lesioni di diritti e per qualsiasi altro motivo, che possa essere messo in relazione alla realizzazione delle opere oggetto del presente benestare.

DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE INTEGRATA
U.O. SEDE TERRITORIALE DI BERGAMO
STRUTTURA SVILUPPO DEL TERRITORIO
Via XX Settembre, 18/a - <http://www.regione.lombardia.it>
24122 - BERGAMO

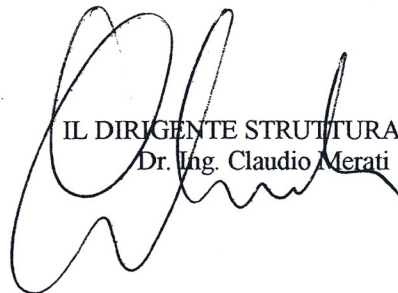
Tel. 035/273.111 - Fax 035/237794

Il presente Nulla-Osta, che viene inviato **in doppio originale** affinché una copia sia restituita a questa Struttura firmata per ricevuta ed accettazione, ha validità di 12 (dodici) mesi dalla data del rilascio, entro il quale termine s'intende debbano iniziare i lavori.

Ad ultimazione degli stessi dovrà essere fornita comunicazione scritta alla scrivente per la necessaria verifica di conformità delle opere eseguite con quanto autorizzato.

L'opera resta comunque assoggettata al rilascio di regolare concessione o autorizzazione edilizia da parte del Sindaco o suo delegato per legge.

Distinti saluti.


IL DIRIGENTE STRUTTURA
Dr. Ing. Claudio Merati

Il Referente Tecnico
Geom. Enzo Techel

Il Responsabile U.o.
Geom. Felice Sonzogni



Regione Lombardia
Presidenza

Regione Lombardia - Giunta
Presidenza
Sede territoriale di
Bergamo
P 22/11/2005 10.10

AB06.2005.0007047

Sede Territoriale di Bergamo

Alla Ditta
URBE COSTRUZIONI s.r.l.
Via Roma n. 41
BERLINGO (Brescia)

e. p.c.:

Al Sindaco del Comune di
24020 GROMO

OGGETTO : Istanza in data 10.11.2005 per taglio di arbusti e piante (circa 30 unità costituite da robinie faggi e noccioli) ricadenti nell'alveo del Torrente Valle Sedornia in Comune di Gandellino, e poste in prossimità delle opere di difesa spondale già autorizzate dalla scrivente Struttura con nulla-osta n.1739/05.

In relazione alla richiesta di cui all'oggetto, la scrivente Struttura autorizza gli interventi di manutenzione ordinaria relative alla pulizia e al taglio di piante e di vegetazione arbustiva poste sulle sponde e all'interno del Torrente Valle Sedornia a condizioni di eseguire tali opere nel rispetto delle Prescrizioni di massima di Polizia Forestale n. 1 del 23/2/1993 art. 4 e 6.

Distinti saluti.

IL DIRIGENTE STRUTTURA
Dr. Ing. Claudio Marati

Il Referente Tecnico
Geom. Enzo Techel

Il Responsabile U.O.
Geom. Felice Sonzogni

DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE INTEGRATA
U.O. SEDE TERRITORIALE DI BERGAMO
STRUTTURA SVILUPPO DEL TERRITORIO
Via XX Settembre, 18/a - <http://www.regione.lombardia.it>
24122 - BERGAMO

Tel. 035/273.111 - Fax 035/237794

Spett.le
Soc. **URBE** costruzioni

OGGETTO: DICHIARAZIONE DI REGOLARE ESECUZIONE

Io sottoscritto Ing. Pasquale ZUCCHELLI, con studio in Ardesio, piazza Santuario, 5

DICHIARO

che i lavori di realizzazione delle opere autorizzate dalla Regione Lombardia, settore centrale Programmazione Integrata U.O. sede territoriale di Bergamo (pratica 2626/B- A006.2005.0001739), relative alla regimentazione idraulica tramite realizzazione di difese spondali della Val Sedornia, in località via Casa Alta del Comune di Gandellino, **sono stati realizzati a perfetta regola d'arte.**

In particolare le sezioni idrauliche ricavate, hanno superficie decisamente superiore a quella prevista nel progetto e dunque sono in grado di smaltire con notevole margine di sicurezza la eventuale massima piena centennale. Ciò in conseguenza del fatto che le sponde in lato sinistro sono state rialzate circa mezzo metro più del progettato.

Anche la massicciata di difesa spondale è stata realizzata con notevole perizia, utilizzando blocchi di dimensione sufficiente a garantire il deflusso di piena senza che si possano verificare fenomeni di erosione.

In conclusione posso affermare che i lavori, ai soli fini idraulici, garantiscono la sicurezza della erigenda costruzione della Ditta URBE Costruzioni S.r.l.

Ardesio, 21 febbraio 2007.

Ing. Pasquale Zucchelli

