# INDICE

*Premessa* 3

*Inquadramento tecnico-normativo* 5

*Aspetti idraulici* 8

*Sistemi di compensazione delle portate* 13

*Viabilità interna a progetto* 15

*Conclusioni* 16

## *Premessa*

Il presente elaborato tecnico è redatto, a seguito di incarico della Committenza LAMES S.p.A., dallo scrivente Sergio Brizzolara (C.F.: BRZ SRG 61E10 E488J), ingegnere libero professionista iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Genova al n° 6510A, contitolare dello Studio Tecnico Associato Ing. Sergio Brizzolara & Ing. Stefano Sturla (sede in via Cap. Renato Orsi, 31/20 – 16043 Chiavari (GE) - tel. +39 0185 370127 - fax +39 0185 368280 – e-mail: b3s@b3s.it – b3s@pec.b3s.it - P.I.V.A. e C.F.: 01455710994), con specifico riferimento al permesso di costruire convenzionato in variante al P. di F. per la realizzazione di un nuovo fabbricato ad uso produttivo, in località Quartaie – comune di Cicagna.

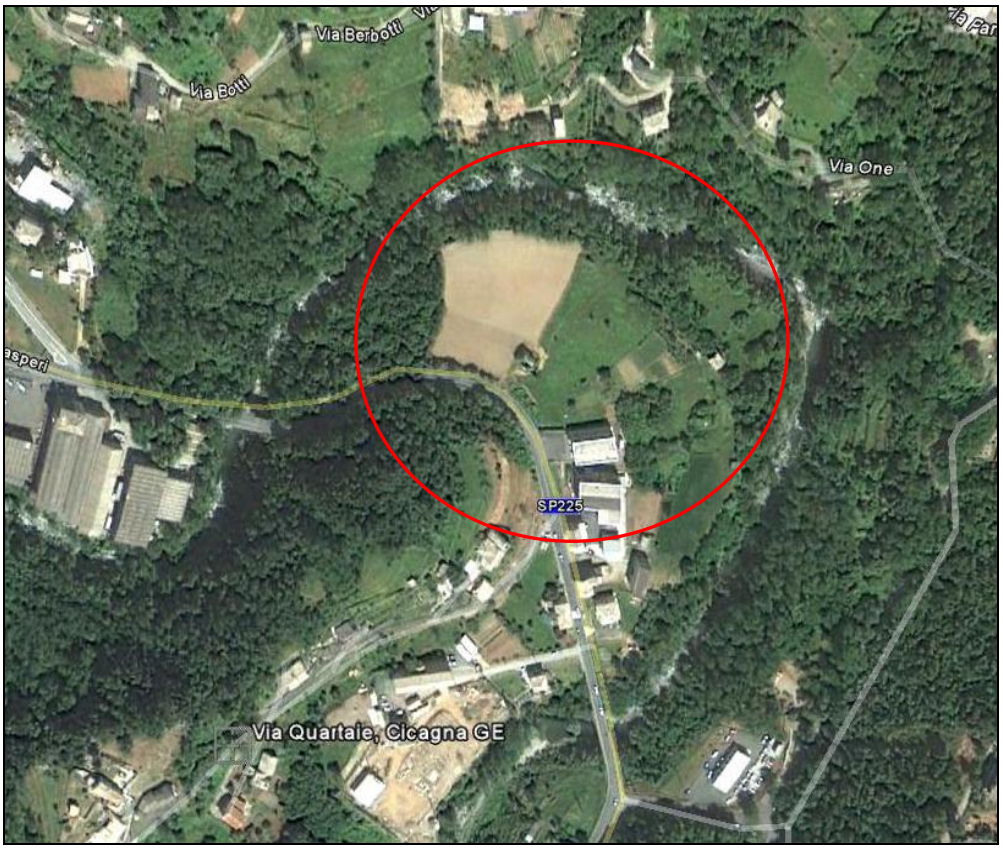



**figura 1**: immagine satellitare zona in esame

Fermo restando che per i dettagli progettuali si rimanda agli elaborati predisposti dai Tecnici all'uopo incaricati dalla Committenza, la presente relazione idraulica intende analizzare la fattibilità dell'intervento a progetto in merito ai soli aspetti idraulici dello stesso, con particolare riferimento a quanto previsto dal vigente Piano di Bacino L. 183/89 e ss.mm.ii. – torrente Lavagna, il tutto finalizzato ad ottenere la conformità allo stesso Piano di Bacino nell'ambito dell'iter procedurale che verrà adottato.

In sintesi, l'intervento previsto comporta la realizzazione di un nuovo insediamento a carattere produttivo (stabilimento industriale) e relative opere accessorie per sistemazione delle aree esterne.

