



REGIONE LIGURIA

REGIONE LIGURIA - Giunta Regionale

Copertina

Registro

Tipo Atto Decreto del Direttore Generale

Numero Protocollo NP/2019/522952

Anno Registro 2019

Numero Registro 6268

Dipartimento

Dipartimento territorio, ambiente, infrastrutture e trasporti

Struttura

Settore Assetto del territorio

Oggetto

Accordo di avvalimento sottoscritto con A.d.B. Distrettuale Appennino Settentrionale. Approvazione variante al Piano di bacino stralcio del Rio Sanda relativa all'aggiornamento della perimetrazione delle fasce di inondabilità del Rio Lavadore a seguito di studi di maggior dettaglio. – Comune di Celle Ligure (Prov. SV).

Data sottoscrizione

21/10/2019

Responsabile procedimento

Roberto Boni

Dirigente responsabile

Roberto Boni

Soggetto emanante

Cecilia Brescianini

La regolarità amministrativa, tecnica e contabile del presente atto è garantita dal Dirigente/Direttore Generale della struttura proponente.

Il decreto rientra nei provvedimenti dell'allegato alla Delibera di Giunta Regionale 254/2017

Il decreto è costituito dal testo e da 1 allegati

allegati:

A01_2019-AM-
6609_SV_CELLE_RIO_LAVADORE_ALLEGATI_DECRETO_APPROVAZIONE.pdf

Comunicazioni

Non pubblicazione (sottratto integralmente all'accesso ai sensi della l. 241/1990 e ss.mm.ii).	NO
Soggetto a Privacy:	NO
Pubblicabile sul BURL:	SI
Modalità di pubblicazione sul BURL:	integrale
Pubblicabile sul Web:	SI



REGIONE LIGURIA - Giunta Regionale
Dipartimento/Direzione Dipartimento territorio,
ambiente, infrastrutture e trasporti
Struttura Settore Assetto del territorio

Decreto del Direttore Generale

codice AM-6609
anno 2019

OGGETTO:

Accordo di avvalimento sottoscritto con A.d.B. Distrettuale Appennino Settentrionale.
Approvazione variante al Piano di bacino stralcio del Rio Sanda relativa all'aggiornamento della perimetrazione delle fasce di inondabilità del Rio Lavadore a seguito di studi di maggior dettaglio. – Comune di Celle Ligure (Prov. SV).

IL VICE DIRETTORE

RICHIAMATI:

- il D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante "*Norme in materia ambientale*", ed in particolare, la parte terza, recante norme in materia di difesa del suolo, come modificata con L. 28 dicembre 2015, n. 221, che ha innovato il sistema previgente di pianificazione di bacino, prevedendo al riguardo la soppressione delle Autorità di Bacino ex lege 183/1989 e l'istituzione delle nuove Autorità di bacino distrettuali, ed in particolare del nuovo distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale di cui all'art. 64, comma 1, lettera c), comprendente i bacini liguri ricadenti nel territorio della soppressa Autorità di Bacino regionale ligure, di cui, da ultimo, alla L.R. 15/2015;
- il decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare n. 294 del 25 ottobre 2016, recante "*Disciplina dell'attribuzione e del trasferimento alle Autorità di bacino distrettuali del personale e delle risorse strumentali, ivi comprese le sedi, e finanziarie delle Autorità di bacino, di cui alla legge 18 maggio 1989, n. 183*", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 27 del 2 febbraio 2017 ed entrato in vigore in data 17 febbraio 2017, con conseguente soppressione dell'Autorità di Bacino regionale;
- il decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 4 aprile 2018, emanato ai sensi dell'art. 63 comma 4 del D.Lgs. 152/2006 e del decreto n. 294/2016 e pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana - Serie generale n. 135 del 13.06.2018, avente ad oggetto l'individuazione e il trasferimento delle unità di personale, delle risorse strumentali e finanziarie delle Autorità di bacino ex legge n.183/1989, e la determinazione delle dotazioni organiche delle Autorità di bacino distrettuali, la cui entrata in vigore ha portato a conclusione la riforma distrettuale ex D.Lgs. 152/2006 e sancito la definitiva operatività delle Autorità distrettuali;
- l'accordo sottoscritto in data 29/10/2018, ai sensi e per gli effetti dell'art. 15 della legge 241/1990, nonché dell'art. 27 della L.R. 15/2018, tra Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale e Regione Liguria (nel seguito "Accordo"), di cui alla D.G.R. 852 del 24/10/2018, ad oggetto "*Svolgimento in collaborazione di attività di interesse comune in materia di difesa del suolo e tutela delle acque nel territorio dei bacini regionali liguri*", finalizzato ad assicurare la continuità della gestione tecnico-amministrativa dei piani di bacino stralcio per l'assetto

idrogeologico (PAI) regionali liguri a seguito dell'entrata in vigore del D.P.C.M. 4 aprile 2018, sopra richiamato;

- il Decreto del Segretario Generale (nel seguito DSG) dell'Autorità Distrettuale n.49 del 7/11/2018, con il quale, ai sensi dell'art. 3 dell'Accordo, sono state stabilite le modalità procedurali per la gestione dei PAI vigenti, che confermano gli indirizzi procedurali previgenti in materia di pianificazione di bacino regionale;

RICHIAMATO, altresì, il Decreto del Direttore Generale n. 2933/2019 ad oggetto "Accordo di avvalimento sottoscritto con A.d.B. Distrettuale Appennino Settentrionale. Adozione variante al Piano di Bacino stralcio del Rio Sanda relativa all'aggiornamento della perimetrazione delle fasce di inondabilità del Rio Lavadore a seguito di studi di maggior dettaglio. - Comune di Celle Ligure (Prov. SV)";

DATO ATTO CHE:

- sul territorio dei bacini liguri scolanti nel mar Ligure, di competenza della soppressa Autorità di bacino regionale nel regime normativo previgente, risultano approvati tutti i Piani di Bacino stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI), tuttora vigenti in forza del disposto dell'art. 170, c.11 del d.lgs. 152/2006;
- la gestione dei piani di bacino regionali, vigenti fino alla emanazione di analoghi atti a livello distrettuale, rientra nelle competenze della nuova Autorità di bacino distrettuale;
- al fine di garantire la continuità tecnico-amministrativa e gestionale nell'ambito del territorio afferente alla ex Autorità di bacino regionale, nell'attuale fase di riorganizzazione e transizione verso strumenti di pianificazione distrettuali omogenei, in data 29/10/2018 è stato sottoscritto l'Accordo di collaborazione sopra richiamato, che, in particolare, ha previsto l'avvalimento, da parte dell'Autorità di bacino distrettuale, delle strutture regionali che hanno svolto funzioni di Autorità di bacino regionale;
- secondo l'Accordo, in coerenza con l'art. 170, c.11 del D.Lgs. 152/2006 nonché con gli indirizzi ex DSG n.49/2018, le suddette attività sono svolte sulla base degli atti, indirizzi e criteri adottati nell'ambito del regime normativo previgente in materia di pianificazione di bacino e i procedimenti di pianificazione, in corso alla data dell'entrata in vigore del D.P.C.M. ex art. 64, c.3, D.Lgs. 152/2006, sono conclusi con le modalità dell'Accordo, facendo salvi i pareri e i provvedimenti assunti ai sensi della normativa previgente;

PREMESSO CHE:

- con il citato decreto del Direttore Generale n. 2933/2019 è stata adottata, ai fini dell'avvio della fase di pubblicità partecipativa e dell'attivazione delle necessarie misure di salvaguardia, la variante al Piano di Bacino del Rio Sanda, relativa all'aggiornamento delle fasce di inondabilità del Rio Lavadore a seguito di studi idraulici di maggior dettaglio, nel comune di Celle Ligure (SV);
- a seguito dell'adozione della variante di cui sopra sono stati svolti dagli uffici regionali i previsti adempimenti connessi alla fase di pubblicità partecipativa, al fine di consentire a chiunque fosse interessato di esprimere eventuali osservazioni;
- durante il periodo di pubblicità con nota assunta a protocollo generale PG/2019/193468 del 2/07/2019 è pervenuta l'osservazione dei Sigg. ri Bertoldi Giampaolo e Bertoldi Luigi;

DATO ATTO CHE:

- l'osservazione presentata riguarda lo stato attuale dei luoghi in corrispondenza della sezione 2 del Piano di Bacino;
- il contenuto dell'osservazione e le valutazioni conseguenti sono sintetizzate nella tabella seguente:

PROPONENTE	Sigg. ri GIAMPAOLO BERTOLDI E LUIGI BERTOLDI (PG/2019/193468)
Sintesi osservazione	Dopo un breve inquadramento dell'area oggetto di osservazione, attraverso una documentazione fotografica e alcune considerazioni di natura altimetrica viene rappresentato come l'immobile di proprietà degli osservanti non sia in fascia A.
Valutazioni e conclusioni	Nel merito dell'osservazione di cui sopra si rappresenta che le considerazioni degli esponenti non sono state supportate da alcun rilievo topografico di dettaglio delle sezioni di corso d'acqua nell'intorno dell'area in oggetto, né da una modellazione idraulica del tratto in esame che porti elementi di novità rispetto a quelli presenti nel PdB. Non è, inoltre, chiaro quale sia la perimetrazione proposta dagli osservanti. Per quanto sopra, pertanto, gli elementi forniti non sono idonei ad escludere che la zona in corrispondenza della sezione 2 sia interessata da eventi di piena 50-ennali e, dunque, possa essere stralciata dalla perimetrazione di fascia A attualmente adottata.

CONSIDERATO pertanto, che, per quanto sopra non risulta necessario apportare modifiche agli elaborati della variante adottata con DDG n. 2933/2019,

CONSIDERATO, altresì, che ai fini della definitiva approvazione e conseguente entrata in vigore della presente variante vengono aggiornati, come indicato nel decreto di adozione, gli ulteriori elaborati di Piano, diretta conseguenza della modifica di che trattasi e pertanto non assoggettati alla pubblicità partecipativa;

CONSIDERATO, infine, che l'elenco complessivo degli elaborati di variante, contenuti negli allegati tecnici da 1 a 7, parti integranti e sostanziali del presente atto, è costituito dai seguenti documenti:

- 1) Relazione generale del Piano di Bacino;
- 2) Verifiche idrauliche Rio Lavadore (sez. 0 - 11.3);
- 3) Carta delle fasce di inondabilità - squadra 229030 - 070, tavola 2 di 2;
- 4) Carta delle aree inondabili - squadra 229030 - 070 tavola 2 di 3;
- 5) Carta delle aree inondabili - squadra 229030 - 070 tavola 3 di 3;
- 6) Carta del rischio idraulico - tavola 2 di 2;
- 7) Carta dei tratti d'alveo indagati - tavola unica.

RITENUTO, pertanto, alla luce delle argomentazioni sopra svolte, che il Vice Direttore generale Ambiente del Dipartimento territorio, ambiente, infrastrutture e trasporti, operando in nome e per conto dell'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale, in applicazione dell'Accordo di avalimento e delle modalità procedurali di cui al DSG n. 49/2018, approvi la variante al Piano di Bacino del Rio Sanda, relativa all'aggiornamento delle fasce di inondabilità del Rio Lavadore a seguito di studi idraulici di maggior dettaglio, nel comune di Celle Ligure (SV), come riportata negli

elaborati di cui agli allegati tecnici da 1 a 7, parti integranti e sostanziali del presente atto;

DATO ATTO che, in coerenza con le modalità procedurali di cui al DSG n. 49/2018:

- la variante in oggetto entrerà in vigore alla data di pubblicazione del presente atto sul BURL;
- con l'entrata in vigore della variante decadono le misure di salvaguardia introdotte con DDG n. 2933/2019;
- gli elaborati approvati saranno consultabili presso la Regione ed il Comune interessato, nonché sul portale regionale dedicato all'ambiente www.ambienteinliguria.it nella sezione relativa ai piani di bacino, all'indirizzo <http://www.pianidibacino.ambienteinliguria.it>;

DECRETA

per i motivi indicati in premessa, operando in nome e per conto dell'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale, in applicazione dell'Accordo di cui alla DGR 852/2018 e delle modalità procedurali di cui al Decreto del Segretario Generale n. 49/2018:

1. di approvare la variante al Piano di Bacino del Rio Sanda, relativa all'aggiornamento delle fasce di inondabilità del Rio Lavadore a seguito di studi idraulici di maggior dettaglio, nel comune di Celle Ligure (SV), riportata negli elaborati di cui agli allegati tecnici da 1 a 7, parti integranti e sostanziali del presente atto;
2. di disporre la pubblicazione del presente atto sul Bollettino ufficiale della Regione ai fini della sua entrata in vigore e la pubblicazione della cartografia aggiornata sul portale regionale www.ambienteinliguria.it, all'indirizzo <http://www.pianidibacino.ambienteinliguria.it>.

Avverso il presente provvedimento è possibile proporre ricorso al T.A.R. Liguria, entro 60 gg. o, alternativamente, ricorso amministrativo straordinario al Presidente della Repubblica entro 120 gg. dalla notifica, comunicazione o pubblicazione dello stesso.

Cecilia Brescianini

Firmato digitalmente ai sensi del D.lgs. 82/2005 e s. m.

**Accordo di avvalimento ex DGR 852/2018
con Autorità di Bacino Distrettuale Appennino Settentrionale.**

**Decreto di approvazione della variante al Piano di bacino stralcio del Rio Sanda
relativa all'aggiornamento della perimetrazione delle fasce di inondabilità del Rio
Lavadore a seguito di studi di maggior dettaglio.**

Comune di Celle Ligure (Prov. SV).

