COMMITTENTE:

RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

PROGETTAZIONE:

ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

CUP: **J94H17000420001**

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

UPGRADING PRESTAZIONALE CORRIDOIO RENO ALPI - TORINO

Adeguamento a modulo 750 metri della linea Savona - Genova

STAZIONE DI COGOLETO

Relazione idrologica – PRG Cogoleto

SCALA: -

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
NT1N	00	D	26	RH	ID0001	001	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	C. Soave	Dicembre 2020	S. Santopietro	Dicembre 2020	F. Perrone	Dicembre 2020	A. Perego Dicembre 2020

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO
DOTT. ING. PEREGO ANDREA
Sez. A - Settori: a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione
n. A 32428

File: NT1N00D26RHID0001001A.docx		n. Elab.:

INDICE

1 PREMESSA 3

2 RIFERIMENTI NORMATIVI 6

3 ELABORATI DI RIFERIMENTO 7

4 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA 8

4.1 INQUADRAMENTO FISICO ED IDROGRAFICO 8

5 CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA 13

6 VALORI ADOTTATI 15

6.1 CALCOLO DELLE PORTATE DI RIFERIMENTO 15

6.2 CONFRONTO CON I PARAMETRI DI RIFERIMENTO DELL'AUTORITÀ DI BACINO 16

1 PREMESSA

Obiettivo della presente relazione è la caratterizzazione dal punto di vista idrologico e la definizione dei dati pluviometrici con la stima dei necessari parametri idraulici a supporto della progettazione definitiva inserita nell'ambito del progetto di Upgrading prestazionale corridoio Reno Alpi e riguarda la tratta Genova Voltri - Savona per la quale i Posti di Movimento sono stati previsti per entrambe le direzioni nella località di Cogoleto sui binari I e IV.

A Cogoleto, oggetto di questo progetto, è previsto l'allungamento della precedenza già presente sul binario I modificandone la radice lato Ventimiglia al fine di ottenere il modulo da 750 m e, per lo stesso motivo, una minima modifica in estensione del binario IV (lato Ventimiglia).

A seguito degli interventi verrà prevista la modifica dell'attuale ACEI e sarà necessario il prolungamento della tombinatura del rio Beuca; con l'occasione si dovrà prevedere il riposizionamento delle precedenze ad interassi standard.

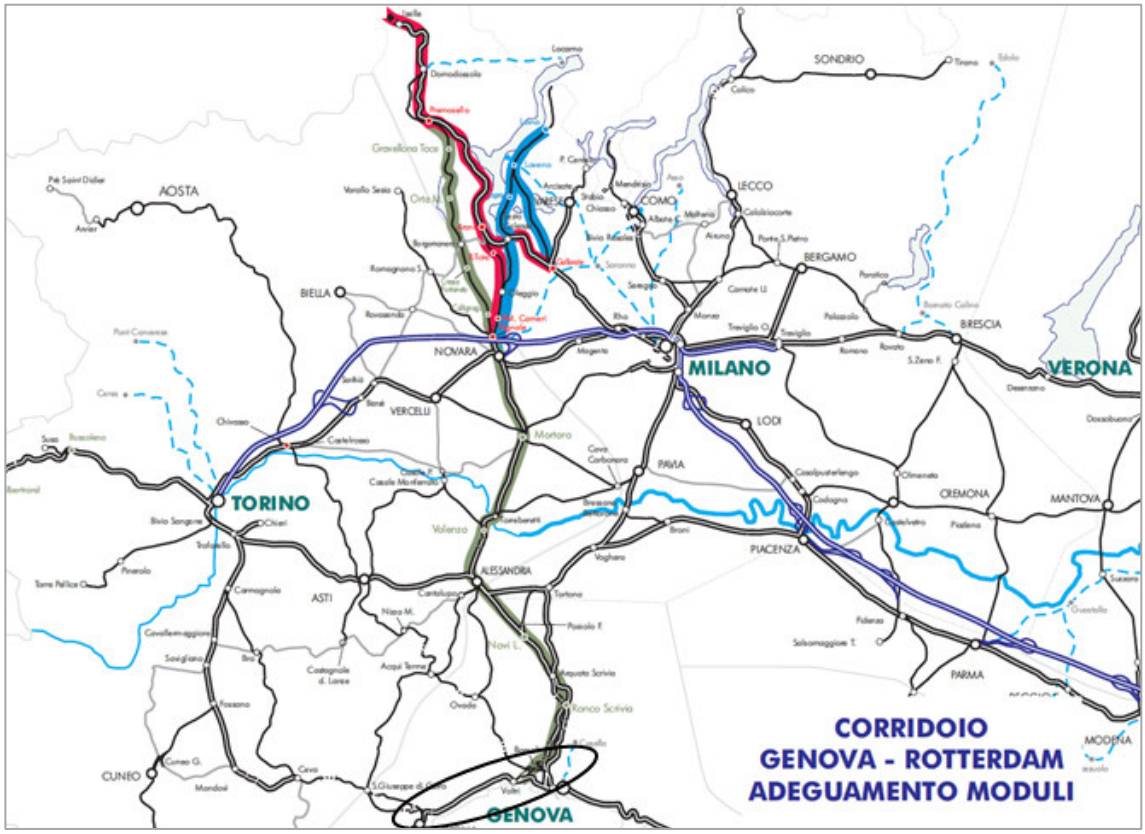


Figura 1.1 – Linea Savona – Genova interessata da interventi di adeguamento moduli 750

All'interno delle attività si inserisce la progettazione idraulica, nello specifico di questo intervento è previsto l'allungamento del tombino esistente sotto il corpo ferroviario che sovrappassa il Rio Beuca per consentire l'allargamento della piattaforma disponibile.