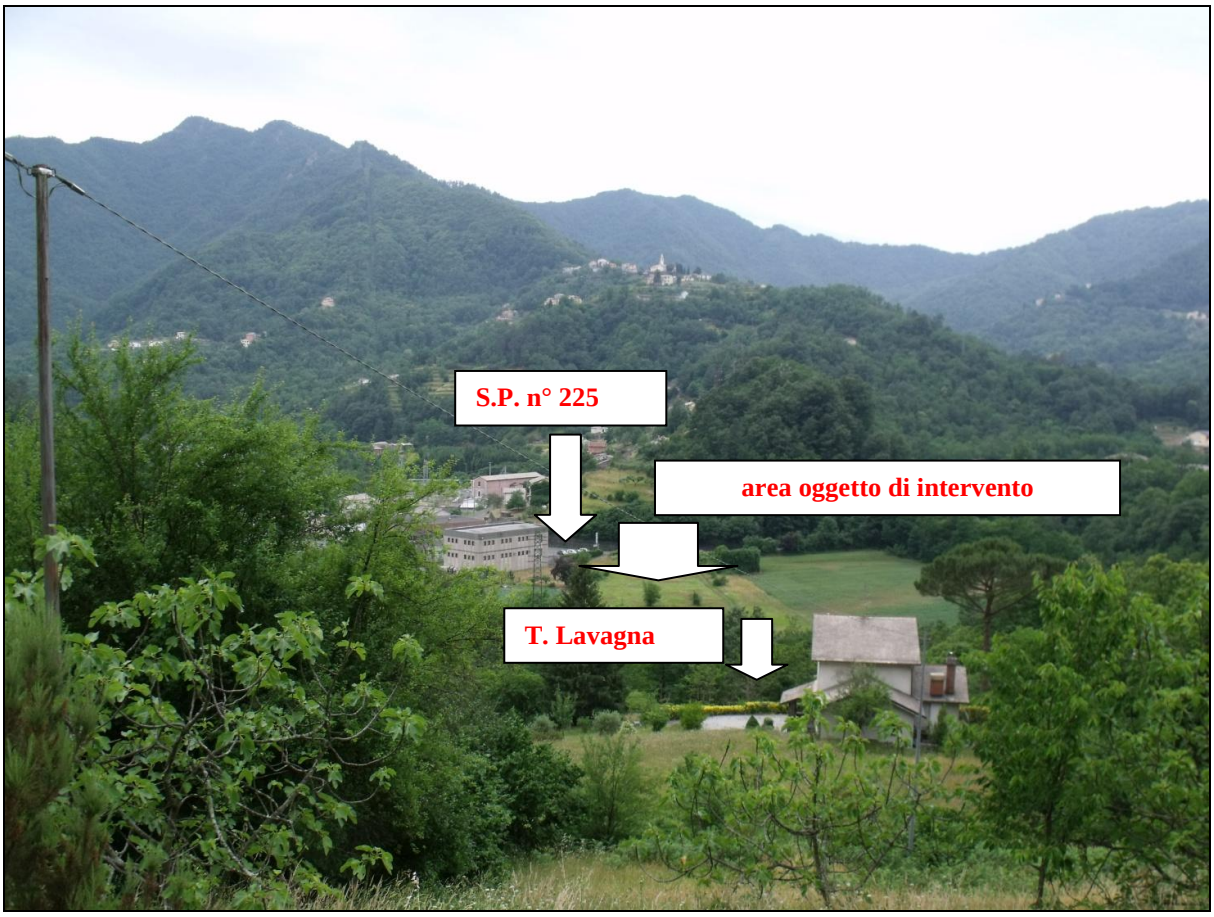



**figura 2**: vista panoramica della zona interessata dall'intervento a progetto

## *Inquadramento tecnico-normativo*

Il nuovo fabbricato verrà realizzato nel comune di Cicagna (GE) - località Quartane - sulla sponda destra del torrente Lavagna (cfr. figura 3) .