ALLEGATI TECNICI

- Allegato 1: Relazione generale Piano di Bacino Rio Sanda;
- Allegato 2: Verifiche idrauliche del Rio Lavadore (sez. 0 - 11.3);
- Allegato 3: Carta delle fasce di inondabilità PdB Sanda - squadra 229030 - 070, tavola 2 di 2;
- Allegato 4: Carta delle aree inondabili PdB Sanda - squadra 229030 - 070, tavola 2 di 3;
- Allegato 5: Carta delle aree inondabili PdB Sanda - squadra 229030 - 070, tavola 3 di 3;
- Allegato 6: Carta del rischio idraulico PdB Sanda - tavola 2 di 2;
- Allegato 7: Carta dei tratti d'alveo indagati PdB Sanda - tavola unica.

ALLEGATO 1

Relazione generale Piano di Bacino Rio Sanda



**REGIONE
LIGURIA**

**Autorità di Bacino
Distrettuale
Dell'Appennino
Settentrionale**



PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO

(ai sensi dell'art.1, comma 1, del D.L. 180/1998 convertito in L. 267/1998)

Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio

Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico

RELAZIONE

**Ambiti di Bacino di rilievo regionale:
LETIMBRO - ARRESTRA**

**Bacino:
SANDA**

**Comuni:
ALBISOLA SUPERIORE
CELLE LIGURE
VARAZZE**



APPROVAZIONE	Delibera del Consiglio Provinciale di Savona n. 47 del 25/11/2003
ULTIMA MODIFICA	Decreto del Direttore Generale n. xxxxx del yy/zz/2019
ENTRATA IN VIGORE	Pubblicazione sul BURL n. xx del yy/zz/2019 - parte II

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
 (ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

PREMESSA.....	4
1. QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO	5
1.1 Quadro istituzionale, normativo e amministrativo di riferimento	5
1.2 Strumenti di pianificazione vigenti.....	6
1.2.1 <i>Altri strumenti di pianificazione</i>	7
1.3 Dati utilizzati	7
2 DESCRIZIONE DEL BACINO.....	9
2.1 Geografia.....	9
2.2 Geologia	12
2.2.1 <i>Metodologia di studio</i>	12
2.2.2 <i>Caratteri geologici</i>	12
2.2.3 <i>Litostratigrafia e tettonica</i>	12
2.2.3.1 <i>L'unità Beigua.</i>	12
2.2.3.2 <i>L'unità di Varazze</i>	13
2.2.3.3 <i>L'unità di Alpicella</i>	13
2.2.3.4 <i>Il Cristallino di Savona</i>	14
2.2.3.5 <i>Le formazioni Sedimentarie</i>	14
2.3 Geomorfologia.....	15
2.3.1 <i>Il controllo tettonico e la qualità della roccia</i>	15
2.3.2 <i>Le coperture detritiche</i>	16
2.3.3 <i>Frane Attive</i>	17
2.3.4 <i>Erosione Superficiale</i>	18
2.3.5 <i>Terrazzi marini, fluviali e alluvioni</i>	18
2.3.6 <i>Cave</i>	19
2.3.7 <i>Discariche e riporti</i>	19
2.3.8 <i>Evento alluvionale del 4.10.2010</i>	20
2.4 Idrogeologia.....	21
2.4.1 <i>Reticolo idrografico (tav. 13)</i>	22
2.5 Uso del Suolo	22
2.5.1 <i>Zone litoranee – spiagge</i>	22
2.5.2 <i>Zone con coltivi consociati</i>	22
2.5.3 <i>Aree percorse da incendi recenti</i>	22
2.5.4 <i>Distribuzione delle tipologie di zonizzazione d'uso del suolo</i>	23
2.5.4.1 <i>Territori Modellati Artificialmente</i>	23
2.5.4.2 <i>Territori agricoli</i>	23
2.5.4.3 <i>Territori boscati ed ambienti seminaturali</i>	23
2.5.4.4 <i>Zone umide</i>	23
2.6 Descrizione della rete idrografica.....	23

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

2.6.1	<i>Sopralluogo dell'asta principale</i>	23
2.6.2	<i>Descrizione della rete idrografica – bacini minori</i>	24
2.6.2.1	<i>RIO CARREA</i>	24
2.6.2.2	<i>RIO PRESANE</i>	25
2.6.2.3	<i>RIO LORIO – RIO ARMA</i>	27
2.6.2.4	<i>RIO VALLE</i>	28
2.6.2.5	<i>RIO SAN BASTIAN</i>	29
2.6.2.6	<i>RIO S. BRIGIDA</i>	30
2.6.2.7	<i>ALTRI RII MINORI DI CELLE LIGURE</i>	31
2.6.2.8	<i>RIO PORTIGLIOLO E LEVANTE</i>	32
2.6.2.9	<i>RIO PESCATORI</i>	34
2.6.2.10	<i>RIO FRESA</i>	34
2.6.2.11	<i>RIO CORVO</i>	35
2.6.2.12	<i>RIO INFERNO</i>	36
2.6.2.13	<i>RIO FOSSA</i>	37
2.6.2.14	<i>RIO VIGNETTA E RII MINORI</i>	38
2.6.2.15	<i>RIO MOLA</i>	39
2.6.2.16	<i>RIO SANTA CATERINA</i>	41
2.6.2.17	<i>RIO CARBINI</i>	43
2.6.2.18	<i>RIO RIANELLO</i>	43
2.6.2.19	<i>RIO CUCCO</i>	45
2.6.2.20	<i>RIO TANON (RIO CIMITERO)</i>	46
2.6.2.21	<i>RIO FINALE</i>	46
2.6.2.22	<i>RIO NATTA</i>	47
2.7	<i>Idrologia di piena</i>	48
2.7.1	<i>Premessa</i>	48
2.7.2	<i>Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri. Valori di portata al colmo di piena, con assegnato tempo di ritorno, per i bacini idrografici con foce al mar Tirreno – luglio 1999 - (C.I.M.A.) Università degli Studi di Genova.</i>	48
2.7.3	<i>Determinazione delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica</i>	52
2.7.4	<i>Portate di piena</i>	56
2.7.4.1	<i>La curva inviluppo delle portate al colmo di piena (CATI 1970)</i>	56
2.7.4.2	<i>Determinazione delle portate al colmo di piena (CIMA 1999)</i>	56
2.7.4.2.1	<i>Piccoli bacini con dimensioni da 2 a 10 Km² (CIMA 1999)</i>	58
2.7.4.2.2	<i>Piccoli bacini con dimensioni minori di 2 Km² (CIMA 1999)</i>	60
2.7.4.2.3	<i>Tabelle riepilogative dei valori di portata C.T.P seduta. del 11/09/2003</i>	60
2.7.5	<i>Portate di piena di progetto per il bacino Sanda (Rif. Normativa di Piano)</i> ...	62
3	PROBLEMATICHE E CRITICITA' DEL BACINO	63
3.1	<i>Premessa</i>	64
3.2	<i>Problematiche di tipo geomorfologico</i>	65
3.2.1	<i>Suscettività al dissesto dei versanti</i>	65
3.2.2	<i>Commento alla Carta della Suscettività al Dissesto dei Versanti</i>	68
3.2.3	<i>Evento del 4 Ottobre 2010</i>	69
3.3	<i>Problematiche di tipo idraulico</i>	69

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
 (ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

3.3.1	<i>Aree storicamente inondate</i>	69
3.3.2	<i>Verifiche idrauliche</i>	69
3.3.2.1	Individuazione dei tratti di studio	69
3.3.2.2	Metodologia di calcolo.....	70
3.3.2.3	Schematizzazione di calcolo	71
	- Parametri di scabrezza.....	72
	- Condizioni al contorno	73
3.3.2.4	<i>Profili di moto permanente</i>	74
3.3.2.5	<i>Analisi della capacità di smaltimento delle opere in alveo</i>	75
3.3.3	<i>Fasce di inondabilità</i>	77
3.3.4	<i>Fascia di riassetto fluviale</i>	78
3.4	Principali criticità del bacino	78
3.4.1	<i>Criticità di tipo Idraulico</i>	78
3.4.2	<i>Criticità di tipo Geomorfologico</i>	80
3.5	Considerazioni sul trasporto solido	81
3.6	Evento alluvionale del 04.10.2010	82
3.6.1	<i>Descrizione generale dell'evento</i>	82
4	RISCHIO IDROGEOLOGICO	85
4.1	Premessa	85
4.2	Determinazione del rischio idrogeologico	86
	- Elementi a Rischio.....	87
	- Rischio geomorfologico	88
	- Rischio idraulico	89
4.3	Carta del rischio idraulico	89
4.3.1	<i>Carta del rischio idraulico per bacini minori</i>	90
4.4	Carta del Rischio geomorfologico	91

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

PREMESSA

La presente Relazione Tecnica di Piano è stata revisionata a seguito del parere vincolante della Regione Liguria espresso tramite D.G.R. n°1068/2002 e D.G.R. n° 1158/2002.

Il presente piano è stato redatto quale piano di bacino stralcio sul rischio idrogeologico in adempimento all'art.1, comma1, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, convertito, con modificazioni, nella legge 3 agosto 1998 n.267 e costituisce parte del piano di bacino stralcio per la difesa idrogeologica, nonché del piano di bacino completo, di cui alla legge 18 maggio 1989, n.183 e sue modificazioni ed integrazioni. Esso è di conseguenza un primo stralcio funzionale che risponde nei contenuti prioritariamente a quanto richiesto dal citato D.L. 180/98 e dal relativo "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180/98", pubblicato sulla G.U. del 5.1.1999.

Il percorso di formazione e adozione del presente piano è quello attualmente previsto in generale per i piani di bacino dalla normativa vigente, con particolare riferimento alla legge regionale 21 giugno 1999, n.18.

Il presente piano di bacino stralcio si è valso degli studi propedeutici generali relativi alle caratteristiche del territorio e alle problematiche del bacino a suo tempo affidati dalle Amministrazioni ed Enti operanti sul territorio in esame.

L'ultima modifica alla presente Relazione Generale di Piano è stata apportata a ottobre 2019, con l'approvazione della variante inerente l'aggiornamento delle fasce di inondabilità del Rio Lavadore – affluente in sinistra orografica del Rio Sanda – a seguito della realizzazione di nuovi studi idraulici.

L'estensione a monte del tratto di corso d'acqua indagato, grazie ad un rilievo topografico ad hoc, ha consentito di sviluppare una modellazione idraulica più aderente allo stato dei luoghi attuale, con la definizione di nuove aree in fascia A cinquantennale, a monte del viadotto autostradale e in sponda destra del Rio, nell'area limitrofa alla confluenza nel Rio Sanda.

La variante al Piano ha recepito tale situazione e sono state, conseguentemente, aggiornate anche la carta delle aree inondabili, quella del rischio idraulico e gli allegati tecnici contenenti le verifiche idrauliche a supporto dell'analisi.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

1. QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO

1.1 Quadro istituzionale, normativo e amministrativo di riferimento

Il quadro di riferimento generale per la formazione del Piano di bacino è rappresentato dalle norme contenute nella legge quadro 18 maggio 1989, n. 183. Rilevanza particolare ha inoltre la legge 4 dicembre 1993, n.493, che all'art.12 integra l'art. 17 della L. 183/89 con il comma 6 ter che introduce la possibilità di redigere ed approvare i piani di bacino anche per sottobacini o per stralci relativi a settori funzionali.

Per gli aspetti connessi alla pianificazione di bacino regionale si deve far riferimento alla legge regionale 28 gennaio 1993, n.9, che in sostanza recepisce la L.183/89, regionalizzandone i contenuti e istituendo l'Autorità di Bacino Regionale. Le procedure di approvazione dei piani di bacino sono state in parte modificate dalla legge regionale 21 giugno 1999, n.18.

Un ulteriore impulso alla pianificazione di bacino è stato fornito dal decreto legge 11 giugno 1998 n.180, convertito, con modificazioni, nella legge 3 agosto 1998 n. 267 "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed in favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania", modificato dal D.L. 132/99, convertito, con modifiche, dalla L. 262/99. Tale decreto al comma 1 dell'articolo 1 dispone che entro il termine del 30 giugno 1999, le Autorità di bacino di rilievo nazionale ed interregionale e le regioni per i restanti bacini, adottano, ove non si sia già provveduto, piani stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico redatti ai sensi del comma 6-ter dell'art.17 della L.183/89 e successive modificazioni che contengano in particolare l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico e le relative misure di salvaguardia.

I criteri relativi agli adempimenti di cui al comma 1 dell'art. 1 del succitato D.L. 180/98, sono stati forniti, come previsto dal comma 2 dell'art.2 del D.L. 180/98, in "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2", pubblicato sulla G.U. del 5.1.99. Esso, in particolare, pur ribadendo la necessità che le Autorità di Bacino compiano ogni sforzo per accelerare i tempi per l'adozione dei piani stralcio, stabilisce come termine ultimo per l'adozione dei piani stralcio per il rischio idrogeologico il 30 giugno 2001, e quello per l'approvazione il 30 giugno 2002. Specifica inoltre che le attività relative all'individuazione e alla perimetrazione delle aree a rischio di inondazione e a rischio di frana dovranno essere articolate nelle seguenti 3 fasi:

- 1) individuazione aree soggette a rischio idrogeologico;
- 2) perimetrazione, valutazione dei livelli di rischio e definizione di misure di salvaguardia;
- 3) programmazione della mitigazione del rischio.

Il D.L. 180/98, ha inteso quindi, dichiaratamente dare un'accelerazione agli adempimenti della L. 183/89, soprattutto a riguardo l'individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico (inteso come inondazione e frana).

In adempimento al comma 1, art. 1, del suddetto D.L. 180/98, l'Autorità di Bacino di rilievo regionale intende adottare, entro la scadenza posta del 2001, piani di bacino stralcio (ai sensi del comma 6ter, art. 17. L.183) sul rischio idrogeologico, costituiti essenzialmente dalle due tematiche relative al rischio idraulico e rischio geomorfologico (suscettività al dissesto e rischio di frana).