In corrispondenza della stazione di Cogoleto sono previste le seguenti opere:

- lato nord, demolizione del muro esistente e realizzazione di un nuovo muro di recinzione, che dovrà prevedere un varco nella soletta di fondazione per consentire l'attraversamento del Rio Beuca;
- lato sud, demolizione del muro esistente e costruzione di un nuovo muro su micropali per consentire la realizzazione del nuovo binario, previa esecuzione di una paratia provvisionale per il sostegno del binario esistente, nonché costruzione di un nuovo ponticello sul Rio Beuca per realizzare la copertura necessaria per il passaggio del nuovo binario, previa esecuzione di una paratia provvisionale per il sostegno del binario esistente.

L'analisi idrologica effettuata ha seguito differenti fasi preliminari di acquisizione e interpretazione dati:

- reperimento della cartografia di base;
- interpretazione della cartografia e reperimento di ulteriori informazioni mediante acquisizioni bibliografiche sul comportamento pluvio-meteorologico dell'area in esame e del bacino di interesse;
- raccolta ed analisi dei dati meteoclimatici con determinazione delle curve di probabilità pluviometrica rappresentative;
- calcolo delle portate di riferimento per la verifica idraulica dei corpi idrici interessati dall'intervento nella configurazione ante e post operam.

Lo studio idrologico è finalizzato alla determinazione delle curve di possibilità pluviometrica di assegnato tempo di ritorno, che verranno assunte nelle successive verifiche idrauliche. La scelta dei tempi di ritorno degli eventi meteorici per il calcolo delle portate necessarie al dimensionamento delle varie tipologie di opere è stata effettuata in conformità a quanto previsto dal Manuale di Progettazione RFI, dalle Norme tecniche delle costruzioni e dalle normative regionali vigenti.



Figura 1.2 – Inquadramento territoriale dell'area di intervento – Cogoleto (GE)

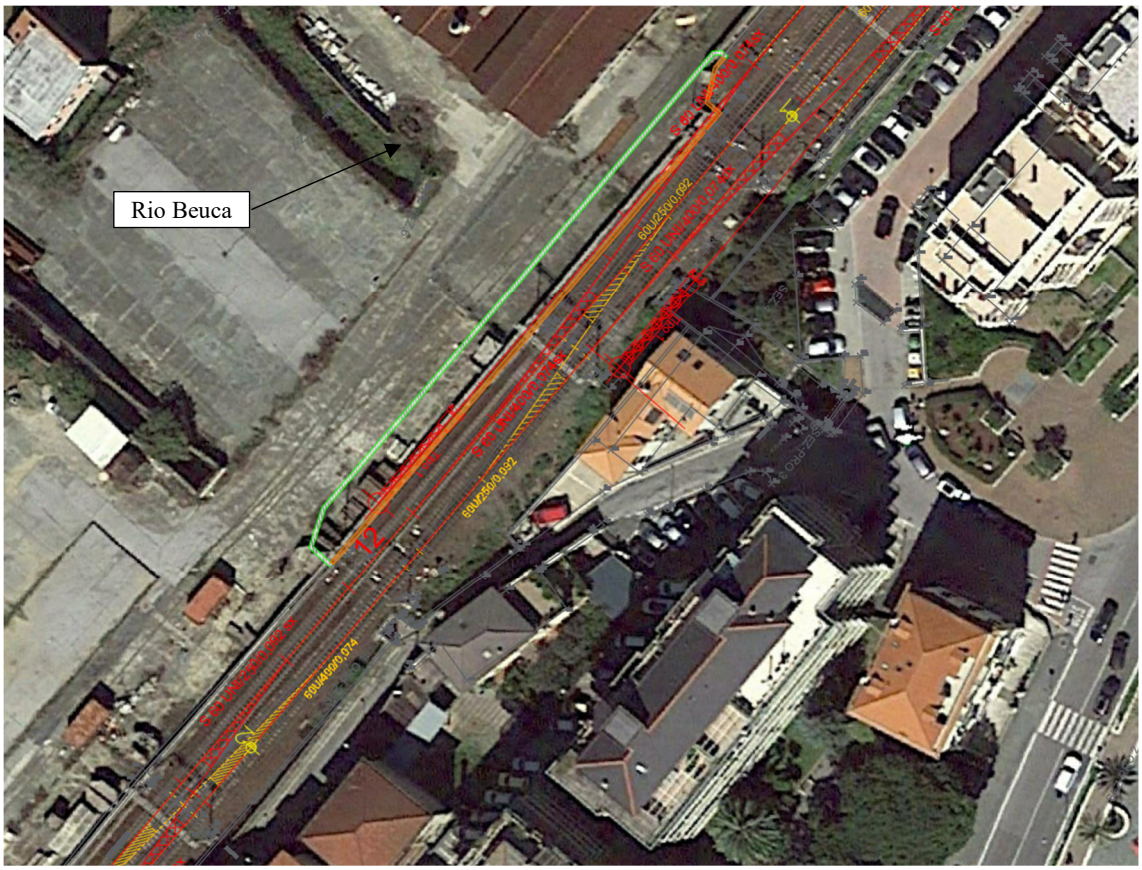


Figura 3 – Localizzazione del tratto di intervento

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il progetto è stato redatto nel rispetto delle seguenti norme:

- R.D. 25/07/1904, N. 523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie";
- Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE;
- Direttiva Alluvioni 2007/60/CE;
- D.Lgs. n. 152/2006 - T.U. Ambiente;
- R.D. 25/07/1904, N. 523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie";
- Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018); Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”, Ministero delle Infrastrutture e relative circolari esplicative.
- "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" della Rete Ferroviaria Italiana (RFI) aggiornato;
- DM Ambiente 16 Giugno 2008, n. 131. Criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici
- PAI - 1. Relazione Generale;
- PAI - 7. Norme di Attuazione - Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica - Allegato 3 Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense. Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni;
- Autorità di Bacino della Regione Liguria, PIANO DI BACINO STRALCIO PER LA TUTELA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO (approvato con Delibera del Consiglio Provinciale di Genova n.14 del 02/04/2003 ed entrato in vigore con BURL n.18 del 03/05/2017 – parte II).
- Piani di bacino stralcio per la tutela del rischio idrogeologico (ai sensi dell’art. 1, comma1, del D.L. 180/1998 convertito in L. 267/1998) AMBITI REGIONALI DI BACINO 12 e 13 Piano degli interventi di mitigazione del rischio;
- L.R. 15 marzo 2016, n. 4; “Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d’acqua”;
- Regolamento Regionale 14 luglio 2011, n. 3. Regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua;
- Piano di gestione del rischio di alluvione (PGRA) Regione Liguria

3 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Si riportano di seguito gli elaborati di riferimento per il presente progetto:

Idrologia e idraulica di Cogoleto	
Relazione idrologica - PRG Cogoleto	NT1N00D26RHID0001001A
Carta delle fasce fluviali - Cogoleto	NT1N00D26N5ID0001001A
Carta di pericolosità idraulica - PGRA - Cogoleto	NT1N00D26N5ID0001002A
Relazione idraulica Rio Beuca	NT100D26RHID0002002A
Rio Beuca - Profilo	NT1N00D26F8ID0002001A
Rio Beuca - Sezioni	NT1N00D26WAD0002001A

4 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

4.1 INQUADRAMENTO FISICO ED IDROGRAFICO

Con le disposizioni del Testo Unico in materia ambientale (Decreto legislativo n. 152/2006) l'intero territorio italiano è stato ripartito complessivamente in 8 distretti idrografici in ognuno dei quali è istituita l'Autorità di bacino distrettuale, definita giuridicamente come ente pubblico non economico.



Figura 4.1 - Suddivisione territoriale in distretti.

L'intervento, secondo la nuova Direttiva 2000/60/CE, ricade nel Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale le cui competenze in materia di pianificazione idraulica sono demandate all'Autorità di Bacino distrettuale di Genova.

L'analisi idraulica deve considerare gli strumenti di pianificazione territoriale in vigore, in particolare i piani di settore di riferimento della zona in esame. Gli strumenti legislativi da analizzare sono:

- Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI);
- Piano di Gestione Rischio Alluvione (PGRA).

Gli interventi in progetto ricadono all'interno dei sottobacini idrografici della Regione Liguria il cui territorio è esposto a un elevato grado di rischio idrogeologico che, soprattutto nei centri urbani sviluppatisi in prossimità dei fiumi e dei corsi d'acqua minori, si manifesta puntualmente arrecando ingenti danni e provocando, in qualche caso, la perdita di vite umane. Per questo, fin dall'inizio della sua attività,

l'Autorità di bacino di rilievo regionale ha individuato come attività primaria l'elaborazione di Piani stralcio per l'assetto idrogeologico, peraltro sollecitati dal D.L. n.180/1998 convertito in Legge n. 267/1998.

La Regione, con decreto del Consiglio regionale n.94/1990, ha delimitato i bacini di competenza regionale, raggruppati in venti ambiti, che rappresentano le unità territoriali sulle quali attivare i processi conoscitivi e le successive fasi di programmazione e di intervento della pianificazione di bacino di propria competenza.

L'attività di pianificazione è stata prioritariamente sviluppata mediante i piani stralcio dell'assetto idrogeologico che riguardano gli aspetti connessi alle criticità conseguenti all'elevato rischio idrogeologico al quale è particolarmente esposto il territorio regionale.

I piani stralcio per l'assetto idrogeologico, approvati aggiornati e variati fino al 1 luglio 2015 dalle quattro Province quali organi dell'Autorità di bacino regionale, data in cui la Regione è subentrata nella competenza, sono stati, in vari casi, ulteriormente articolati in singoli bacini.