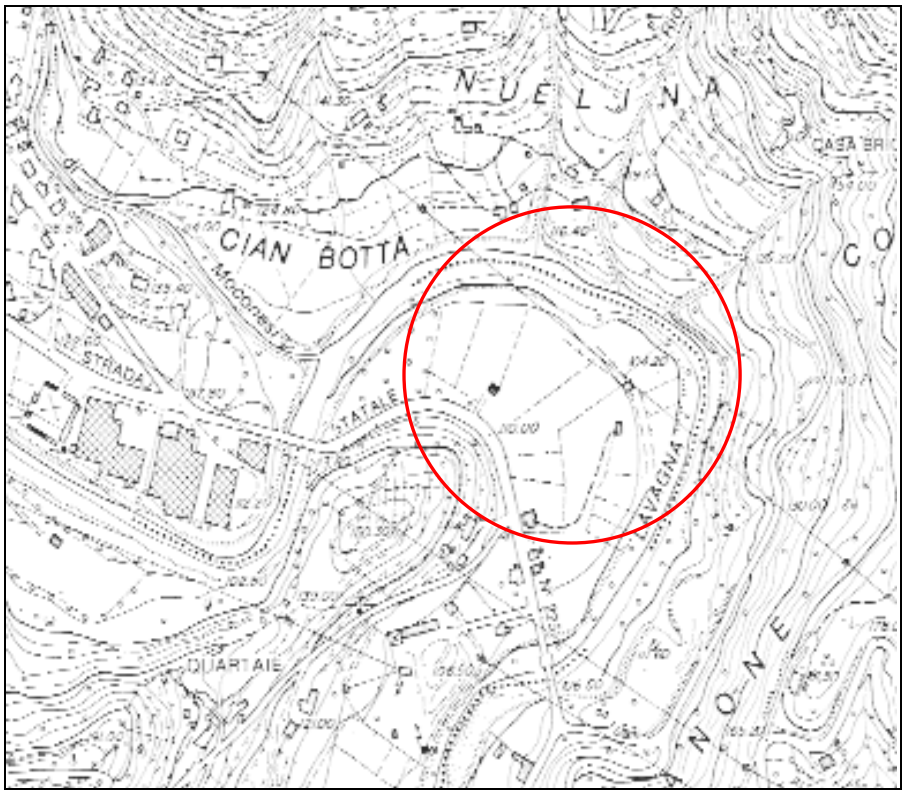



**figura 3**: stralcio fuori scala C.T.R.

In particolare la realizzazione dell'opera è stata prevista sulla piana ricompresa tra il tratto di torrente Lavagna che si snoda tra i due ponti della S.P. n° 225 della val Fontanabuona e la stessa viabilità provinciale.

Tale area come mostrato dallo stralcio della carta dei rivi significativi riportata di seguito (figura 4), non è interessata da rivi significativi fatta ovviamente eccezione per il torrente Lavagna, sul quale si sono andate a concentrare le nostre analisi.

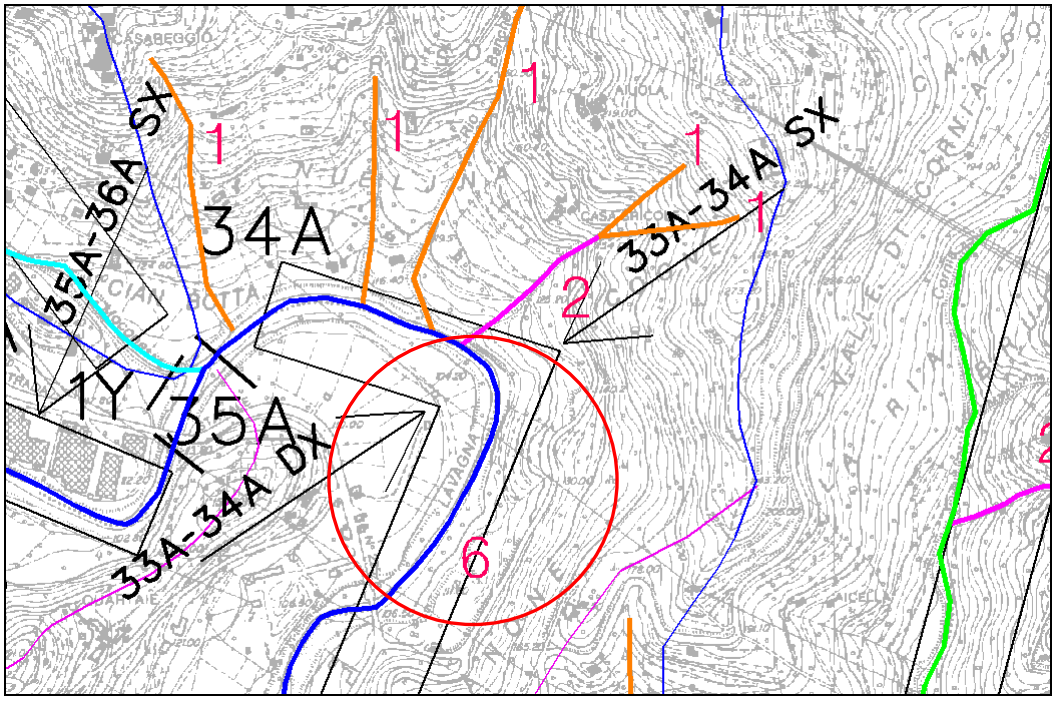



**figura 4**: stralcio fuori scala suddivisione del bacino e schematizzazione del reticolo idrografico

La "carta dei regimi normativi" mostra che il fabbricato ricadrà nell'ambito di un'area omogenea indicata come "Fondovalle Insediato" (FI), nella quale è previsto un regime di Mantenimento tipo A (MA), secondo le specifiche contenute nel Fascicolo 4 - Norme di attuazione – allegato al Piano di Bacino.