Trattandosi di uno stralcio funzionale non esaurisce chiaramente tutte le tematiche previste dal piano di bacino completo. Peraltro è uno stralcio più limitato rispetto allo stralcio per la difesa idrogeologica così come impostato dall'Autorità di bacino di rilievo regionale in Liguria a seguito della L.R. 9/93. Questo tipo di piano, che è elaborato prioritariamente come adempimento al D.L. 180/98, è uno

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

stralcio funzionale, che rappresenta una parte del piano stralcio per la difesa idrogeologica e del quale sarà quindi parte integrante, così come del piano di bacino nella sua stesura completa.

Esso è quindi approvato con le procedure ordinarie previste dalla L. R. 18/99.

I criteri seguiti per l'elaborazione dei suddetti piani stralcio sul rischio idrogeologico sono quelli già adottati dall'Autorità di bacino regionale per la redazione dei piani stralcio per la difesa idrogeologica. In particolare i criteri generali per l'elaborazione dei piani di bacino regionali sono stati formalizzati, così come previsto dalla L.9/93, nel documento "Criteri per l'elaborazione dei piani di bacino" approvati dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino di rilievo regionale nella seduta del 20.12.1994. Tali criteri sono stati poi integrati da una serie di raccomandazioni e documenti relativamente a specifiche problematiche.

Nell'ambito del presente piano stralcio per il rischio idrogeologico, oltre ai citati criteri generali, e a quelli relativi all'"Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180/98", sono stati seguiti i criteri contenuti nelle seguenti raccomandazioni o note tecniche:

- raccomandazione n.1 *"Metodologie per la mappatura delle aree soggette a rischio di inondazione"*
- raccomandazione n. 3bis *"Documento propedeutico all'informatizzazione dei dati e delle cartografie di base per la redazione dei piani di bacino"*,
- raccomandazioni n. 4 *"Standard cartografici relativi in particolare alle legende per la carta di copertura e d'uso del suolo, carta di dettaglio dei movimenti franosi, censimento dei movimenti franosi"*
- raccomandazione *"Valutazione della pericolosità e del rischio idraulico e idrogeologico-Carte derivate"*
- raccomandazione *"Definizione delle fasce di inondabilità e di riassetto fluviale"*
- nota CTR *"Rischio idraulico residuale nell'ambito della pianificazione di bacino regionale"*
- raccomandazione *"Redazione della carta del rischio idrogeologico nei piani stralcio di bacino"*
- linea guida 2/2000 *"Indicazioni metodologiche per la costruzione della carta di suscettività al dissesto dei versanti"*
- linea guida 3/2000 *"Schema di struttura e dei contenuti essenziali di un piano di bacino stralcio sul rischio idrogeologico (ai sensi del comma 1, art.1, del Dl180/98 e ss.mm.ed ii, convertito in Legge 267/98)"*

Si sottolinea, infine, che ai sensi della L. 183/89 il piano di bacino, così come i suoi stralci funzionali, è uno strumento sovraordinato per le parti prescrittive agli altri strumenti di pianificazione settoriale ed urbanistica, con effetto di integrazione e di prevalenza, in caso di contrasto, della pianificazione territoriale di livello regionale, provinciale e comunale.

1.2 Strumenti di pianificazione vigenti

Nell'ambito della pianificazione di bacino risulta di interesse la valutazione delle potenzialità e delle previsioni di sviluppo antropico contenute nei vari livelli di pianificazione. Nel presente piano stralcio, tuttavia, si è stabilito, a livello provinciale, di non sviluppare la presente fase che verrà invece, ampiamente trattata nei successivi studi ed elaborati relativi al Piano di Bacino 183.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

1.2.1 Altri strumenti di pianificazione

All'interno del Bacino del Sanda ricade un'area protetta regionale. Relativamente infatti alla Direttiva CEE 92/43/CEE, istitutiva dei siti "bioitaly" si osserva che nell'ambito del bacino è presenti il seguente sito individuato come "SIC" (siti di importanza comunitaria):
IT 1331402 Beigua-M.Dente-Gargassa-Pavaglione.

1.3 Dati utilizzati

A tale scopo, è stato utilizzato il materiale relativo alla verifica idraulica della copertura del Rio Sanda redatta dall'Ing. Giorgio Franzoni per conto del Comune di Celle Ligure. Il suddetto materiale è stato messo a disposizione del CIMA dall'Amministrazione Provinciale di Savona, ufficio AIT.

Le elaborazioni sono state effettuate con il pacchetto applicativo Hec-Ras 2.2 sulla base dei rilievi utilizzati per lo studio di verifica idraulica della copertura del Rio Sanda redatta dall'Ing. Giorgio Franzoni per conto del Comune di Celle Ligure.

Di tale lavoro sono state utilizzate le sezioni per la modellazione con HEC inserendo alcuni algoritmi per meglio interpretare l'effetto del setto presente all'interno della copertura sull'andamento dei profili.

I dati e le elaborazioni a carattere idrologico sono stati tratti dallo studio CIMA

Per quanto riguarda il contesto geologico-geomorfologico sono state utilizzate le seguenti informazioni di base:

- Cartografia di analisi geologica-geomorfologica relativa agli strumenti pianificatori di bacino ex L. 183/89 fornita dalla Provincia di Savona;
- Carta geologica dell'Ente Parco del "Monte Beigua";
- Carta geologica dell'atlante delle carte tecniche della Regione Liguria;
- "Introduzione all'evoluzione metamorfico strutturale del Gruppo di Voltri" Gruppo Strutturale Italiano C.N.R.;
- Foto aeree relative a diversi voli e differenti quote fornite dall'Uff. A.I.T. della Provincia di Savona (indicato di seguiti con A.I.T.);
- Cartografia digitale dei maggiori dissesti franosi realizzata a seguiti D.L. 180/98;
- Indicazioni dei dissesti avvenuti sul territorio del Comune di Varazze nel periodo antecedente e seguente agli eventi alluvionali del Novembre - Dicembre 2000;
- Indicazioni dei dissesti avvenuti sul territorio del Comune di Celle nel periodo antecedente e seguente agli eventi alluvionali del Novembre - Dicembre 2000;

I dati acquisiti in tal modo sono quindi stati validati mediante rilevamento geologico e geomorfologico con particolare riguardo ai dissesti franosi.

Sulla base dei dati elencati e del lavoro di campagna si è proceduto alla realizzazione degli elaborati orientati al raggiungimento delle finalità dell'incarico ricevuto, ex. L. 267/98.

Lo studio delle foto aeree, normalmente prezioso per l'analisi geomorfologica, non è stato adeguatamente significativo a causa del fatto che la copertura del territorio di competenza, attraverso il materiale disponibile presso A.I.T., si è rivelata solo parziale.

La parte analitica dello studio, realizzata nella primavera 2000, è carente rispetto ai nuovi dissesti occorsi durante gli ultimi eventi alluvionali. Pertanto la successiva fase di sintesi, nella quale sono state redatte le carte della Suscettività al dissesto di Versante e quindi del Rischio, pressoché terminata

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

nella prima decade del mese di Novembre, non ha potuto recepire che parzialmente la presenza di tali ultimi movimenti franosi.

D'altra parte a seguito di questi episodi si è potuto, purtroppo, verificare a posteriori la validità delle scelte operate, e della metodologia utilizzata, nella realizzazione della cartografia di sintesi.

Nella maggior parte dei casi, infatti, i nuovi dissesti di versante ricadono nelle aree classificate con suscettività media ed elevata. Si rileva infine che l'insieme delle nuove emergenze è stato comunque recepito nella Carta degli Interventi.

La metodologia utilizzata è stata quella consigliata dalla Regione Liguria. Per l'applicazione della stessa è stato necessario tuttavia apportare alcune correzioni, come si vedrà meglio nel successivo cap. 3, legate a fattori non compresi nelle informazioni di base previste dall'incarico, ma che pure contribuiscono in maniera rilevante alla formazione della pericolosità prima e del rischio poi. La disponibilità di questi dati non ha però un carattere sistematico di copertura del territorio, ed è legata all'esperienza maturata dai singoli professionisti nel corso di incarichi professionali di diversa finalità.

La base cartografica utilizzata è la carta tecnica regionale in scala 1:5.000 e scala 1:10.000 (in formato raster e vettoriale), che riporta il bacino nei fogli n° 229070-229030-229040.

Si sono inoltre visionate le carte dei diversi assetti del Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico in scala 1:25.000.

La realizzazione della cartografia tematica numerica è stata eseguita con il pacchetto Bentley Microstation J. I files generati secondo le specifiche primitive, finalizzati all'integrazione del Si.Re.Ba., hanno subito numerose revisioni imposte dalla necessità di adattare gli stessi alle mutate esigenze di fornire un prodotto stampato a colore pieno, a cui si è arrivati solo dopo diversi aggiustamenti intermedi.

I dati e le elaborazioni a carattere idrologico sono stati tratti dallo studio propedeutico citato solo parzialmente, poiché si sono rese necessarie integrazioni ai fini di una descrizione maggiormente dettagliata dell'idrologia del bacino. Per quanto riguarda il rilievo delle sezioni idrauliche si è proceduto ad una prima fase di controllo dei dati disponibili e ad una seconda fase di integrazione degli stessi.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

2 DESCRIZIONE DEL BACINO

2.1 Geografia

Il bacino del Torrente Sanda risulta diviso dall'Amministrazione in due aree nettamente distinte che raggruppano diversi rii minori. L'area studiata si estende da Capo Torre a confine con il comune di Albisola Superiore fino alla foce del Rio Portigliolo. Quest'area interessa i comuni di Celle Ligure e di Varazze oltre un tratto fuori provincia.

La superficie dei bacini raggiunge gli 20.8 Km²; in particolare il complesso studiato è composto dai seguenti sottobacini

R.Carrea	R.Fighetto	R.Presane	R.Lorio	R.Valle	R. S.Brigida
T. Sanda	R.Pian Ligge	Rio Galletta	R.Natta	R. Finale	R. Barchi
R.Cucco	R.Rianello	R.Cavetto	R.Molo	R.Rive	R.Forco
R.Interno (?)	R.Coro	R.dei Pescatori		R. Portigliolo	

In generale si tratta di colatori di modesta lunghezza con andamento lineare fatta eccezione per il T.Sanda il R.Rianello e soprattutto il R. Portigliolo che hanno sviluppato un bacino di rilevanti dimensioni. In particolare il bacino del T. Sanda una superficie pari a 3.7 Km², il bacino del R.Rianello una superficie pari a 2.5 Km² ed il bacino afferente a R. Portigliolo una superficie pari a 4.8 Km²

Si tratta di bacini di ridotte dimensioni, particolarmente acclivi (classi di acclività prevalenti dal 35 al 75%). L'assetto generale è caratterizzato da un tratto medio-terminale orientato circa N/S mentre la testata, nel caso del bacino maggiore, risulta deviata in direzione.

Il clima è caratterizzato da una distribuzione bimodale delle precipitazioni, con massimo principale autunnale (ottobre con circa 180 mm) e secondario primaverile (aprile con circa 120 mm), e unimodale delle temperature che registrano indicativamente il massimo in agosto (T_{max} 27°C c.a.) ed il minimo in gennaio (T_{min} 6°C c.a.) Le immagini sotto riportate identificano compiutamente la situazione in tutta l'estensione del bacino contemplando una situazione nel settore montano, una nel settore intermedio collinare ed una sulla costa. Non disponendo di dati relativi a stazioni costiere direttamente nel settore studiato si è considerata la Stazione di Arenzano come indicativa di una situazione prossimale alla costa attribuibile al tratto di costa studiato.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
 (ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
 Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

Andamento della piovosità nel settore studiato

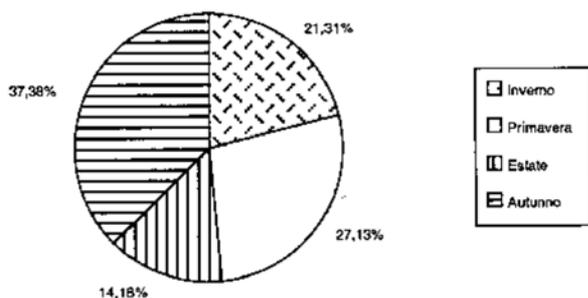
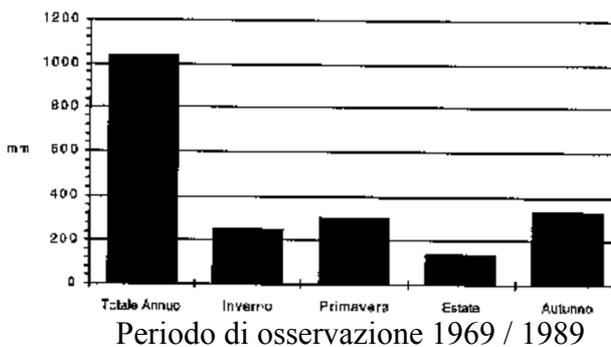
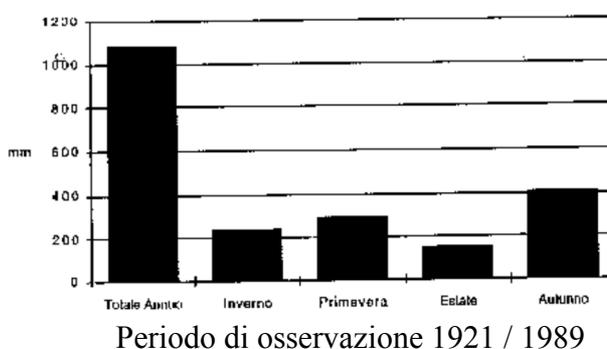
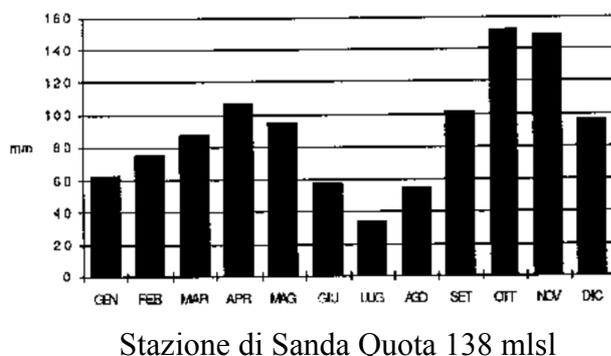
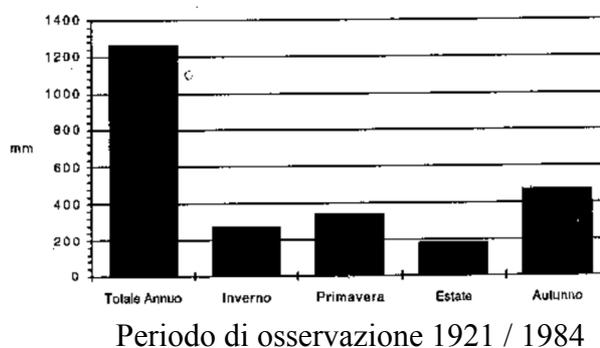