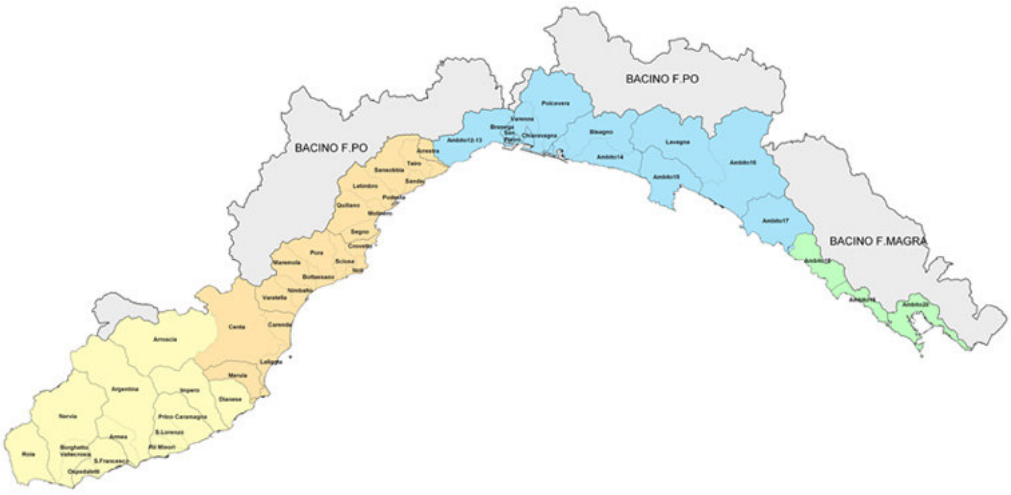


Figura 4.2 - Suddivisione territoriale delle 4 province dell'Autorità di bacino regionale

I quattro distretti provinciali di Imperia, Savona, Genova e La Spezia sono a loro volta frazionati in 20 ambiti amministrativi, in particolare la zona di interesse appartiene al distretto di Genova, nell'Ambito 12-13 che coinvolge i comuni di Arenzano, Cogoleto, Genova e Mele; i corsi d'acquea ricadenti in questo territorio sono Arrestra (territorio genovese), Beuca, Rumaro, Lerone, Cantarena, Lupara, Cerusa, Leira, Rexello, Molinassi e altri rii minori.

Lo stesso ambito è a sua volta suddiviso in aree omogenee, in particolare la zona di interesse ricade nell'*Area 1 – Bacini Arretra, Rumaro e area scolante di Cogoleto*.