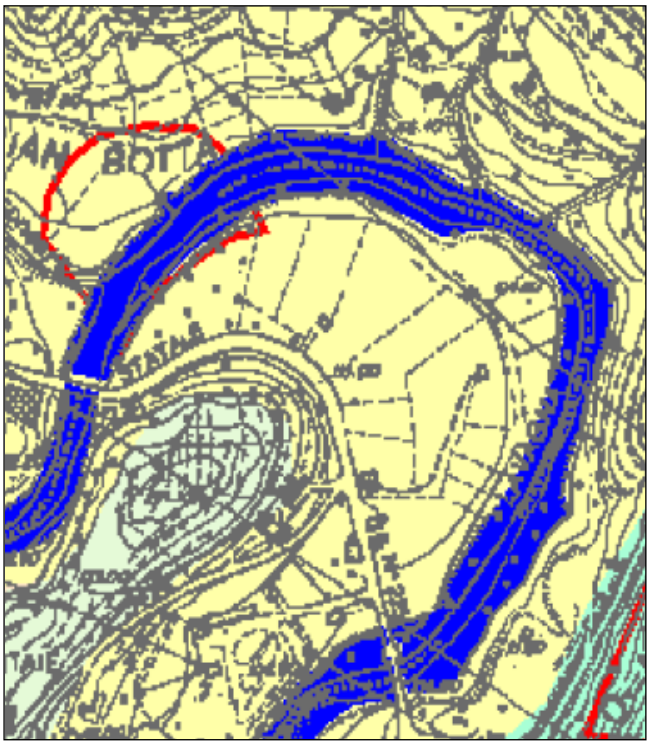


**figura 5**: stralcio fuori scala carta regimi normativi

Il torrente Lavagna, per il tratto di nostro interesse, non è stato investigato al fine dell'individuazione delle fasce di inondabilità e pertanto valgono le prescrizioni contenute nell'articolo 12 comma 5 e 6 del Fascicolo 4 "Norme di attuazione" del Piano di Bacino che recitano:

*<<Relativamente ai tratti dei corsi d'acqua indicati come significativi nella Tav. 14b che non hanno formato oggetto di studi idraulici finalizzati alla individuazione delle fasce di inondabilità, di cui all'art. 21, rappresentate nella Tav.19 " Carta delle fasce fluviali ", è stabilita altresì una fascia di rispetto, misurata dai limiti dell'alveo come definiti ai commi 1 e 2, pari a 40 m nel caso di fascia di inedificabilità di 10 m, e pari a 20 m nel caso di fascia di inedificabilità di 5 m, nelle quali sono consentiti interventi urbanistico-edilizi a condizione che la Provincia esprima parere favorevole, sulla base di uno studio idraulico, che individui le eventuali fasce di inondabilità delle aree secondo i criteri di cui all'allegato 4. Le risultanze dei suddetti studi idraulici sono recepite nelle fasi di aggiornamento del Piano secondo la procedura di cui al comma 15 dell'art. 97, della L.R. 18/1999. >>*

*<< Rispetto agli scavi permanenti, ai movimenti di terra ed alle piantagioni fatta esclusione per quelle realizzate a fini sistematori e comunque compatibili, è stabilita in tutte le zone una fascia di divieto di m 5 dai limiti dell'alveo, come definito ai commi 1 e 2, dei corsi d'acqua indicati come significativi nella Tav. 10b; nella zona compresa tra 5 e 10 m dai limiti dell'alveo di tali corsi d'acqua sono consentiti scavi permanenti non oltre la quota di pelo libero della piena con tempo di ritorno T = 200 anni.>>.*

## *Aspetti idraulici*

Prima di addentrarci nello specifico dell' analisi idraulica eseguita, si ricorda che lo scopo di questo elaborato è l'ottenimento della conformità al Piano di Bacino per la realizzazione dell'intervento proposto mediante la determinazione dei profili di piena per i vari tempi di ritorno (50 anni – 200 anni ) e la determinazione delle eventuali fasce di inondabilità.

Come primo passo, per poter eseguire una corretta modellazione idraulica, si è reso necessario caratterizzare - da un punto di vista plano-altimetrico - l'aria oggetto dell'intervento tramite l'acquisizione di dati topografici e la restituzione degli stessi per un congruo numero di sezioni del corso d'acqua. Il rilievo topografico è stato realizzato utilizzando un sistema di riferimento altimetrico solidale alla carta tecnica regionale ed è stato poi "agganciato" ad un altro rilievo topografico eseguito dai tecnici all'uopo incaricati dalla committenza per la progettazione del nuovo edificio.

La modellazione idraulica del tratto del torrente Lavagna preso in esame è stata condotta, nelle condizioni di moto permanente, utilizzando il codice di calcolo Hec–Ras dello U.S. Army Corps of Engineers versione 4.1.0.

Il software consente di calcolare i profili di rigurgito per sezioni qualsiasi, in alvei naturali o artificiali caratterizzati da un valore medio – nell'alveo inciso - di coefficiente di scabrezza. Permette inoltre la modellazione delle aree eventualmente inondabili in caso di piena come aree golenali, alle quali possono essere assegnati specifici coefficienti di deflusso.

Il profilo teorico della corrente viene calcolato risolvendo in modo iterativo l'equazione monodimensionale dell'energia:

$$H_2 = H_1 + h_e$$

dove H1, H2 sono rispettivamente i carichi totali delle sezioni di valle e di monte del tratto considerato e he sono le perdite di carico suddivisibili in perdite dovute all'attrito del fondo e perdite dovute alla non cilindricità della corrente.

In particolare il tratto del torrente Lavagna che si è scelto di studiare è quello che si snoda, formando un'ampia ansa, tra i due ponti lungo la S.P. n° 225 della val Fontanabuona, per una lunghezza di circa 900 metri. Le sezioni di calcolo rilevate sono oltre 20, con numerazione progressiva crescente da valle verso monte. Ciascuna sezione idraulica utilizzata nel calcolo costituisce la proiezione della traccia della sezione – indicata nella tavola 01 – su un piano normale alla direzione della corrente. Le sezioni idrauliche utilizzate sono poi state riportate anche nella tavola 02.

Per il calcolo dei profili di rigurgito si è deciso di eseguire le analisi adottando un regime di corrente mista ed assumendo come condizioni al contorno, di valle e di monte, le altezze di moto uniforme calcolate in funzione della pendenza locale del fondo pari rispettivamente a 0,012 (1,2 %) e 0,016 (1.6 %).