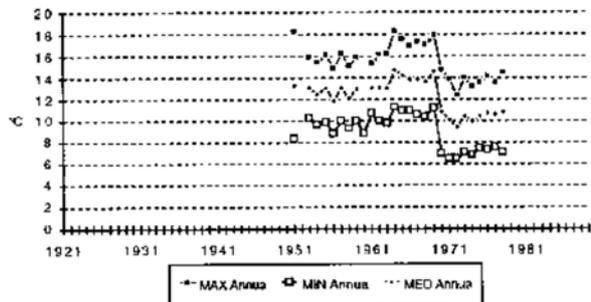
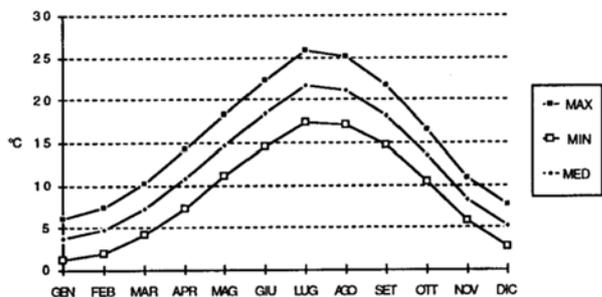
Grafico indicativo della piovosità media

Il 21 % delle precipitazioni annue è mediamente distribuito nei mesi invernali mentre il 37 % è relativo all'autunno ed il 27% alla primavera.

Queste manifestazioni piovose sono generalmente sotto forma di bruschi rovesci concentrati in autunno, periodo nel quale si sono in genere avute le principali piene e i più drammatici episodi alluvionali.

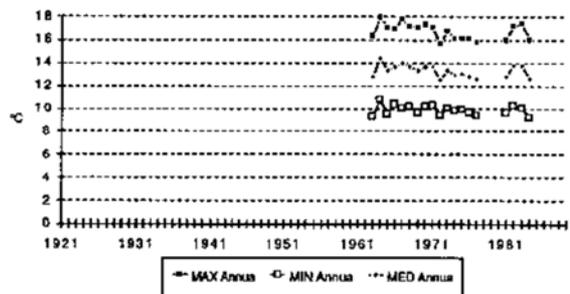
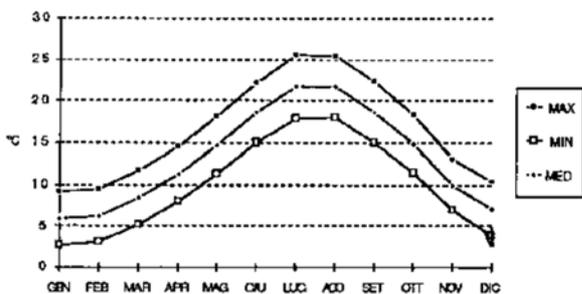
PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
 (ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
 Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

Andamento della temperatura nel settore studiato



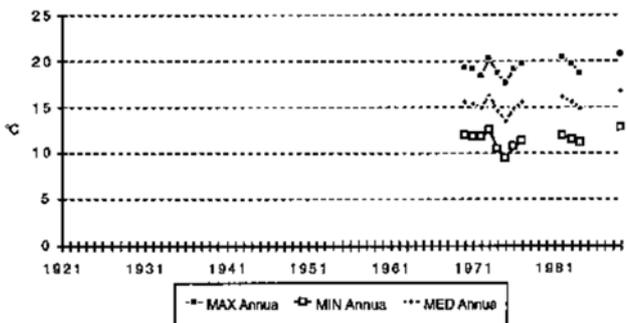
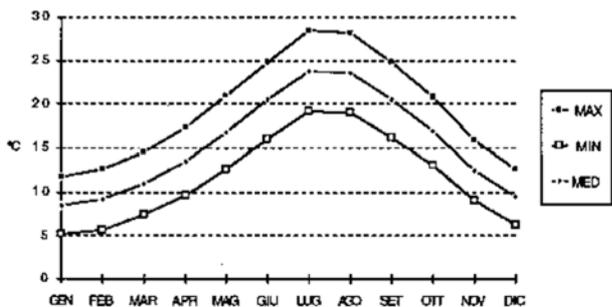
Stazione di Alpicella Quota 405 msl

Periodo di osservazione 1921 / 1984



Stazione di Sanda Quota 138 msl

Periodo di osservazione 1921 / 1989



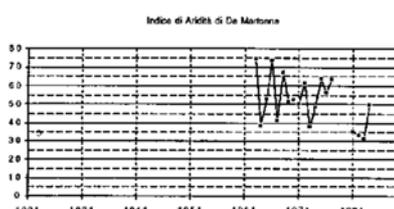
Stazione di Arenzano Quota 60 msl

Periodo di osservazione 1969 / 1989

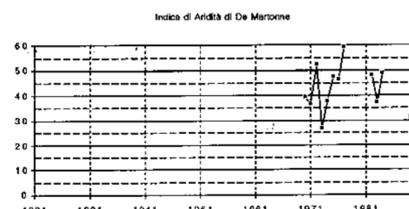
Andamento dell'indice di aridità storico



Stazione di Alpicella



Stazione di Alpicella



Stazione di Arenzano

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

2.2 Geologia

2.2.1 Metodologia di studio

L'elaborato grafico di riferimento è la Carta Geolitologica. Come successivamente meglio specificato i dati di base per la redazione della cartografia di analisi relativa all'assetto geologico strutturale sono stati desunti sia dalle esperienze dei professionisti incaricati sia dall'analisi critica delle numerose carte geologiche di dettaglio redatte per i piani Regolatori sia dalla cartografia del Parco del Beigua sia dalle pubblicazioni scientifiche specificatamente dedicate al Gruppo di Voltri. A tal proposito si cita il lavoro "Assetto Strutturale ed Interpretazione Geodinamica del Gruppo di Voltri" [Boll.Soc. Geol.It. 94 (1975) 555-581 Chiesa et al.] che, ancorché datato, costituisce un'efficace sintesi di base essenziale per la comprensione dell'assetto geologico e strutturale della zona

A tutto ciò si è fatta seguire una fase di analisi puntuale mediante rilievi diretti sul territorio a verifica e puntualizzazione di situazioni poco chiare o comunque, anche in vista dello sviluppo della successiva cartografia di sintesi, meritevoli di particolari attenzione, sempre nell'ottica delle finalità dell'incarico assegnato.

Evidentemente la cartografia redatta è funzionale alla scala di bacino, in particolare sono state eliminate tutte le strutture alla piccola scala che interessano i litotipi dei Calcescisti e delle metabasiti. Tali litologie infatti spesso sono fittamente ripiegate. Piuttosto si è optato per cartografare in funzione della litofacies prevalente

2.2.2 Caratteri geologici

Il settore studiato dislocato in due zone nettamente separate è caratterizzato dalla presenza essenzialmente di tre unità tettoniche afferenti al Gruppo di Voltri cui fanno capo differenti litotipi metamorfici, da un affioramento, nel settore occidentale dei litotipi relativi al Massiccio del Cristallino di Savona e da cospicui affioramenti della formazione di Molare.

2.2.3 Litostratigrafia e tettonica

2.2.3.1 L'unità Beigua.

Questa unità tettonica, molto estesa nella porzione occidentale del Gruppo di Voltri, è rappresentata da una grandiosa brachiantiforme evidenziata dalla giacitura periclinale dei banchi Serpentinici sul crinale meridionale dei monti Beigua, Rama, Bric del Dente. Il nucleo della struttura è occupato dalla fitta intercalazione di banchi e lenti eclogitici sviluppati nella zona di Vara mentre il fianco occidentale è parzialmente ricoperto dai lembi calcescistoso-prasinitici dell'Unità Alpicella. Un fascio di faglie sub-verticali di direzione est-ovest si sviluppa lungo il fianco meridionale della struttura tra Ellera ed Arenzano separandola dall'Unità Varazze. L'Unità Beigua è interrotta bruscamente a nord dalla faglia Pra' Vallarino-Tiglieto, la cui estremità occidentale pare scindersi in due tronconi delimitanti il lembo oligocenico di M. Calvo. Come già accennato la deposizione di quest'ultimo appare sicuramente controllata dalle faglie citate. Il margine ovest dell'antiforme del M. Beigua è delimitato da una faglia inversa a piano fortemente inclinato ad ovest, la cui attività risulta posteriore al colmamento dei bacini terziari di Sassello e di Santa Giustina, cioè successiva all'Aquitano inferiore (LORENZ, 1969). La stessa faglia interrompe anche la continuità verso ovest della linea Pra' Vallarino-Tiglieto.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

2.2.3.2 *L'unità di Varazze*

Costituisce un'unità tettonica addossata al margine meridionale dell'unità del monte Beigua e geometricamente in posizione ribassata rispetto a questa per effetto di in fascio di faglie con andamento E-W; alcune di queste si rinvergono nel corpo dell'Unità stessa e sono evidenziate da scaglie tettoniche di Gabbri. L'unità è rappresentata da ultramafiti e metabasiti con paragenesi di tipo scisti verdi. Le ultramafiti afferenti a quest'area mostrano chiari relitti mineralogici e strutturali di tipo tettonico, mentre i metagabbri hanno localmente chiare strutture magmatiche.

Solitamente i metagabbri sono poco deformati e presentano sviluppo di scistosità solamente in prossimità dei contatti tettonici con le ultramafiti. I contatti primari sono sovente accompagnati da processi di rodingitizzazione con sviluppo di paragenesi a diopside, clinozoisite e granato.

2.2.3.3 *L'unità di Alpicella*

Questa unità, che interessa marginalmente parte del settore occidentale del bacino in studio, è essenzialmente caratterizzata da tre sistemi plicativi sovrapposti visibili nella zona del torrente Teiro e sintetizzati in una carta strutturale di dettaglio in scala 1/5000, basata principalmente su carte delle superfici stilizzate in scala 1/200 (D'Antonio ed Al. 1984).

Oltre a questi tipi di strutture, il cui stile è prevalentemente di tipo isoclinale, esistono strutture plicative più aperte. Tutte queste strutture sono sinmetamorfiche con sviluppo di foliazioni regionali, estremamente più marcato per le prime due fasi. La dimensione massima riconosciuta per questi sistemi plicativi va da qualche metro per la prima fase, fino al chilometro per la seconda e la terza. Strutture postmetamorfiche più recenti sono rappresentate da fasce di kink-bands con superfici assiali verticali e da tre gruppi di faglie subverticali. Queste ultime sono state raggruppate sulla base del semplice criterio dell'orientazione; due di questi sistemi sono collegati alla morfologia dei versanti (direzioni NE-SW e NW-SE).

Tre associazioni litologiche sono state distinte nell'area di Alpicella; tali litotipi presentano ancora caratteri giacitureali e tessitureali relitti che permettono di risalire ai protoliti originari. L'associazione intrusiva comprende:

- 1) Serpentiniti s.l. e Serpentinoscisti antigoritici derivanti presumibilmente da lherzoliti tettoniche;
- 2) meta – Mg – gabbri, a volte intercalati a meta – Fe – gabbri (Torrente Teiro, Rio dell'Uomo Morto);
- 3) meta – Fe – gabbri talora caratterizzati da pseudomorfosi di pirosseno sodico sui siti del clinopirosseno primario (Bric Montebè).

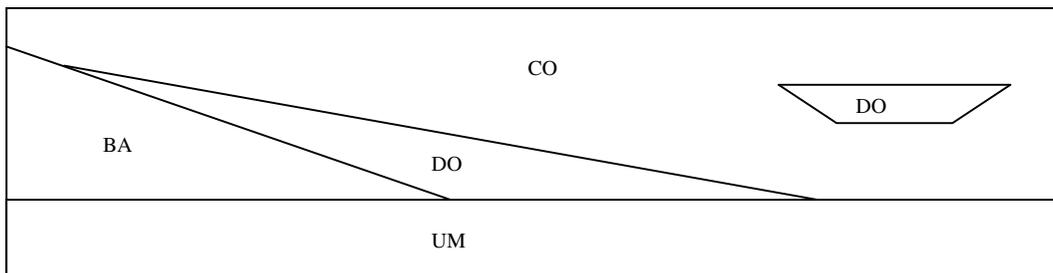
L'associazione effusiva è principalmente caratterizzata da metabasalti a tessitura listata, al cui interno sono riconoscibili concentrazioni di boudins basici di dimensioni decimetriche, nei quali sono preservate tessiture e paragenesi eclogitiche relitte. Fra i prodotti del detritismo ofiolitico vanno annoverati:

- meta – areniti da Mg – gabbro (St. Anna);
- meta – areniti e metabrecce da basalto (Torrente Teiro);
- meta – oficalciti (S. Anna).

L'associazione metasedimentaria comprende:

- quarzoscisti (Torrente Teiro);
- micascisti (St. Anna, Bric del Vento);
- Calcescisti s.s. e marmi.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
 (ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA



Schema dei rapporti litologico-strutturali

UM : Rocce basiche ultramafite, BA : Basalti, DO : Detrito Ofiolitico di varia natura,
 CO : Copertura indifferenziata (Calcescisti s.l.)