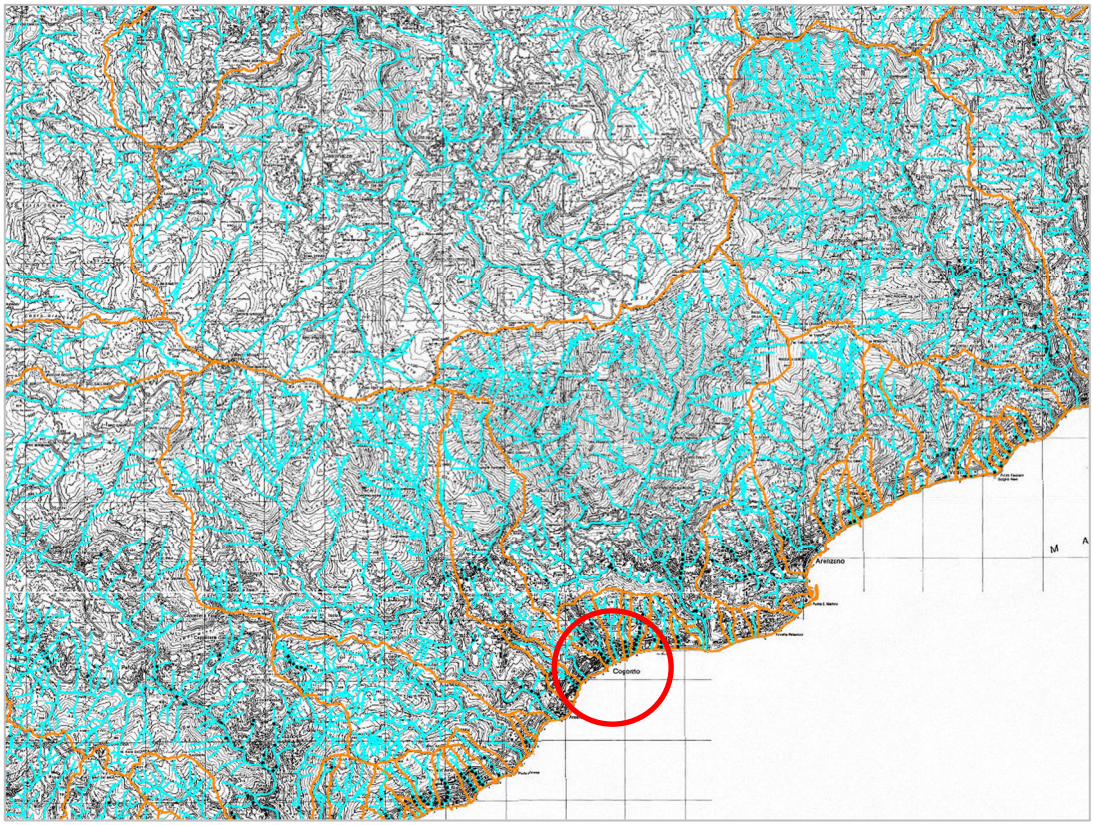


Figura 4.3 - Inquadramento idrografico dell'area di intervento

Come già ricordato l'intervento ricade all'interno dell'Ambito 12-13 del Distretto di Genova, in particolare in Area 1– Bacini Arretra, Rumaro e area scolante di Cogoleto. Tra i bacini dei Torrenti Arrestra e Rumaro, si incontra una piccola area scolante occupata dal Rio Beuca. Il rio Beuca drena una superficie complessiva pari a 0.35 kmq alla foce. Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Cogoleto, in località Sciarborasca, a quota 145 m s.l.m. circa e, dopo un percorso di circa 1.2 km in direzione NO-SE, defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, in Comune di Cogoleto. Il bacino del rio Beuca è delimitato a levante e a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente Rumaro, a occidente dallo spartiacque con il bacino del torrente Arrestra. A valle del tracciato autostradale il bacino del rio Beuca è caratterizzato da una forte urbanizzazione, pendenze dei versanti modeste, mentre a monte i versanti presentano acclività maggiori. La pendenza media dell'asta è pari a circa il 14% nel tratto a monte del tracciato autostradale e del 6% circa nel tratto a valle, fino allo sbocco a mare. La pendenza media dei versanti è pari al 25% circa, con una pendenza maggiore nella parte centrale del bacino, caratterizzata da valori intorno al 30-35%, e una pendenza minore nella parte alta del bacino e in quella terminale, caratterizzate da pendenze medie dell'ordine del 10%. A partire dalla ferrovia sino allo sbocco a mare il corso d'acqua si presenta tombinato per lunghi tratti. Nel tratto prossimo alla foce la tombinatura presenta una sezione di larghezza pari a 4 m e altezza pari a circa 2 m.



Figura 4.4 - Individuazione dell'area di intervento nell'Ambito 12-13

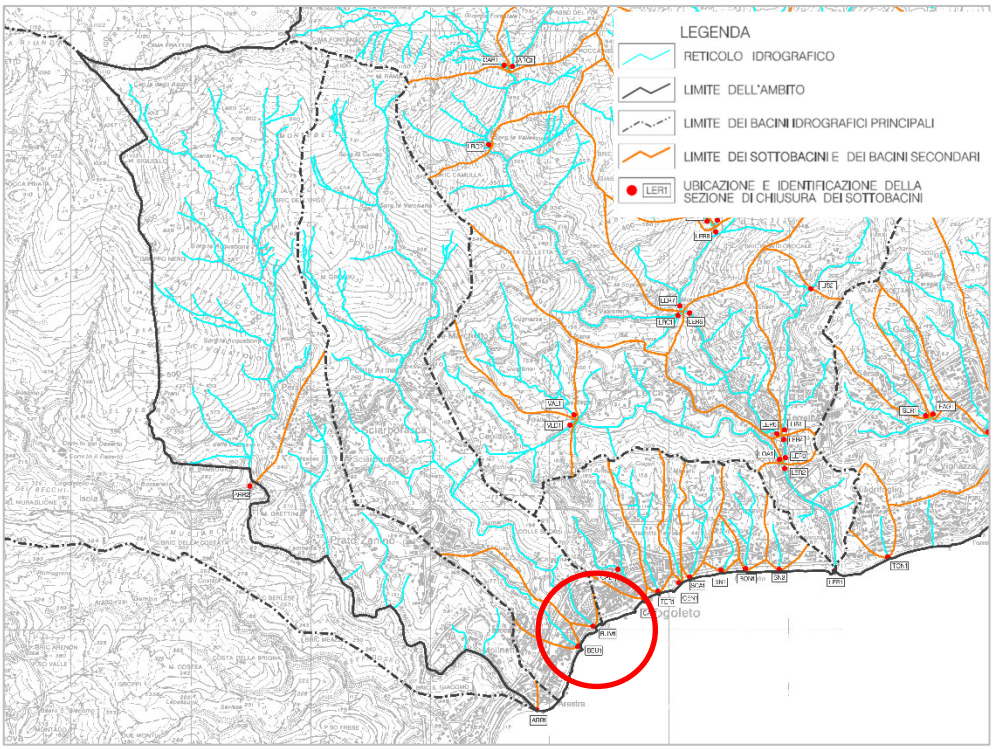


Figura 4.5 – Carta dei sottobacini all'interno dell'Ambito 12-13

Il bacino scolante del Rio Beuca è stato definito in ambiente GIS tramite elaborazione del modello digitale del terreno DEM della Regione Liguria scaricato dal Geoportale regionale ricavandone le

dimensioni e le caratteristiche morfometriche che sostanzialmente sono in linea con i dati recuperati all'interno dei documenti dei Piani di Bacino.

La figura seguente propone una elaborazione del DTM con individuazione del bacino del Rio Beuca.