I valori della scabrezza superficiale Ks caratterizzanti l'alveo e le aree golenali sono stati scelti in ragione sia delle caratteriste del sito in esame sia degli indirizzi tecnici contenuti nel Regolamento Regionale n° 3 del 14 luglio 2011 e posti pari:

- $K_s = 20\ m^{1/3}s^{-1}$ per le aree golenali
- $K_s = 35\ m^{1/3}s^{-1}$ in alveo

Creata la geometria del modello e fissate le condizioni al contorno, si sono definite le portate cinquantennale e duecentennale da inserire nel codice di calcolo per il tracciamento dei profili di rigurgito:

- $Q\ 50 = 635\ m^3s^{-1}$
- $Q\ 200 = 1119\ m^3s^{-1}$

Questi valori sono stati estrapolati dalla curva di crescita della portata riportata nell'Appendice C del Piano di Bacino per la sezione 32A ubicata a valle del ponte di valle.

Sezione: 32A - Area 77.6 Kmq

$k$= 2.458
$u$= 129.718

| $F$ | $R$ | $Q_R$ |
|---|---|---|
| 0.500 | 2 | 151 |
| 0.667 | 3 | 187 |
| 0.750 | 4 | 215 |
| 0.800 | 5 | 239 |
| 0.833 | 6 | 259 |
| 0.857 | 7 | 278 |
| 0.875 | 8 | 294 |
| 0.889 | 9 | 310 |
| 0.900 | 10 | 324 |
| 0.933 | 15 | 385 |
| 0.950 | 20 | 434 |
| 0.967 | 30 | 514 |
| 0.975 | 40 | 579 |
| 0.980 | 50 | 635 |
| 0.990 | 100 | 843 |
| 0.992 | 120 | 908 |
| 0.993 | 140 | 967 |
| 0.994 | 160 | 1021 |
| 0.994 | 180 | 1072 |
| 0.995 | 200 | 1119 |