Le rocce basaltiche dell'Unità di Alpicella, non costituiscono invece un elemento continuo ed uniforme al di sopra delle Serpentiniti e delle sequenze intrusive, in quanto la sequenza metasedimentaria può poggiare direttamente su Serpentiniti, Gabbri, Basalti, o su loro derivati detritici, da fini a grossolani. Per quanto riguarda i quarzoscisti, il loro complesso assetto tettonico-sedimentario non consente di stabilire con certezza la loro posizione basale nella sequenza metasedimentaria.

2.2.3.4 *Il Cristallino di Savona*

Pur non entrando nel merito di un'analisi dettagliata del complesso del Cristallino di Savona le cui rocce affiorano solo limitatamente al settore più occidentale dell'area studiata, si indicano per sommi capi le caratteristiche dei litotipi presenti. Graniti del T.Letimbro: trattasi di graniti di anatessi a grana grossolana e anatessiti a grandi profiroblasti più o meno intensamente cataclasati. Gneiss di Albisola: Paragneiss minuti a due miche, talora granatiferi o anfibolici, micascisti e micascisti quarziticci: Anfiboliti del M.te Spinarda: Anfiboliti masssice talora granatifere a grana fine passanti a gneiss anfibolici con iniezioni di materiale quarzoso feldspatico. Graniti di Sanda: Graniti a biotite mesogranulari con marcate strutture magmatiche. E' da notare in questa sede come i processi di alterazione abbiano agito intensamente su questi litotipi sia in funzione del loro chimismo sia in funzione della loro storia metamorfico-deformativa. A seguito di tali processi si ha una notevole produzione di materiale detritico nel quale la frazione fine risulta abbondante e, pertanto, si nota un importante sviluppo di coperture detritiche eluvio - colluviali

2.2.3.5 *Le formazioni Sedimentarie*

L'unica formazione sedimentaria affiorante nella zona di studio è rappresentata dalle sequenze oligoceniche note come formazione di Molare oggi dislocate e sovrapposte in diversi settore della zona alle unità tettoniche sopra descritte. In particolare la suddetta formazione è composta da conglomerati e breccie ad elementi di grandezza variabile, spesso superiori a 10 cm e localmente con corpi anche di dimensioni superiori al metro cubo. Tali clasti sono costituiti prevalentemente da serpentiniti, metabasiti e calcescisti. Si rileva anche un'alternanza, a livello di formazione, di banchi arenacei e marnosi. Nella parte occidentale della zona studiata i clasti sono formati dalla detrizione dei complessi acidi.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

2.3 Geomorfologia

Il bacino del T. Sanda è caratterizzato da zone collinari utilizzate da insediamenti sparsi che si allargano dai nuclei delle frazioni di insediamento storico. La maggior parte del territorio risulta così presidiata dall'utilizzo a coltivo, mentre le parti sommitali presentano copertura boscata.

Le limitate superfici di fondovalle sono state utilizzate per alcuni insediamenti artigianali/industriali. Il tratto di pianura alluvionale dell'asta terminale ospita il centro urbano vero e proprio.

In dettaglio, si possono distinguere:

- una zona prettamente urbana situata nella parte bassa del bacino all'interno della piana alluvionale;
- la gran parte del bacino mediamente acclive con coperture eluvio-colluviali di media potenza, dove si registra un insediamento antropico diffuso attorno alle frazioni storicamente insediate.

Tali caratteristiche sono comuni a tutti i rii minori che afferiscono al presente piano di bacino, fatto salvo il Rio Portigliolo che invece presenta evidenze più simili a corsi d'acqua in ambiente montano, con versanti ad acclività media o elevata e ridotte o nulle coperture detritiche.

2.3.1 Il controllo tettonico e la qualità della roccia

Sia la rete idrografica che l'assetto geomorfologico generale sono condizionati dalla struttura tettonica.

Dall'esame del reticolo idrografico è evidente una direzione Nord-Ovest Sud-Est su cui si imposta il corso del Torrente Sanda e degli altri torrenti minori.

Testimonianza analoga del condizionamento tettonico è il piccolo meandro che il corso del Torrente Portigliolo supera prima di immettersi definitivamente nella sua asta terminale.

Il reticolo idrografico del Torrente Sanda raggiunge, nell'asta terminale dello stesso l'ordine 4, secondo Horton–Strahler, e presenta un assetto dendritico in particolare di tipo “pincer-like” ovvero con aste, specie di 1° ordine, leggermente curve.

Al fine di definire in maniera più dettagliata il comportamento del substrato roccioso, in termini di definizione della suscettività al dissesto di versante, si è provveduto a convertire la generica voce **Rf**, roccia fratturata, in 4 sottoclassi così definite:

- Rf 1= substrato in condizioni di manifesta fessurazione;
- Rf 2 = substrato marcatamente micro e macro-fratturato;
- Rf 3 = substrato fogliettato e fratturato;
- Rf 4 = substrato a bande cataclasate.

Sottoclassi di Rf	TEMI GEOLITOLGICI	N. FORMAZIONALE	U. TETTONICA
Rf1	<i>Metabasiti. Metagabbri, talora Serpentiniti massicce.</i>	BEI	ALP-VAR
Rf2	<i>Serpentiniti massicce.</i>	BEI	BPO
Rf3	<i>Calcesisti e Serpentiniti.</i>	TUR	ALP
Rf4	<i>Zone di faglia, Cataclasiti, Miloniti e Serpentinoscisti.</i>		

Nella classe R rientrano i conglomerati della Formazione di Molare e le dolomie di Cogoleto.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

Sia il Gruppo di Voltri che il Cristallino Savonese sono costituiti da rocce che sono state oggetto di fenomenologie tettoniche di varia epoca, manifestatesi con la formazione di fitti piegamenti, faglie e superfici tettoniche complesse. La legenda proposta dalla Regione è senza dubbio ben applicabile a condizioni di substrato tipiche di formazioni sedimentarie, quali ad esempio i Calcari dell'Antola o le formazioni flyschoidi, mentre le stesse categorie mal si adattano alle rocce metamorfiche cristalline. Questo perché le stesse rientrerebbero sostanzialmente in un'unica categoria, la Rf, corrispondente al substrato in scadenti condizioni di conservazione, alterata e/o particolarmente fratturata.

L'attribuzione a tali sottoclassi è stata eseguita su considerazioni di tipo sia litologico sia tettonico sia di morfologia di affioramento.

A tale criterio di base si è quindi sovrapposta la considerazione morfologica evidente o interpretabile e tutte le informazioni note agli scriventi dall'esperienza e dalle loro osservazioni sul terreno.

2.3.2 Le coperture detritiche

La maggior parte del territorio è interessato da roccia affiorante o subaffiorante o con coperture detritiche inferiori a 1 m di potenza.

Le coltri detritiche hanno spessore generalmente modesto (fino a 3 m), la loro estensione viene interrotta da larghi tratti di roccia affiorante. Esse sono ampiamente diffuse lungo i versanti, nelle aree boscate, nei tratti sistemati a fasce e coltivati, ed in tutte le aree in cui la morfologia e l'acclività consentono di trattenere una sia pur sottile copertura.

Negli ambiti di versante è infatti molto diffusa la situazione in cui il substrato roccioso appare alternatamente affiorante e subaffiorante, in particolare nelle zone degli spartiacque orografici, in corrispondenza delle dorsali morfologiche, nelle zone più acclivi e nei solchi d'erosione dei rii.

La cartografia di tali corpi detritici risulta difficile e di incerta affidabilità non essendo disponibili, se non in casi rari, delle informazioni quantitative.

D'altra parte se è vero che accumuli di media potenza, <3 m, non sono generalmente sede di dissesti importanti è pur vero che la loro diffusione sul territorio è il fattore principale di controllo del rifornimento di materiale, che rappresenta il potenziale trasporto solido della rete idrografica.

Pertanto l'importanza di queste coperture detritiche, se risulta da un lato sotto il profilo della dimensione del dissesto atteso, dall'altro è invece notevole in termini di diffusione di piccoli dissesti o di estensione di movimenti superficiali e, soprattutto, in termini di difesa del suolo in generale in considerazione del controllo che esercita sul trasporto solido dei corsi d'acqua.

E' il caso delle plaghe presenti in sul versante destro della valle del Sanda tra l'abitato dei Brasi fino alla località Cornaro, del versante su cui è insediato l'abitato dei Ferrari così come della porzione alta del Rio Carrea o ancora del medio corso del Rianello, in corrispondenza dell'abitato di Castagnabuona.

In questi settori nella coltre di media potenza si possono instaurare movimenti superficiali di scivolamento, colamento, di soil slip o di creep.

I corpi detritici, quali accumuli ispessiti e paleofrane, che superano 3 m di potenza vengono cartografati sia nella carta geomorfologica che in quella geologica.

In assenza di dati sulla caratterizzazione geotecnica dei materiali non è stato possibile operare una distinzione certa in base alla granulometria.

Tuttavia le coltri detritiche hanno origine eluvio-colluviale e presentano perciò un'incerta segnatura sedimentologica essendo costituite da detrito eterometrico ed eterogeneo.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

Le coltri detritiche che si sviluppano sulle masse di calcescisti si presentano arricchite nella frazione argillosa, all'interno della matrice limoso argillosa si possono frequentemente rinvenire ciottoli e massi che rappresentano i residui della roccia madre preservati dai processi di alterazione e degradazione.

La natura genericamente più competente dei substrati basici e di quelli acidi cristallini consente il progredire, dei processi di alterazione e degradazione attraverso le fratture dell'ammasso. Il risultato finale è una coltre detritica in cui la frazione argillosa appare meno abbondante ed è frequente una frazione grossolana, ciottoli e massi. In questi contesti non sono infrequenti movimenti superficiali in settori particolarmente acclivi che danno luogo a movimenti di colamento o scivolamento tipo debris flow, come nel caso dei versanti del basso corso del Torrente Portigliolo.

2.3.3 Frane Attive

Le frane censite sul bacino in esame, e rappresentate nella carta geomorfologica, sono state prodotte con gli atti oggetto dell'iter di approvazione.

Nella carta stessa vengono riportati in effetti tutti i dissesti e il loro stato di attività sebbene, fatte salve le considerazioni esposte al precedente paragrafo, le situazioni di una certa rilevanza siano essenzialmente tre.

La piccola frana attiva che interessa un più ampio settore occupato da una coltre di media potenza in loc. Cornaro. L'importanza di questo dissesto rototraslazionale risiede nella sua posizione alla base del muro di contenimento del piazzale antistante un complesso residenziale, "Barracuda". L'evoluzione della frana può causare importanti danni all'insediamento.

Le falesie aggettanti sulla Strada Statale Aurelia che sebbene presentino il piede stabilizzato, dalla struttura viaria appunto, registrano un progressivo arretramento causato da un processo di sgretolamento e di lento arretramento ad opera degli agenti meteorici il cui effetto è amplificato dall'ambiente aggressivo causato dalla salsedine e dall'acqua marina. Osservazioni storiche indicano un arretramento metrico del fronte in un periodo pari a 40 anni c.a. L'alterazione e la degradazione che si sviluppa lungo le fratture della roccia e lungo la superficie di stratificazione, isolano talora grandi banchi, di dubbia stabilità, la cui posizione, alla sommità del ciglio rappresenta un grave pericolo.

Il movimento di materiale grossolano per colamento, tipo debris flow in località San Giacomo nella valle del Torrente Portigliolo. Questa frana è costituita da un movimento grossolano che procede per erosione al piede da parte del corso d'acqua, e viene rifornita dal materiale di pertinenza di una discarica di smarino, risultante dai lavori di costruzione dell'autostrada, non consolidata,

Gli ultimi eventi alluvionali non hanno causato sensibili peggioramenti della situazione di queste due emergenze mentre hanno mostrato che, come più sopra discusso, le coperture detritiche di media potenza possono essere sede di movimenti che seppur relativamente piccoli, rappresentano una significativa fonte di rischio stante la distribuzione degli insediamenti e soprattutto delle strade di collegamento.

Negli esempi più significativi, si consulti la carta degli interventi aggiornata con gli ultimi dissesti, il caso del versante sinistro del Torrente Carrea, sotto l'abitato di Pecorile mostra come un piccolo movimento rototraslazionale comprometta il collegamento tra gli insediamenti sparsi che fanno capo alle frazioni del Comune.

Durante i sopralluoghi effettuati per l'aggiornamento dei dati del 2004 (aggiornamenti geologici ex D.G.R.1592/03), sono state rilevate e cartografate le seguenti frane puntuali:

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

- nel Comune di Celle Ligure in loc. Capo Torre, loc. Punta Celle, loc. Bric di Mura e loc. Ferrari;
- nel Comune di Varazze in loc. Castello d'Invrea, loc. Sant'Ambrogio, loc. Pian delle Frese, loc. Beffadosso, loc. Brigna, loc. Bric Beriese;
- nel Comune di Varazze è stato rilevato un tratto di erosione spondale in loc. Portiglielo e diversi tratti di ruscellamento diffuso sul versante in loc. Macchia, loc. Bric Beriese, loc. Brigna e loc. Bric della Costata.

Inoltre sempre a seguito del rilevamento geomorfologico e sopralluoghi effettuati per l'aggiornamento dei dati del 2004 si è rilevata una frana attiva cartografabile in Comune di Varazze Rio Portigliolo.

2.3.4 Erosione Superficiale

Data l'energia di rilievo elevata che caratterizza le aree in esame il ruscellamento diffuso e la conseguente erosione incide praticamente su ogni superficie. I problemi che il fenomeno comporta sono relativamente contenuti per quei settori con coltri di copertura di spessore modesto o addirittura nullo. Diventa invece più importante l'impatto di questa erosione areale sui settori interessati da coltri di media potenza o su accumuli ispessiti, specialmente riguardo al contributo proveniente da tali settori al bilancio di disponibilità potenziale di materiali erosi per il carico solido dei corsi d'acqua. Sotto l'aspetto dell'erosione incanalata si rileva che, pressoché ogni asta del reticolo idrografico di ordine < del 4° è sede di erosione di fondo in quanto le pendenze osservate non consentono l'instaurarsi di tratti in deposizione.