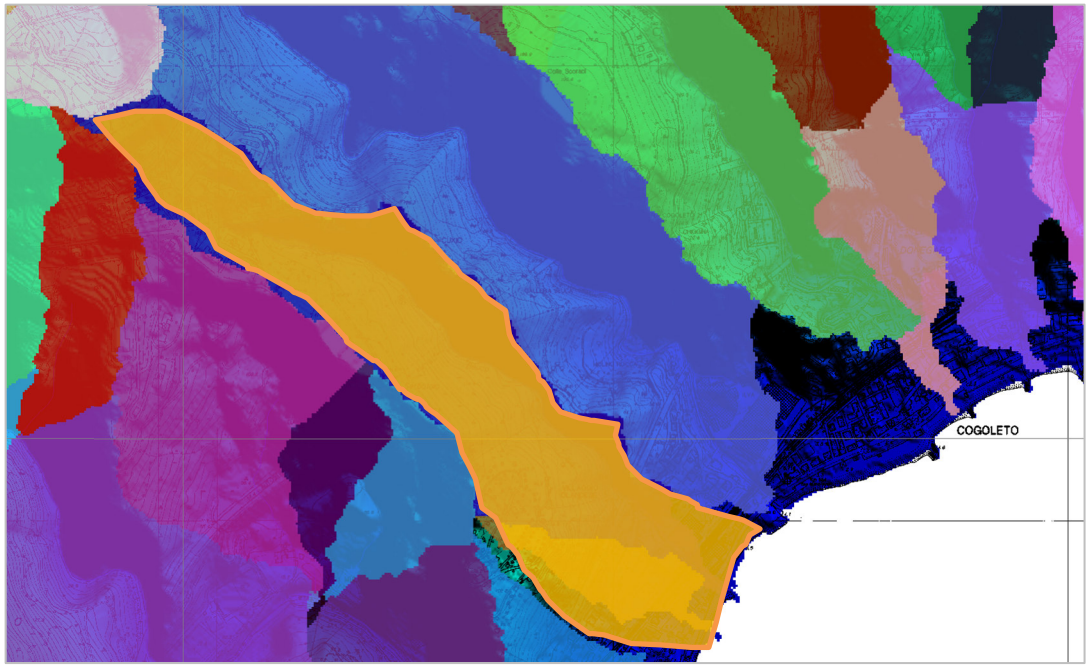


Figura 4.6 – Bacino scolante del Rio Beuca – elaborazione DTM regione Liguria

Viste le dimensioni ridotte del comprensorio, per la determinazione delle portate di riferimento del Rio Beuca si è fatto uso del metodo cinematico, il cui tempo di corrivazione è stato valutato mediante l'analisi idrografica del bacino. Nella fattispecie, per bacini piccoli e con sensibili pendenze, le formulazioni più idonee allo scopo sono quelle di Kirpich, Pezzoli o Pasini adattata a piccole aree.

$$\text{Kirpich: } Tc = 0.066 \cdot L^{0.77} / i^{0.385} \sim 11 \text{ min}$$

$$\text{Pezzoli: } Tc = 0.055 \cdot L / i^{0.50} \sim 11.5 \text{ min}$$

$$\text{Pasini: } Tc = 0.108 \cdot (S \cdot L)^{1/3} / i^{0.50} \sim 14 \text{ min}$$

con L = 1.2 km lunghezza dell'asta principale, i = 0.12 m/m la pendenza media del bacino, S = 0.35 km^2 superficie del bacino.

Dal confronto delle varie formulazioni proposte il Tc si attesta cautelativamente su 12 minuti.

Il coefficiente di deflusso φ è stato impostato a valori variabili con le frequenze di accadimento dell'evento di riferimento da 0.50 a 0.60.

Per maggiori approfondimenti si veda la relazione idraulica, NT100D26RHID0002002A.

5 CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA

L'analisi idrologica è finalizzata alla definizione dei parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica di assegnata probabilità di accadimento (sintetizzata nel parametro tempo di ritorno), indispensabili per il dimensionamento dei diversi manufatti idraulici in particolare per la valutazione dei tiranti idrici.

Lo studio idrologico deve fornire l'inquadramento generale dell'area di studio sulla base dei dati idro-climatici ufficiali (Servizio Idrografico), delle caratteristiche morfologiche e di copertura del suolo e di eventuali altri studi disponibili.

In generale è preferibile utilizzare analisi già esistenti purché siano valide e stabiliscano in modo autorevole i valori delle LSPP dell'area in esame. In caso contrario:

- Per bacini privi di strumentazione, potrebbe essere utilizzata una qualsiasi delle analisi di frequenza sulle portate di piena già esistenti purché siano valide e stabiliscano in modo autorevole i valori delle portate di piena nel corso d'acqua in esame;
- In assenza di un'analisi regionale ufficiale o qualora la stessa non risulti applicabile a causa di consistenti regolazioni dei deflussi o altre caratteristiche peculiari del bacino in esame, dovrà essere selezionata la metodologia più appropriata per la stima dei dati di portata necessari. Allo scopo potranno essere impiegati i metodi sviluppati da vari Autori o enti o modelli afflussi-deflussi, quali quelli basati sull'idrogramma unitario istantaneo (IUH).

Nel progetto in essere esistono analisi prodotte nell'ambito del Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico – Ambiti regionali di bacino 12 e 13 aggiornati al 2019: al fine di descrivere in termini probabilistici le portate di piena la Regione Liguria ha stipulato con l'Università di Genova - Centro di Ricerca in Monitoraggio Ambientale (CIMA) una convenzione relativa alla "Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri. Lo studio fornisce i valori al colmo di piena relativi a diversi periodi di ritorno dei corsi d'acqua con foce sul litorale tirrenico.

Con riferimento al piano, per i bacini idrografici appartenenti alle aree 1, 3 e 6, il calcolo delle portate al colmo, per i tempi di ritorno di maggior interesse applicativo (50, 200 e 500 anni) è stato inoltre effettuato attraverso l'applicazione della Formula Razionale essendo di piccole estensioni.

La legge di dipendenza della media dei massimi di precipitazione con la durata può esprimersi, nel caso più semplice, come:

$$h = a \cdot t^n$$

in cui i parametri a e n dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato.