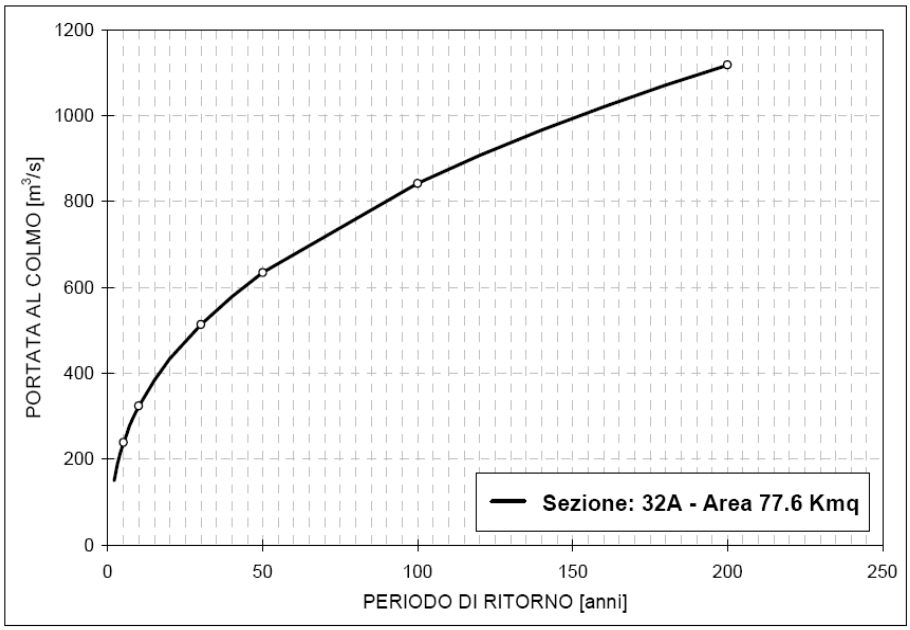



**figura 6**: curva di crescita della portata al colmo per la sezione 32A

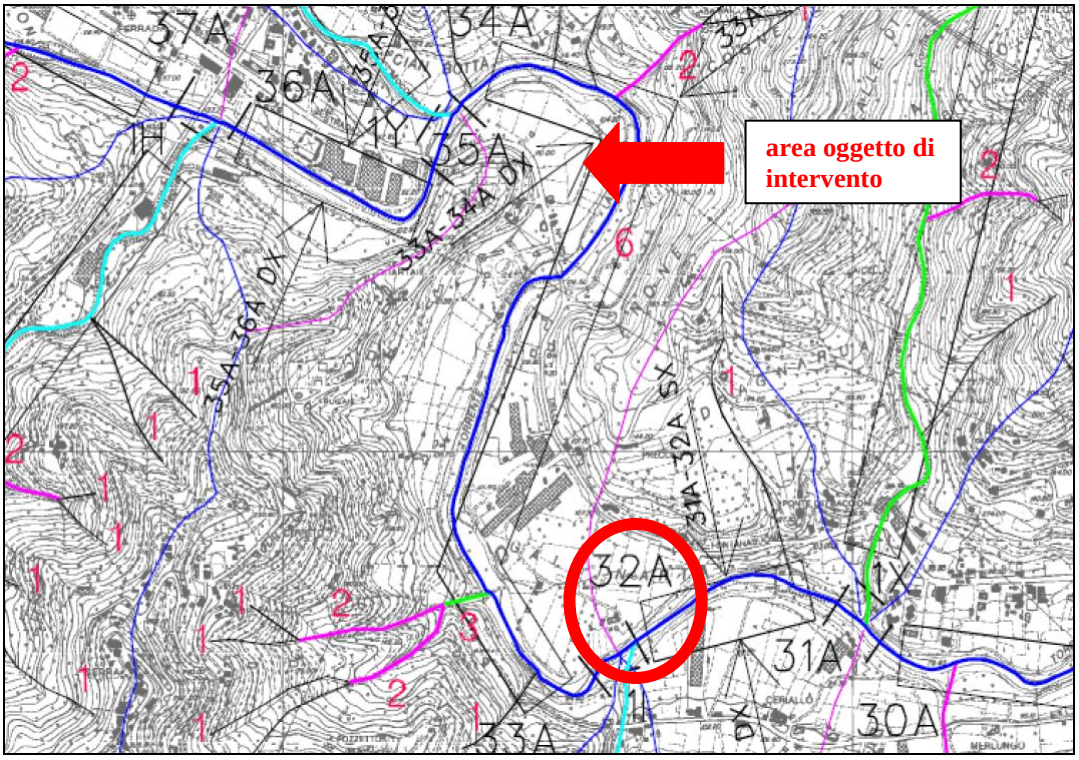



**figura 7**: ubicazione sezioni di controllo del piano di bacino

La scelta di assumere per le simulazioni numeriche la portata ricavata per la sezione 32 A è da considerarsi cautelativa.

Le simulazioni eseguite, i cui risultati (tabella riassuntiva dati e risultati – profili in asse al corso d'acqua – sezioni trasversali del corso d'acqua) sono riportati in calce alla presente relazione, dimostrano che l'alveo del torrente Lavagna, con buon margine di sicurezza (franchi idraulici elevati), permette, all'interno dei suoi argini naturali, il regolare deflusso delle portate con tempo di ritorno 50 e 200 anni e che le aree in sponda destra ove sorgerà il nuovo edificio non sono soggette ad allagamenti.

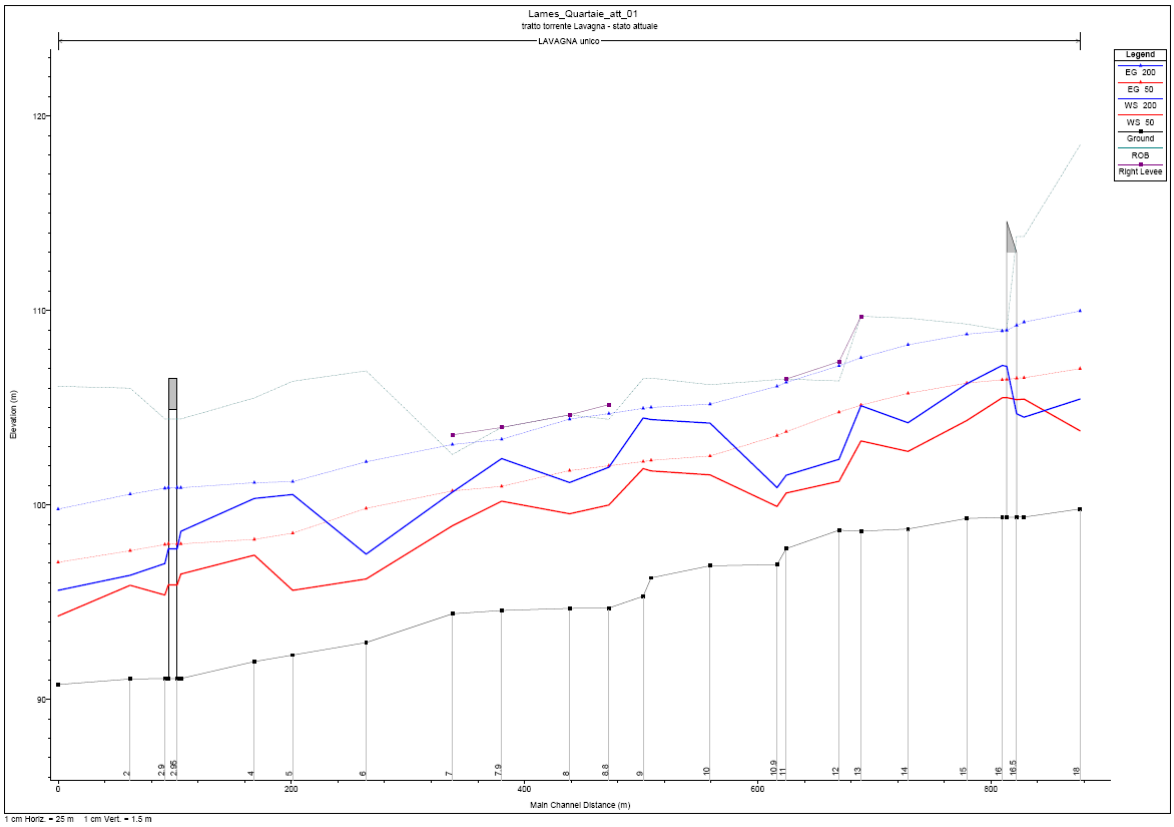



**figura 8:** profili di rigurgito (fuori scala) per portate Tr = 50 anni (colore rosso) e Tr = 200 anni (colore blu) nonché carichi cinetici (in rosso tratteggiato Tr = 50 anni e in blu tratteggiato Tr = 200anni) in evidenza anche (colore verde) l'andamento dell'argine esistente in sponda destra idraulica e (colore magenta) i brevi tratti di parapetto previsto