L'azione di tali fenomeni si manifesta più dannosa nello scalzamento al piede di coperture detritiche di differente potenza che interessano i versanti.

Sia i fenomeni di erosione per ruscellamento diffuso che per deflusso incanalato sono di rilevante significato laddove incidono su coltri detritiche di origine antropica come i tipici terrazzamenti a "fasce". La vetustà dei muri di contenimento e delle opere di canalizzazione e drenaggio delle acque superficiali, causata dall'abbandono e dalla conseguente assenza di manutenzione, rende particolarmente vulnerabili queste coltri a processi erosivi predetti.

2.3.5 Terrazzi marini, fluviali e alluvioni

Per quanto riguarda la rappresentazione delle alluvioni sulla cartografia del piano di bacino, si sono considerati come alluvioni attuali, a granulometria prevalentemente sabbiosa, i depositi alluvionali più giovani della piana e quelli di fondovalle.

Questi sono stati cartografati sotto la sigla "am" che richiama le alluvioni mobili, per mantenere la rispondenza alla legenda standard. La parte mobile di tali depositi è limitata di fatto all'alveo attivo ed ai depositi di spiaggia non protetti da opere marittime, in quanto gli interventi antropici di arginatura, regimazione e l'urbanizzazione in genere rendono non rispondente alla definizione di "alluvioni mobili" la maggior parte delle alluvioni attuali.

Su entrambe le sponde del corso principale, dalla foce fino ed oltre la frazione Pero sono presenti una serie di terrazzi alluvionali di incerta età.

Sulla costa si evidenziano una serie di terrazzi di verosimile origine marina, impostati per lo più in corrispondenza dagli affioramenti conglomeratici che testimoniano la trasgressione oligocenica.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

I cigli di tali terrazzi possono, ove non consolidati, essere sede movimenti di piccoli o medie dimensioni consistenti nel distacco e crollo del materiale sedimentario causato dalla naturale disgregazione ad opera degli agenti meteorici.

Un analogo fenomeno può interessare i litotipi che costituiscono le falesie le quali, ancorché difese al piede, subiscono un processo di sgretolamento e di lento arretramento ad opera dei medesimi agenti esogeni il cui effetto è amplificato dall'ambiente aggressivo causato dalla salsedine e dall'acqua marina. E' il caso di rilevare che a seguito degli ultimi eventi alluvionali si sono osservati distacchi di materiale nelle falesie la Passeggiata Europa (ex linea litoranea FF. SS), nel Comune di Varazze. Tali movimenti si sono registrati limitatamente alle serpentiniti mentre appaiono maggiormente saldi i metagabbri (cfr. Carta Geolitologica).

2.3.6 Cave

Nel bacino non sono presenti cave attive mentre è stata individuata una **cava dismessa**, nel comune di Celle Ligure in Località Terrenin. Allo stato attuale il piazzale di cava è adibito a deposito per cisterne ed autobotti della Erg.

2.3.7 Discariche e riporti

I numerosi **riporti** presenti nel bacino del T. Sanda sono localizzati prevalentemente in corrispondenza della rete autostradale Genova-Ventimiglia e del rilevato della ferrovia (vedi Carta Geomorfológica).

Altri riporti di dimensioni significative sono localizzati:

- a monte della Colonia Torinese dove è stato realizzato un impianto sportivo per l'atletica e il calcio;
- lungo il tratto costiero a ponente dell'abitato di Varazze (Punta dell'Aspera) dove è in corso di realizzazione una colmata per la costruzione di un porticciolo turistico;
- in località San Giacomo dove è stata costruita una tensostruttura per attività sportive quali tennis, pallavolo ecc.;
- a monte del Castello di Ivrea, in località Pian d'Ivrea dove le superfici pianeggianti realizzate tombinando parzialmente un rio, sono state adibite a Maneggio.

Per quanto riguarda le **discariche** ne sono state localizzate due:

La prima è la discarica di R.S.U denominata "**Terra Bianca**". Ubicata nel comune di Celle Ligure in località Bric Terra Bianca è ormai bonificata e **dismessa**. Nel corso del rilevamento sono state individuate alcune criticità relative alla regimazione delle acque con l'insorgere di fenomeni erosivi areali e concentrati.

La seconda localizzata nel comune di Varazze denominata "**Ramognina**" è una discarica tutt'ora **in esercizio** per lo smaltimento dei rifiuti solidi urbani.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

2.3.8 Evento alluvionale del 4.10.2010

Nell'ottobre 2010 il territorio regionale di ponente è stato investito da un fenomeno meteorico di eccezionale intensità. La maggior parte dei dissesti è avvenuta lungo i corsi d'acqua affluenti del T. Teiro; lungo i rii scolanti a mare quali Arzocco, Cavetto, della Mola, Portigliolo e il T. Arrestra. In particolare i corsi d'acqua sono stati interessati da importanti fenomeni di dissesto con erosioni spondali e franamento di versanti che hanno danneggiato infrastrutture ed alimentato la corrente di piena con una notevole quantità di materiale solido aumentando la criticità del territorio.

Descrizione dei fenomeni di dissesto

I fenomeni di dissesto osservati sono di tipo puntuale/lineare e areale

a.1) Fenomeni di dissesto di tipo puntuale/lineare

La maggior parte dei fenomeni si può ricondurre a movimentazione del materiale presente nelle incisioni vallive e lungo i versanti sotto forma di colate rapide e di flussi detritici in grado di erodere e trasportare rapidamente materiale solido.

Il trasporto solido è stato influenzato dal tipo di roccia affiorante: fratturato a blocchi, avente matrice talora molto coesiva.

Il solo rilevamento realizzato in urgenza non ha consentito di percepire quale sia stato l'agente preponderante del movimento (gravità, correnti idriche).

L'argilla e i minerali argillosimili che vanno a costituire sia la frazione fine del detrito disponibile alla mobilizzazione sia i calcescisti e le serpentiniti intensamente cataclasate e milonitizzate sono stati responsabili della grande capacità erosiva dei flussi detritici

In sintesi, l'origine dei dissesti è avvenuta perché si sono verificate le condizioni ottimali:

- la presenza di materiale detritico e/o roccia frantumata su versante o negli alvei dei corsi d'acqua;
- apporto relativamente rapido di grandi quantità d'acqua nella zona di affioramento del detrito, sufficienti per la mobilizzazione dei sedimenti;
- pendenza elevata dei versanti o dell'alveo.
- alveo talvolta privo di manutenzione e/o pulizia

a.2) Dissesti di tipo areale

I processi di dilavamento hanno provocato sulla superficie del terreno l'asportazione e il trasporto di particelle solide. Localmente si è osservato che il materiale eroso ha prodotto degli accumuli nelle depressioni topografiche. Di tale fenomeno non è stato di facile individuazione il limite tra l'azione delle acque dilavanti tipica delle dinamiche di versante e quella delle acque incanalate riconducibile alla dinamica fluviale.

Le acque incanalate producono erosione concentrata di fondo alveo di tipo lineare che consiste nell'asportazione di materiale dal letto del corso d'acqua che di conseguenza tende ad approfondirsi. A questo tipo di azione si è talora associata l'erosione di sponda, con richiamo di materiale detritico dal versante producendo un allargamento dell'alveo.

- Frana lungo il T Portigliolo

Riattivazione di un'area in frana per erosione al piede da parte di un corso d'acqua ricco di materiale lapideo trasportato per incisione dell'alveo e per materiale franato lungo i versanti: anche in aree percorse da incendio in tempi relativamente recenti

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

2.4 Idrogeologia

La Carta Idrogeologica, elaborato di riferimenti per questo capitolo, utilizza come carta di base di analisi la Carta Geolitologica per attribuzione dei vari tipi di permeabilità alle formazioni rocciose ed alluvionali.

Essenzialmente per quanto attiene alla permeabilità sono state differenziate due classi: permeabilità per Porosità e permeabilità per Fratturazione.

In particolare a tutti i terreni alluvionali e le coperture detritiche corrisponde la permeabilità per porosità mentre ai vari litotipi affioranti, siano essi sedimentari o metamorfici corrisponde permeabilità per Fratturazione.

Ai fini dell'elaborazione della Carta della Suscettività al Dissesto dei Versanti è stato dato risalto al contrasto di permeabilità fra coperture e substrato, tenuto conto anche dell'acclività del versante.

La Carta idrogeologica riporta anche i pozzi ad uso potabile, la cui ubicazione è stata fornita dalla Provincia di Savona, e le sorgenti.

La caratterizzazione idrogeologica del territorio dipende da molteplici fattori, sinteticamente:

- estensione e morfologia del bacino idrografico
- distribuzione areale delle litofacies, loro natura e assetto geologico strutturale della zona, che definiscono la struttura idrogeologica nel suo insieme.
- geometria ed estensione degli acquiferi e loro reciproci rapporti
- modalità di alimentazione, scorrimento, accumulo delle precipitazioni e rapporti con la rete idrografica e con la tettonica.

Il territorio del bacino oggetto della presente relazione non presenta alcuna grande piana alluvionale ed è caratterizzato da acclività medio-elevata con sviluppo di depositi detritici anche potenti. Tali depositi sono sede di falda permanente. Nella gran parte del bacino la circolazione idrica ipogea avviene in acquiferi con bassa permeabilità per fratturazione presenti negli ammassi rocciosi. Perciò gli acquiferi sono complessi e discontinui, e condizionati fortemente dalle variazioni di facies litologica nonché dalla tettonica, con prevalenza di meccanismi di circolazione profonda: le sorgenti sono per lo più sorgenti di contatto individuabili in corrispondenza dei contatti tettonici tra differenti litologie. Non si rilevano differenze significative di permeabilità per fratturazione tra le differenti litologie

Per quanto specificatamente al settore occidentale il rio Sanda e S.ta Brigida formano una piccola piana alluvionale di limitata estensione nella quale si è sviluppato il nucleo urbano di Celle. Un'altra piccola piana è localizzata alla foce del rio Lorio. In queste piane si rileva la presenza di una falda di subalveo continua. Queste falde presentano variazioni stagionali con oscillazione del top di alcuni metri che si attenua rapidamente approssimandosi alla costa per effetto del carico del cuneo salino. Tale acquifero costituisce un'importante risorsa idrica anche se la piana alluvionale risulta modesta; ad essa si aggiungono gli sfruttamenti delle sorgenti localizzate nelle numerose coltri medie o potenti che interessano il bacino.

In ultimo, relativamente all'assetto idrogeologico della zona si può notare che la morfologia delle valli e l'assenza di piane alluvionali sono da mettere in relazione con la bassa erodibilità dei litotipi che costituiscono i terreni in cui si sviluppa il bacino. Fa eccezione il settore nel quale affiorano i complessi acidi che interessano essenzialmente i rii Carrea, Fighetto e Lorio, dove infatti si nota la presenza di coltri potenti ampiamente sviluppate (rio Fighetto).

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

Il settore orientale, interessato esclusivamente da litotipi afferenti al Gruppo di Voltri non presenta alcuna coltre e le valli fluviali hanno morfologia marcatamente incassata.

Unitamente ai caratteri idrogeologici viene riportato, sulla medesima Carta Idrogeologica, il reticolo idrografico gerarchizzato. L'attribuzione dell'ordine gerarchico ha richiesto la revisione del reticolo precedentemente fornito dall'Amministrazione.

Si è proceduto secondo la metodologia proposta da Horton Strahler mediante la quale si attribuiscono ordini da 1, per i rii minori, fino a 4, in funzione della confluenza di rii di pari ordine. Per le aste terminali del rio Sanda del Torrente Rianello e del Torrente Portigliolo si raggiunge il 4° ordine secondo H.S.

2.4.1 Reticolo idrografico (tav. 13)

La Carta del Reticolo Idrografico non costituisce elaborato contenente le previsioni di Piano ma è da considerarsi parte degli elaborati di analisi al Piano stesso. La tavola 13 comprende i corsi d'acqua già iscritti negli elenchi delle acque pubbliche, (fermo restando che il valore di ufficialità può essere attribuito unicamente all'elenco delle acque pubbliche del territorio della Provincia di Savona pubblicato sulla G.U. n. 244 del 15/10/1941 ed integrato con D.P.R. del 30/06/1954), gli ulteriori tratti che rivestono significativa rilevanza idraulica nonché tutti i tratti individuati dalla base topografica della cartografia della Carta Tecnica Regionale.

2.5 Uso del Suolo

2.5.1 Zone litoranee – spiagge

Le spiagge attrezzate presenti in prossimità della foce dei torrenti sono state classificate con la codifica 1.4.2 e considerate quali "Aree sportive e ricreative".

2.5.2 Zone con coltivi consociati

Le aree con coltivi consociati (in attualità di coltivazione o trascurati, ma non ancora colonizzati dalla vegetazione infestante) sono stati codificati con la codifica 2.4 "Zone agricole eterogenee"

Nell'ambito della stessa codifica sono stati riportati i vigneti di ridotta superficie (inferiore ai 1.000 mq), se situati in zona di coltivo misto.

2.5.3 Aree percorse da incendi recenti

Le aree percorse da incendi recenti sono state cartografate con la codifica 3.4.4. a partire dai verbali delle denunce di incendio, acquisiti dal Corpo Forestale dello Stato.

Gli incendi in questione si riferiscono al periodo 1994-1999 e sono stati riportati nella Carta di Uso del Suolo solo se:

- cartografati in origine dal verbalizzatore del C.F.S. (su estratto di C.T.R. o di mappa catastale);
- con area effettivamente percorsa dal fuoco di superficie almeno pari a 0,3 ha.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

2.5.4 Distribuzione delle tipologie di zonizzazione d'uso del suolo

2.5.4.1 Territori Modellati Artificialmente

Le zone urbanizzate, gli insediamenti commerciali ed industriali e le zone verdi non agricole sono concentrate principalmente lungo la fascia litoranea, in prossimità delle foci dei torrenti e si prolungano lungo il corso basso e medio dei torrenti stessi.