La stima delle curve di probabilità pluviometrica nelle stazioni di misura è stata effettuata dall'Autorità di Bacino sulla base delle serie storiche dei massimi annuali delle altezze di precipitazione per le durate considerate, definendo i parametri a ed n per i tempi di ritorno di 5, 10, 25, 50, 100, 200 e 500 anni. Nel

procedere al calcolo dei parametri a ed n, sono state utilizzate le serie storiche delle precipitazioni intense registrate alle stazioni di Sciarborasca e di Lerca relative ai massimi annuali delle precipitazioni della durata di 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive. L'intervallo di durata tra 1 e 24 ore rappresenta il campo entro cui sono da ricercare le durate critiche per la maggior parte dei corsi d'acqua per i quali la stima della portata di piena può essere effettuata tramite l'utilizzo delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica.

Quali valori di riferimento per le precipitazioni sono stati assunti quelli risultanti dalle curve di probabilità pluviometrica delle stazioni di Sciarborasca e di Lerca per i bacini appartenenti alle aree 1 e 3, le tabelle che seguono riportano i valori delle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica relativamente a eventi di durata inferiore e superiore all'ora.

Sciarborasca: parametri della curva di possibilità pluviometrica h(d,T)=ad^n per durate inferiori a 1 h

T [anni]	5	10	25	50	100	200	500
a	9.50	9.84	10.36	10.79	11.24	11.71	12.34
n	0.42	0.46	0.49	0.51	0.53	0.55	0.56

Sciarborasca: parametri della curva di possibilità pluviometrica h(d,T)=ad^n per durate superiori a 1 h

T [anni]	5	10	25	50	100	200	500
a	53.9	62.3	72.8	80.6	88.3	96.0	106.2
n	0.37	0.37	0.37	0.38	0.38	0.38	0.38

Lerca: parametri della curva di possibilità pluviometrica h(d,T)=ad^n per durate inferiori a 1 h

T [anni]	5	10	25	50	100	200	500
a	13.5	15.5	17.9	19.7	21.5	23.3	25.7
n	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.29	0.30

Lerca: parametri della curva di possibilità pluviometrica h(d,T)=ad^n per durate superiori a 1 h

T [anni]	5	10	25	50	100	200	500
a	48.6	57.8	69.4	78.0	86.6	95.1	106.3
n	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35

Tabella 5.I - Parametri LSPP alle stazioni di Scirborasca e Lerca per diversi tempi di ritorno e durata dell'evento

6 VALORI ADOTTATI

Nell'ambito dello studio idrologico vengono stimati i parametri della legge di possibilità pluviometrica per i differenti tempi di ritorno al fine di calcolare, mediante un modello di trasformazione afflussi-deflussi, le portate di progetto che interessano i manufatti idraulici.

I tempi di ritorno (Tr) prescritti dal Manuale di Progettazione ferroviaria variano infatti a seconda del tipo di manufatto idraulico:

- Drenaggio della piattaforma (cunetta, tubazioni..):

	Tr [anni]
Linea ferroviaria	100
Deviazione stradali	25

- Fossi di guardia:

	Tr [anni]
Linea ferroviaria	100
Deviazione stradali	25

- Manufatti di attraversamento (ponti e tombini):

linea ferroviaria Tr = 300 anni per S >10 Km^2

linea ferroviaria Tr = 200 anni per S < 10 Km^2

Per l'area oggetto d'intervento, con riferimento al tempi di ritorno di verifica pari a 200 anni, i parametri della linea segnalatrice di possibilità pluviometrica sono: **a = 96 mm/h^n** e **n = 0.38** relativamente alla stazione di Sciarborasca ritenuta significativa dal punto di vista idrologico per la caratterizzazione climatica su Rio Beuca. A Titolo documentale verranno effettuate le verifiche anche con Tr = 50 anni e Tr = 500 anni.

In via cautelativa, avendo stimato il tempo di corrivazione inferiore all'ora, i parametri climatici scelti per la verifica idraulica sono quelli relativi a precipitazioni orarie.

6.1 CALCOLO DELLE PORTATE DI RIFERIMENTO

Come già riferito per il calcolo delle portate si è fatto riferimento al metodo cinematico. Il metodo cinematico è largamente usato per il calcolo della portata conseguente ad una assegnata precipitazione, è detto metodo cinematico o del ritardo di corrivazione (D. Turazza, 1880). Esso si presta ad essere utilizzato in molti casi ma viene generalmente applicato a bacini scolanti di estensione limitata come il caso in esame. Questo metodo considera che la portata sia proporzionale alla durata dell'evento. Si considera che la portata massima si realizza quando in una sezione giungono i contribuenti di tutte le

porzioni di bacino e quindi anche quello della particella liquida posta più lontano; questo intervallo di tempo è definito tempo di corrivazione Tc. Il metodo postula che la portata nella sezione terminale cresca in modo lineare nel tempo fino ad un valore massimo e che decresca in maniera lineare nella fase di esaurimento. Il valore della portata massima e l'avvio dell'esaurimento sono legati al rapporto esistente tra la durata T della precipitazione ed il tempo di corrivazione: rapporto che dà origine ai seguenti casi T<Tc, T=Tc e T>Tc.

Si giunge al picco di piena quando il tempo di precipitazione eguaglia il tempo di corrivazione. A partire da questa imposizione si calcolano la portata e il volume generati da un dato evento come segue:

$$Q_{max} = \varphi \cdot S \cdot h / Tc$$

$$V = \varphi \cdot S \cdot h$$

V è il volume d'acqua precipitato;

S è la superficie del bacino considerato;

φ è il coefficiente di deflusso;

h è l'altezza della precipitazione per dato tempo di ritorno e dato tempo di precipitazione;

Tc è il tempo di corrivazione.