Come mostra il profilo di rigurgito ( figura 8), ricavato con il software Hec-Ras, la portata duecentennale risulta sempre abbondantemente contenuta all'interno dell'alveo: nel punto più "critico" – in corrispondenza della sezione idraulica n° 13 - la differenza di quota tra pelo libero e la sommità dell'argine in destra idraulica risulta pari a 1,27 ml.
Tra la sezione 10.9 e la sezione 8.8 si assiste ad un passaggio - con formazione di risalto idraulico - da un regime di corrente veloce ad uno di corrente lenta con conseguente

aumento del livello del pelo libero. Tale passaggio è conseguenza del forte restringimento (peraltro "naturale" e la cui presenza è evidenziata anche nella planimetria catastale) dell'alveo presente in corrispondenza della sezione 8.8, restringimento che peraltro non pregiudica la sicurezza idraulica del corso d'acqua risultando la sezione sempre sufficiente per il deflusso delle portate di progetto.
Inoltre, come già detto, il tratto oggetto di studio è ricompreso tra due ponti esistenti lungo la viabilità provinciale (S.P. n° 225): l'attraversamento in corrispondenza di detti manufatti avviene – seppur con localizzato rialzo del pelo libero – senza alcun problema sotto il profilo idraulico.

Per rendere più facilmente intuibili i risultati ottenuti in relazione dell'intervento a progetto si è deciso di realizzare un tavola (tavola 01) nella quale fossero presenti sia la planimetria quotata (scala 1:500) dell'area con indicazione della collocazione del nuovo stabilimento sia sezioni architettoniche forniteci dai tecnici all'uopo incaricati dalla committenza ed opportunamente "alleggerite" di quei dettagli non ritenuti significativi per le nostre considerazioni sugli aspetti idraulici del torrente Lavagna.

In particolare, sulla planimetria quotata si è proceduto a riportare (linea blu) il massimo livello raggiungibile durante la piena duecentennale e nelle sezioni architettoniche sono stati inseriti il livello del pelo libero per la portata Tr = 200 anni e il relativo carico cinetico nonché le distanze dall'argine.

È stata inoltre predisposta una tavola (tavola 02) riportante tutte le sezioni idrauliche utilizzate, con indicazione sia del pelo libero per la portata Tr = 200 anni e il relativo carico cinetico nonché del confine demaniale. Ove il carico cinetico riferito alla portata di tempo di ritorno duecentennale non risulta contenuto all'interno dell'argine in sponda destra, si propone la realizzazione di un parapetto a tenuta idraulica: esso non è interessato direttamente dalla portata duecentennale, ma ha l'esclusiva finalità di garantire il franco di sicurezza così come anche indicato dal Regolamento Regionale n° 3 del 14/07/2011.

## *Sistemi di compensazione delle portate*

In ragione delle caratteristiche dimensionali dell'intervento proposto, si è reso necessario prevedere la realizzazione di un sistema atto alla compensazione delle portate. Tale accorgimento raccoglie quanto indicato nelle Norme di Attuazione del Piano di bacino stralcio del torrente Lavagna ed ha lo scopo di compensare l'aumento del grado di impermeabilizzazione del suolo a seguito dell'intervento edilizio. Tale "compensazione" viene realizzata con l'installazione di appositi volumi che, durante gli eventi piovosi, raccolgono e trattengono parte dei volumi incanalati dalla rete di smaltimento delle acque bianche. Si è deciso in questa fase di provvedere a soddisfare la richiesta dei suddetti volumi di compenso attraverso la realizzazione di una vasca in c.a. per il dimensionamento della quale si è seguito quanto prescritto dalle Norme di Attuazione. L'articolo 9 comma 2 lettera b delle sopra citate norme recita infatti :

*<< …Qualora i dati pluviometrici non siano disponibili od attendibili, i dimensionamenti vanno eseguiti in modo che risulti ritardata l'immissione in rete, per almeno 15', di una pioggia di intensità 50 mm in 30'; uniformemente distribuita sull' intera superficie scolante nella rete di smaltimento. >>*

Nel nostro caso, la superficie che verrà resa impermeabile ha un'estensione pari a 8.074 $m^2$ (valore desunto dai dati forniti dai Tecnici progettisti). Il volume della vasca è stato stimato in: 8.074 x 50/1.000 x 0,5 = 202 $m^3$. In ragione di quanto previsto dai progettisti, per la vasca si è ipotizzato come dimensionamento di massima: (6,00 x 10,00) in pianta x 3,50 ml (profondità), il tutto per un volume disponibile pari a 210 $m^3$.