Le grandi reti infrastrutturali (ferrovie, autostrada) attraversano l'ambito di bacino nella sua parte a levante.

2.5.4.2 Territori agricoli

I bacini dei rii e dei torrenti in questione sono caratterizzati dalla presenza di vaste aree ad oliveto, inframmezzate da coltivi misti anche condotti con tecniche colturali intensive, non cartografati a causa della loro limitata estensione (presenza puntuale).

Di ridotta estensione ed importanza le aree a prato e pascolo.

Uniformemente diffuse, anche se non sempre cartografate a causa della loro ridotta estensione, le zone di ex coltivo non ancora colonizzate dall'arbusteto o dal bosco; esse sono spesso inserite in aree con differente e prevalente destinazione di uso del suolo.

2.5.4.3 Territori boscati ed ambienti seminaturali

Il bosco copre solo una parte non preponderante del territorio dei bacini in questione; la tipologia vegetazionale vede la prevalente presenza di specie termofile (conifere e latifoglie sempreverdi) con limitate porzioni di territorio in cui si riscontra la presenza di specie esotiche, già coltivate in terreni pertinenziali ad insediamenti residenziali di pregio.

Assai diffuse anche le aree ad arbusteto, che rivaleggiano in superficie con le aree investite a bosco.

2.5.4.4 Zone umide

Ridottissime e spesso non cartografabili (perché di localizzazione puntuale) le zone umide presenti lungo il corso dei torrenti.

2.6 Descrizione della rete idrografica

2.6.1 Sopralluogo dell'asta principale

Il sopralluogo, all'interno della tombinatura, utilizzato per le valutazioni è stato effettuato dallo studio tecnico dell'Ing. Giorgio Franzoni nel maggio del '99. Le sezioni rilevate sono state utilizzate per il calcolo dei profili di rigurgito, modificando in alcune sezioni le caratteristiche geometriche.

Nel tratto della copertura dall'imbocco di monte, in corrispondenza dell'incrocio tra Via Colla, Via Delfino e Via Sirio, si rileva una sezione in c.a. con fondo plateato di forma rettangolare, avente larghezza di circa 5.70 metri ed altezza utile di circa 2 metri.

La tombinatura prosegue verso valle con andamento rettilineo, per circa 50 metri, ed effettuando una leggera curva verso sinistra, in corrispondenza dell'incrocio di Via Torre. Le condizioni di manutenzione generale sono buone.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

Dopo circa 75 m dalla curva, si rileva la presenza di un setto che riduce la sezione utile al deflusso: la sezione risulta essere di dimensioni 3.30 m per 1.30 m di altezza a sinistra e 4.90 m per 1.40 m di altezza a destra. Si rileva inoltre la presenza di materiale depositato.

La copertura prosegue rettilinea per altri 70 m fino a valle dell'attraversamento del sovrappasso della linea ferroviaria, dove curva leggermente verso sinistra. L'ultimo tratto, di circa 225 m, risulta essere rettilineo fino allo sbocco della copertura in corrispondenza della spiaggia.



Figura 2.6.1.1: Rio Sanda: particolare dello sbocco della copertura sulla copertura

2.6.2 Descrizione della rete idrografica – bacini minori

2.6.2.1 RIO CARREA

Il bacino idrografico del rio Carrea si estende nella parte a levante dell'abitato di Albisola Capo. Il rio drena un'area di circa 0.8 km², e scorre interamente a pelo libero.

Lo sbocco a mare si trova poco dopo il capo di Albisola, nei pressi di un campeggio.

La sezione più vicina allo sbocco che risulta accessibile è quella relativa all'attraversamento dell'ex rilevato ferroviario, accessibile dal camping. Come si può vedere in figura 2.6.2.1.1, si tratta di una sezione a forma di volta larga circa 4 m e alta, nella parte centrale, altri 4 m. L'altezza dei piedritti dell'arco risulta di circa 2 m.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA



Figura 2.6.2.1.1 – Rio Carrea: sezione di attraversamento dell'ex rilevato ferroviario.

La situazione di pulizia dell'alveo non è buona, in quanto si rileva la notevole presenza di vegetazione, costituita da canneti e arbusti, che ostruisce la sezione dell'alveo.

Un esempio di questa situazione lo si può vedere nella figura 2.6.2.1.1, che mostra la sezione del rio Carrea in uscita dal rilevato della via Aurelia.

Come si può vedere dalla figura, la sezione è praticamente nascosta dalla presenza di canne e arbusti, che rendono difficoltoso anche il riconoscimento dell'alveo stesso.

Tuttavia, è da sottolineare il fatto che, ad una situazione scadente dal punto di vista della manutenzione dell'alveo, si contrappone una scarsa densità abitativa e commerciale: i danni in caso di inondazioni sarebbero quindi di limitata entità.



Figura 2.6.2.1.2– Rio Carrea: sezione a valle del rilevato della via Aurelia. Da notare lo stato di abbandono in cui versano l'aveo e le sponde.

2.6.2.2 RIO PRESANE

Il bacino idrografico del rio Presane ha una superficie inferiore al mezzo km², sulla quale drenano le acque provenienti dalla collina del Bricco del Poggio.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

La porzione di territorio sulla quale scorre il rio si trova tra i comuni di Albisola Superiore e Celle Ligure, in località Podere Scuro.

In figura 2.6.2.2.1, si può vedere la sezione di sbocco a mare del rio Presane, che è situata sotto la via Aurelia. Si tratta di una apertura a forma di volta, sul lato destro del muro di sostegno del rilevato stradale. Sia l'altezza che la larghezza dell'apertura sono di circa 3 m.



Figura 2.6.2.2.1 – Rio Presane: sezione sotto rilevato stradale a mare.

In quest'ultimo tratto il rio si trova incassato tra le mura di un edificio in sponda destra e il muro di sostegno di una strada in sponda sinistra; come si può vedere in fig. 2.6.2.2.2, dal letto dell'alveo si eleva un pozzetto di un impianto di sollevamento della rete di fognatura.



Figura 2.6.2.2.2 – Rio Presane: ultimo tratto prima dello sbocco a mare. Si noti la presenza dell'impianto di sollevamento della fognatura sulla sinistra, e sullo sfondo la sezione di figura 3.

La sezione che si trova sotto la strada dalla quale è stata scattata la fig. 2.6.2.2.2, ha forma di volta con altezza di 1.6 m e larghezza di 1.5 m (fig. 2.6.2.2.3).

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA



Figura 2.6.2.2.3 – Rio Presane: sezione sotto l'impianto di sollevamento di fig.2.6.2.2.2 Da notare l'alveo in buone condizioni di pulizia.

2.6.2.3 RIO LORIO – RIO ARMA

Proseguendo verso Celle Ligure, dopo il bacino del rio Presane, si incontra il bacino idrografico del rio Lorio e del rio Arma.

Il bacino ha un'area di circa 1.3 km²: il reticolo idrografico è caratterizzato dalla presenza di due rami principali, il rio Lorio a levante e il rio Arma a ponente, che scorrono dalle pendici del monte Cucco per circa 1 km distinti tra di loro per poi unirsi circa 200 metri a valle del viadotto Lorio.

Il corso d'acqua così formatosi prosegue per circa 200 m prima di sfociare in mare, dopo aver attraversato un territorio scarsamente urbanizzato, caratterizzato prevalentemente da terreni agricoli e vegetazione arborea.

Lo sbocco a mare segue direttamente l'imbocco dell'attraversamento della via Aurelia (fig. 2.6.2.3.1) che si presenta come una sezione di volta a botte alta circa 3.5÷4 m fino all'imposta dell'arco e larga circa 3 m. L'arco della volta ha un'altezza stimabile di circa 1.5 m.

Come si può osservare dalla figura 2.6.2.3.1, l'alveo del corso d'acqua si presenta in buon stato di manutenzione con presenza di ciottoli di modesta dimensione.

Le sponde sono al contrario ricoperte da abbondante vegetazione sia arbustiva che arborea e necessitano di interventi di sistemazione.

Dal sopralluogo effettuato, non si sono comunque evidenziate situazioni di rischio elevato in quanto i corsi d'acqua attraversano zone a scarsissima urbanizzazione e di conseguenza i danni in caso di forti piogge e di esondazione sono limitati alle colture circostanti.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA



Figura 2.6.2.3.1–Rio Lorio-Arma: sezione sotto S.S. Aurelia.

2.6.2.4 RIO VALLE

Trattasi di un piccolo scolo delle acque provenienti dal versante di levante di Punta Celle, situato poco prima dell'abitato di Celle Ligure.

La sezione di sbocco si trova intubata in un tubo di calcestruzzo del diametro di circa 80 cm, che corre sotto il rilevato della spiaggia-porticciolo di punta celle.

Come si può vedere dalla fig. 2.6.2.4.1, per evitare l'interramento del tubo di calcestruzzo, è stata posta in alveo una griglia metallica a protezione dell'imbocco.



Figura 2.6.2.4.1 – Rio Valle: particolare imbocco sotto rilevato porticciolo. Da notare la grata metallica a protezione dell'interramento del tubo.

Sotto la strada statale Aurelia il corso d'acqua del rio Valle si presenta con sezione rettangolare, come si può vedere in fig. 2.6.2.4.2. E' da rilevare comunque che in caso di forti piogge e di eventuali allagamenti le zone circostanti non comprendono elementi insediativi degni di nota.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA



Figura 2.6.2.4.2 – Rio Valle: particolare sbocco sotto S.S. Aurelia..

2.6.2.5 RIO SAN BASTIAN

Il San Bastian drena le acque provenienti dai versanti di località Cianassu, per una superficie comunque inferiore al km².

Il rio scorre per la maggior parte del suo corso in copertura, attraversando località Castello Rosso, per poi sbucare a mare nei pressi di uno stabilimento balneare.

Come si può osservare in fig. 2.6.2.5.1, la sezione di sbocco ha forma ad arco con altezza dei piedritti di circa 1.5 m, con altezza totale di circa 2.5 m e larghezza di circa 4 m.

In caso di esondazione gli allagamenti interessano principalmente la spiaggia in sponda sinistra, ove le sponde sono sensibilmente più basse.



Figura 2.6.2.5.1 – Rio San Bastian: sbocco a mare.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

2.6.2.6 RIO S. BRIGIDA

Il bacino idrografico del rio S. Brigida si estende nella zona a ponente dell'abitato di Celle Ligure e presenta una forma sottile e allungata, ha origine dalle pendici del Bric Coi a monte dell'abitato di Celle Ligure, ad una quota di circa 190 m s.l.m.m, e sottende un'area pari a circa 0,80 km².

L'asta principale del rio, di lunghezza pari a circa 2 km, risulta sostanzialmente rettilinea e profondamente incassata rispetto ai versanti.

Il corso d'acqua scorre a pelo libero per gran parte del suo sviluppo in un'area scarsamente urbanizzata. Il tratto terminale, invece, che interessa direttamente il centro abitato di Celle Ligure, risulta completamente tombinato per una lunghezza pari a circa 300 m. La sezione di imbocco della copertura si trova poco a monte del rilevato ferroviario in Piazza Servettaz. La sezione terminale della copertura è posta immediatamente a valle della passeggiata a mare. (fig. 2.6.2.6.1).



Figura 2.6.2.6.1 – Rio s. Brigida: sezione di ingresso della copertura.

La portata cinquantennale, dall'inizio della modellazione (sez. 39) sino all'imbocco della tombinatura (sez. 24) risulta essere contenuta in alveo al di sotto della quota del piano campagna della sponda sinistra, solo in corrispondenza della sezione 36 e 31 si hanno locali innalzamenti della cinquantennale sopra la quota del piano campagna comunque sempre al di sotto delle quote dei muri arginali. Essendo peraltro innalzamenti localizzati e comunque sulla base delle verifiche di stabilità di tali muri svolte dal Comune, non si ritiene di dover mappare tale area in cinquantennale. L'imbocco della tombinatura (sez. 24) risulta andare in pressione per la portata cinquantennale senza però generare esondazione data la presenza di muri in cemento armato al contorno. Tuttavia per la mancanza di franco la Provincia ha scelto di mappare il sedime della tombinatura con la fascia A. Il tratto a valle del rilevato ferroviario è caratterizzato dall'insufficienza della tombinatura già a partire dalla portata cinquantennale.

La fascia di inondabilità duecentennale comprende anche Piazza Servettaz, nonostante il livello della portata 200-ennale ed il corrispondente carico totale siano contenuti nell'alveo del rio. Si è infatti ritenuto opportuno trascurare la presenza del muro in pietra in sponda sinistra lungo il percorso

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

pedonale a monte di Piazza Servettaz, in quanto privo di caratteristiche strutturali tali da garantire la sopportazione della spinta idraulica indotta dalla corrente

Lo sbocco a mare è situato tra due stabilimenti balneari, e presenta sezione rettangolare come in figura 2.6.2.6.2, di dimensioni di circa 1.5 m x 2 m.



Figura 2.6.2.6.2 – Rio S. Brigida: sezione di sbocco a mare.

2.6.2.7 ALTRI RII MINORI DI CELLE LIGURE

Rio presso Autostrada

Non è stato possibile a causa della fitta vegetazione rilevare la sezione di imbocco della copertura e si ritiene necessario comunque per tutti questi rii a ponente del Teiro prevedere un sopralluogo in autunno per verificare ove possibile le sezioni oggi non rilevate.

Rio Ligge

Il Rio Ligge sottende un bacino imbrifero di circa 1 km², scorre al di sotto dell'abitato dei piani di Celle e nasce dalla confluenza del Rio Galletta (o rio Galletto) con il Rio Pian Ligge. La zona è spesso soggetta ad inondazione ed è oggetto di uno studio di messa in sicurezza da parte sia del Comune di Celle sia della Comunità Montana del Giovo.