Con i parametri assegnati e adottati si è giunti alla valutazione delle portate di riferimento:

$$Q_{50} = 10\ m^3/s$$

$$Q_{200} = 14\ m^3/s$$

$$Q_{500} = 17\ m^3/s$$

Le portate così ottenute si allineano in toto a quelle di riferimento deducibili nell'ambito del Piano di Bacino Stralcio per la Tutela dal Rischio Idrogeologico dell'Autorità di Bacino (Distretto dell'Appennino Settentrionale) con particolare riferimento agli Ambiti regionali di Bacino 12 e 13.

6.2 CONFRONTO CON I PARAMETRI DI RIFERIMENTO DELL'AUTORITÀ DI BACINO

Nell'ambito dello studio idrologico e idraulico condotto dall'Autorità di Bacino, nello specifico dei bacini regionali liguri appartenenti alle aree idrograficamente omogenee 1, 3 e 6, il calcolo delle portate al colmo, per i tempi di ritorno di maggior interesse applicativo (50, 200 e 500 anni) è stato effettuato attraverso l'applicazione della *Formula Razionale* (metodo cinematico come per la presente analisi) laddove per la

forte pendenza dei versanti dei rii presi in considerazione il tempo di corrivazione è stato valutato mediante la semplice formula sperimentale di Viparelli:

$$T_c = L/v$$

dove L rappresenta la lunghezza dell'asta (1.2 km) e v la velocità media di percorrenza dell'asta. Per i bacini appartenenti alle aree 1 e 3 è stato assunto un coefficiente di deflusso φ pari a 0.8 e una velocità media di percorrenza dell'asta v pari a 1 m/s.

Allo stesso modo nello studio menzionato è stato applicato il metodo CIMA, che fornisce i valori al colmo di piena relativi a diversi periodi di ritorno dei corsi d'acqua con foce sul litorale tirrenico secondo la formulazione:

$$Q_{max} = K_T \cdot c(T_{indice}) \cdot A^{0.75}$$

dove:

Q = portata $[m^3s^{-1}]$

$c(T_{indice})$ = coefficiente in funzione di T_{indice} $[m^3s^{-1}km^{-0.75}]$

A = superficie del bacino $[km^2]$

K_T = fattore di frequenza, dato nella seguente tabella:

Tempo di ritorno	*KT*
5 anni	1.295
10 anni	1.788
30 anni	2.9
50 anni	3.47
100 anni	4.25
200 anni	5.02
500 anni	6.04

Per i bacini aventi superficie minore di 2 km^2, la portata di massima piena associata a diversi periodi di ritorno è stata calcolata adottando un contributo unitario, funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica, pari a quello ottenuto con riferimento a superfici scolanti aventi un'area drenata pari a 2 km^2, secondo la seguente formula:

$$Q_T = K_T \cdot A \cdot U_{A=2}$$

nella quale:

- A = superficie del bacino;
- $U_{A=2}$ = contributo unitario per area pari a 2 km^2 $[m^3s^{-1}km^{-2}]$, in funzione della longitudine del baricentro del bacino e del CN medio;
- K_T = fattore di frequenza, illustrato nella tabella precedente.

Il valore di *CN*, variabile teoricamente tra 0 e 100, esprime la capacità di assorbimento del suolo secondo lo schema proposto dal Soil Conservation Service; il CIMA propone una classificazione dei bacini regionali in quattro principali tipologie in funzione del diverso grado di urbanizzazione e dell'estensione delle aree impermeabili:

- CN = 92 per bacini di tipo A (elevato grado d'urbanizzazione ed estensione delle aree impermeabili superiore al 60%)
- CN = 87 per bacini di tipo B (medio grado d'urbanizzazione ed estensione delle aree impermeabili compresa tra 30% e 60%)
- CN = 75 per bacini di tipo C (basso grado d'urbanizzazione ed estensione delle aree impermeabili comprese tra 5% e 30%)
- CN = 67 per bacini di tipo D (estesa copertura arborea ed estensione delle aree impermeabili inferiore al 5%).

Per il rio Beuca è stato adottato CN = 87

Sulla scorta di queste imposizioni e di tale approccio le portate di piena dedotte, nell'ambito dello studio condotto dall'Autorità di Bacino, si allineano in maniera molto soddisfacente ai valori assunti al presente studio di verifica idraulica. Si riportano sotto i parametri e le portate di riferimento estrapolati dalle pagine del Piano Stralcio dell'Autorità di bacino.

Parametri del bacino del rio Beuca		
Area	Km^2	0.35
Longitudine		8°38'
Lunghezza	Km	1.2
Pendenza media	%	12
CN		87
UA	$m^3s^{-1}km^{-2}$	7.86

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	CIMA	*Razionale*	
Q5	4	-	m^3s^{-1}
Q10	5	-	m^3s^{-1}
Q30	8	-	m^3s^{-1}
Q50	10	11	m^3s^{-1}
Q100	12	-	m^3s^{-1}
Q200	14	13	m^3s^{-1}
Q500	17	15	m^3s^{-1}

Tabella 6.I – Parametri del bacino del Rio Beuca e portate per assegnato tempo di ritorno (Autorità di Bacino)