Il fondo della stessa è posto ad una quota pari a circa 103,00 ml: il livello della portata duecentennale nella sezione idraulica corrispondente (sezione n° 6) risulta pari a 97,47 ml (vedere modello idraulico e tavola 02). Si può pertanto ipotizzare la realizzazione di uno scarico di fondo con pendenza pari circa al 2% e diametro 0,50 ml: considerando una lunghezza del tubo pari a circa 25,00 ml, la quota di scarico dello stesso è pari a circa 102,50 ml e dunque ampiamente al di sopra del pelo libero di massima piena e comunque superiore anche al carico cinetico.

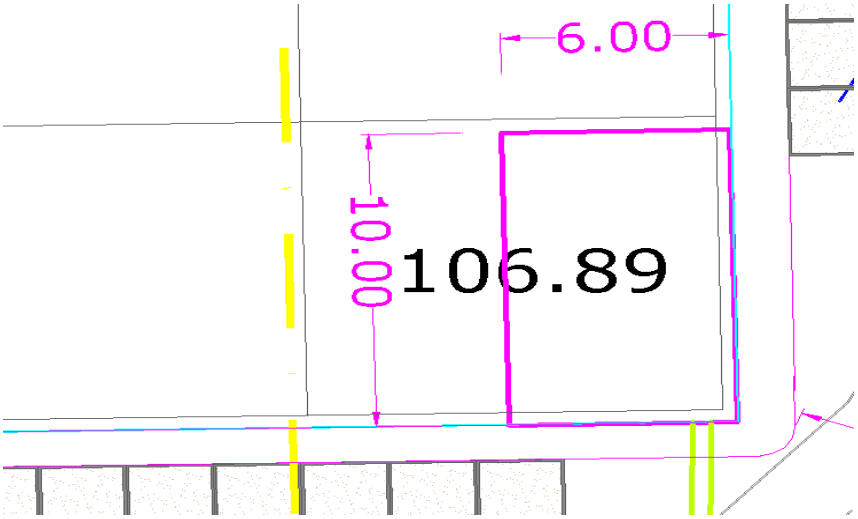



**figura 9**: dettaglio (fuori scala) per vasca di compensazione portate

E' prevista inoltre la messa in opera di sistema di apertura dello scarico con attivazione automatica una volta raggiunta un'altezza di acqua all'interno della vasca di 3,20 ml. Si prevede inoltre la possibilità di apertura manuale dello scarico in caso di malfunzionamento o manutenzione del sistema automatico. Il percorso di detto scarico è rappresentato in modo indicativo sulla planimetria (tavola 01).

## *Viabilità interna a progetto*

Per quanto concerne l'ubicazione della viabilità interna a servizio del nuovo insediamento produttivo, come noto, l'intervento proposto si configura come parte di un più ampio percorso definito con accordo di programma fra i vari Soggetti interessati con - tra le sue finalità principali - il mantenimento di numerosi posti di lavoro nella zona e dunque si ritiene possa avere comunque anche valenza di pubblico interesse.

Al di là di quanto sopra, si ritiene però che, non essendo prevista movimentazione di terreno superiore a 0,50 ml, la realizzazione sia della viabilità interna che le varie sistemazioni (parcheggi, sistemazioni a verde, ecc.) debbano essere soggette al rispetto della fascia di tutela di tre metri (Regolamento Regionale n° 3 del 14/07/2011 - articolo 4 comma 8), fatta eccezione per le nuove volumetrie che ovviamente dovranno trovare la loro collocazione sempre e comunque a distanza maggiore di dieci metri.

## *Conclusioni*

A conclusione di quanto sopra si vuole qui evidenziare:

1. che, con riferimento al vigente Piano Bacino Stralcio L. 183/89 e ss.mm.ii. – torrente Lavagna, l'area interessata dall'intervento a progetto non presenta – sotto il profilo idraulico-normativo – particolari problematiche;

2. che il proposto intervento di realizzazione di un nuovo fabbricato ad uso produttivo e relative sistemazioni delle aree esterne risulta fattibile sotto il profilo idraulico, non interagendo in alcun modo con il normale deflusso delle portate di piena (Tr = 50 anni e Tr = 200 anni), rimanendo queste sempre abbondantemente confinate nell'alveo naturale del corso d'acqua, con adeguato franco idraulico rispetto alla sponda destra anche con riferimento al carico cinetico;

3. che la realizzazione del nuovo volume avverrà ad una distanza sempre maggiore di 10 ml dall'argine destro del torrente Lavagna e che i movimenti di terra (scavi – riporti) rispettano le indicazioni contenute nelle Norme di attuazione di Piano, il tutto anche come evidenziato nella tavola 01;.

4. che si provvederà, come indicato dalle Norme di attuazione del Piano di Bacino Stralcio, alla realizzazione di un apposito manufatto atto a "compensare" l'estensione della superficie impermeabile a seguito dell'intervento.

Si ritiene pertanto che siano verificate le condizioni prescritte ai sensi della Normativa di Attuazione al Piano di Bacino Stralcio L. 183/89 e ss.mm.ii. – torrente Lavagna per poter realizzare l'intervento a progetto nei modi indicati nella presente relazione idraulica e negli elaborati grafici allegati.