Il rio Galletta è tombinato con una tubazione di diametro di 1m che prima della confluenza sotto via Savona si riduce a 0.80 m

Il rio Ligge è intubato con uno scatolato rettangolare largo 1.50 ed alto 0.90 per poi diventare sotto via Savona largo 1.85 ed alto 0.95.

Allo sbocco prima del sottopassaggio della via Aurelia le dimensioni risultano pari a 1.25 x 0.55 metri, fig 2.6.2.7.1.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA



Figura 2.6.2.7.1 – Rio Ligge: sezione al sottopassaggio dell'Aurelia.

Dopo il sottopassaggio che in caso di inondazione diventa alveo, fig. 2.6.2.7.2, il rio sulla spiaggia risulta nuovamente intubato con una sezione rettangolare larga 3 metri e alta 0.95 m .



Figura 2.6.2.7.2 – Rio Ligge: sottopassaggio.

2.6.2.8 RIO PORTIGLIOLO E LEVANTE

Il bacino idrografico del rio Portigliolo, si estende nella zona a levante dell'abitato del comune di Varazze, a ponente della sponda destra del torrente Arrestra che segna il confine tra la provincia di Savona e di Genova, per una superficie complessiva di circa 4.8 km².

Il corso d'acqua nasce dalla confluenza tra il rio Ciusa, che sorge in località Chinetta, ed il rio Arenon, che sorge in località Rubea. La sua asta principale si sviluppa per circa 1 km ed attraversa solo aree non densamente abitate.

Si è quindi preso in esame il solo tratto focivo, già oggetto di fenomeni di esondazione localizzate nel passato che hanno interessato il campeggio presente in zona golenale in sponda destra.

Nella figura 2.6.2.8.1 si può osservare la parte montana dell'asta, che evidenzia l'assenza di urbanizzazione a monte e nella figura 2.6.2.8.2 la zona di sbocco a mare.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA



Figura 2.6.2.8.1 – Rio Portigliolo: veduta verso monte del ponte sulla SS1. Si noti la copertura vegetativa nel tratto sia di monte sia di valle in sponda sinistra.



Figura 2.6.2.8.2 – Rio Portigliolo: veduta verso valle della foce con il campeggio e le sue infrastrutture in sponda destra

La sezione sotto la strada statale 1 risulta sufficiente dal punto di vista idraulico e presenta una larghezza pari a circa 13 metri (V. figura 2.6.2.8.1).

Tra l'Arrestra ed il Portigliolo si possono rilevare almeno due scoli superficiali di cui uno all'inizio della strada realizzata lungo il percorso della vecchia linea ferroviaria tra Cogoleto e Varazze presenta uno sbocco a mare di forma ad arco con altezza alla base dell'arco pari a 0.80 metri ed una base di circa 1.30 metri.

Il bacino imbrifero di tale scolo risulta inferiore a mezzo chilometro quadrato.

Il secondo scolo sbocca in prossimità di uno stabilimento balneare ed in figura 2.6.2.8.3 è riportata la sezione di sbocco. L'ultimo tratto è incanalato in una tubazione di diametro pari a 0.90 metri che scorre sotto la strada di accesso allo stabilimento balneare in località Punta Bella a ponente dello sbocco a mare dell'impianto di depurazione.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA



Figura 2.6.2.8.3 – Rio Punta Bella: sezione di sbocco presso uno stabilimento balneare

Anche questo scolo non presenta un bacino imbrifero superiore al mezzo chilometro quadrato e come per l'altro non è stato possibile a causa della vegetazione e della presenza di aree recintate di proprietà private individuare le sezioni di imbocco delle tombinature rilevate.

Il sopralluogo effettuato ha messo in evidenza le criticità idrauliche legate, soprattutto, alla limitata ampiezza delle sezioni di copertura e alla scarsa pulizia degli alvei nelle parti subito a monte delle coperture.

2.6.2.9 RIO PESCATORI

Procedendo verso ponente si incontra il rio Pescatori che durante la stagione estiva è possibile rilevare solo sulla cartografia essendo la parte montana completamente coperta da vegetazione e la parte fociata incanalata in una baia naturale utilizzata per ormeggiare le imbarcazioni da un circolo di pesca.

In caso di forti piogge estive, il deflusso interessa sia il circolo sia la strada di accesso e si ritiene impossibile procedere oggi a qualsiasi valutazione.

Si resta in attesa sia del materiale che deve essere fornito dal Comune sia della possibilità di effettuare un sopralluogo nei primi mesi dell'autunno.

2.6.2.10 RIO FRESA

Il Rio Fresa (o Rio San Antonio) sottende un bacino imbrifero di area inferiore al kmq e sfocia in prossimità dell'ex casello ferroviario Km 25, la parte a monte è altamente urbanizzata ed il rio è stato incanalato in più tratti con interventi realizzati in tempi diversi e con soluzioni progettuali non uniformi.

La parte terminale, a vista, è stata oggetto di un recente intervento di incanalazione per rimettere in sicurezza alcune abitazioni sia in sponda destra sia in sponda sinistra, come si evince dalla figura n. 2.6.2.10.1.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

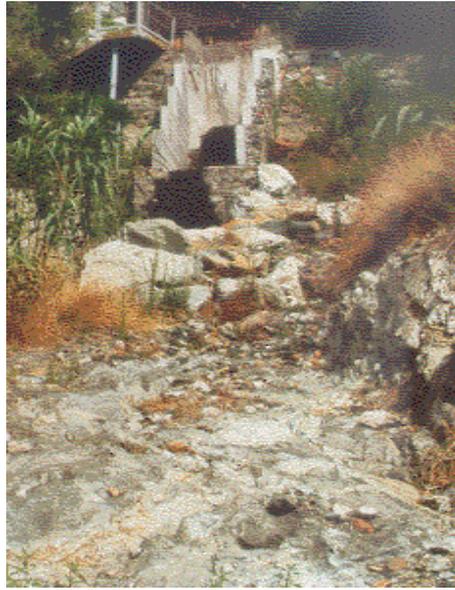


Figura 2.6.2.10.1 - Rio Fresa: opere di regimazione

La figura n. 2.6.2.10.2 evidenzia la sezione di sbocco ripresa da monte che risulta di dimensioni pari 0,80 di base ed altezza al piede dell'arco pari a 0.80 ed al vertice pari ad 1.00 m.



Figura 2.6.2.10.2 -Rio Fresa: sezione di sbocco a mare sotto la passeggiata ex percorso della ferrovia.

L'alveo presenta una chiara caratteristica rocciosa e l'opera di regimazione realizzata verso monte è stata realizzata in cemento con sezione rettangolare di circa 3.00 metri in altezza ed 1.5 metri di base con presenza di briglie di fondo.

2.6.2.11 RIO CORVO

Il Rio Corvo sottende un bacino imbrifero inferiore al km². Risulta tombinato in più tratti attraversando sia l'autostrada A10 sia la statale Aurelia con opere realizzate in tempi diversi e che non tengono conto complessivamente dell'effettiva portata di deflusso da smaltire.

Tutta quest'area compresa tra lo svincolo dell'autostrada A10 ed il rio Portigliolo sarà oggetto di un intervento complessivo di regolamentazione del deflusso delle acque superficiali.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA



Figura 2.6.2.11.1 – Rio Corvo: opere di attraversamento sopra la copertura

Il Rio Corvo è stato intubato durante la costruzione dei diversi edifici che sono stati realizzati tra la Aurelia e la costa, e si sono anche realizzate opere di attraversamento al di sopra dell'opera di copertura, vedi fig. 2.6.2.11.1

Il Rio sfocia al di sotto della passeggiata a mare in un'area adibita a parcheggio che probabilmente viene utilizzata solo durante la stagione estiva attraverso una tubazione in cls di diametro pari a 0.90 m (fig 2.6.2.11.2).



Figura 2.6.2.11.2 – Rio Corvo: sbocco a mare.

2.6.2.12 RIO INFERNO

Il Rio Inferno sottende un bacino imbrifero di area inferiore al km² e presenta un alveo inciso in roccia con pendenza molto elevata. Il suo sbocco al di sotto della passeggiata a mare avviene attraverso un'opera di attraversamento dove è riportata, in figura 2.6.2.12.1, la sezione finale ripresa da valle.



PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

Figura 2.6.2.12.1 – Rio Inferno: sbocco a mare.

Anche in questo piccolo bacino sono chiari gli effetti devastanti provocati anche da eventi di media intensità a causa dell'assenza di opere di regimazione e di una urbanizzazione pressante, come si può osservare in figura 2.6.2.12.2 ove si rileva la realizzazione di un palazzo e della passerella pedonale per accedervi, proprio a fianco dell'alvo inciso del rio.



Figura 2.6.2.12.2 –Rio Inferno: urbanizzazione del territorio circostante.

2.6.2.13 RIO FOSSA

Rio Fossa sottende un bacino imbrifero di area inferiore al km², l'alveo presenta nella parte di monte una fitta vegetazione e risulta, almeno nella parte terminale, incanalato in una struttura in muratura di forma rettangolare di dimensioni 2 m x 2.5 m (figura 2.6.2.13.1).



Figura 2.6.2.13.1 – Rio Fossa: sezione parte terminale.

La parte terminale sfocia a cielo aperto, figura 2.6.2.13.2, e sono evidenti i danni subiti dall'opera di regimazione in seguito a forti piogge.

Non si è riusciti a rilevare le opere di monte a causa della realizzazione di interventi in aree di proprietà privata alle quali non si è potuto accedere.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA



Figura 2.6.2.13.2 – Rio Fossa: parte terminale a cielo aperto.

2.6.2.14 RIO VIGNETTA E RII MINORI

Prima di incontrare il Rio Vignetta si rilevano due scoli in area densamente urbanizzata che risultano essere dalla cartografia il rio Salice ed il rio Montegrosso, entrambi con bacini imbriferi inferiori al mezzo chilometro quadrato, ma incanalati dall'uomo in tubazioni nettamente insufficienti (diametro pari a 0,40 m) che provocano danni da rigurgito in tutta l'area a monte.

Il Rio Vignetta presenta un bacino imbrifero di area inferiore al km², scorre all'interno di un'opera in muratura di sezione sufficiente (figura 2.6.2.14.1) e sfocia a mare sotto la passeggiata con una sezione ad arco (figura 2.6.2.14.2).

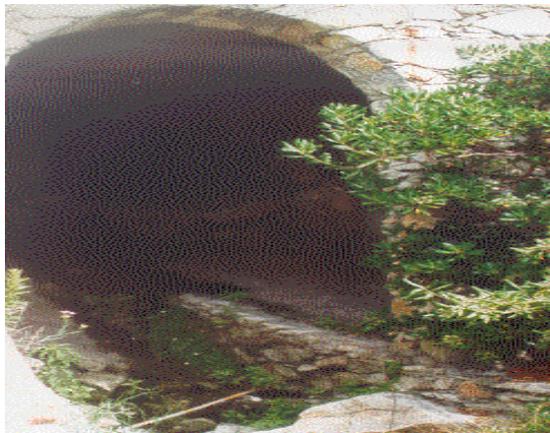


Figura 2.6.2.14.1 – Rio Vignette: opera muratura di sezione sufficiente.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA



Figura 2.6.2.14.2 – Rio Vignetta: sezione sbocco a mare.

2.6.2.15 RIO MOLA

Il Rio Mola presenta un bacino imbrifero pari a circa 1 km² e scorre al di sotto della zona di Varazze a monte di via XXIV Aprile.

La prima sezione visibile della copertura risulta al di sotto di un parcheggio privato utilizzato da un albergo per i propri ospiti.

Presso tale parcheggio avviene il cambio di direzione del letto del rio, infatti si rileva una sezione di monte di arrivo a forma di arco senza piede (figura 2.6.2.15.1), ed una sezione di imbocco dell'altro tratto di copertura con direzione rispetto a quella di monte inclinata di circa 90° a forma di arco (figura 2.6.2.15.2).



Figura 2.6.2.15.1 – Rio Mola: sezione di monte in arrivo al cambio di direzione.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA



Figura 2.6.2.15.2 – Rio Mola: imbocco secondo tratto di copertura.

La prima sezione misura di altezza 3 m e di base 6 m, la seconda misura di base 3 m e di altezza al vertice dell'arco 3m ed al piede 1m.

La sezione di sbocco della copertura nei pressi dello stabilimento balneare Nautilus misura di altezza 0.70 m e di larghezza 1.90 m (figura 2.6.2.15.3). Procedendo verso valle ad una distanza di circa 10 metri si incontra lo sbocco a mare sotto lo stabilimento balneare che presenta dimensioni in altezza pari 2.5 metri e larghezza superiore a 4 metri (fig. 2.6.2.15.4).



Figura 2.6.2.15.3 – Rio Mola: sbocco della copertura presso i bagni Nautilus.



Figura 2.6.2.15.4 – Rio Mola: sbocco a mare.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

2.6.2.16 RIO SANTA CATERINA

Il Rio Santa Caterina sottende un bacino imbrifero inferiore al km², nei pressi dell'hotel Rio si rileva la sezione di ingresso di un primo tratto di copertura adibito a parcheggio realizzato in cemento armato con base 3.5 metri ed altezza 2.5 metri (figura 2.6.2.16.1).



Figura 2.6.2.16.1 – Rio S. Caterina: tratto in copertura.

La seconda copertura distante circa 15 metri dall'inizio della prima ha un imbocco a forma rettangolare di altezza 1.8 metri e base pari a circa 3.5 metri (figura 2.6.2.16.2).



Figura 2.6.2.16.2 – Rio S. Caterina: seconda copertura.

Lo sbocco a mare avviene sotto la passeggiata a valle della chiesa di Santa Caterina con un'opera che presenta uno sbocco interno a forma di arco con piede di dimensioni pari alla base di 2 metri e di altezza al piede dell'arco di 2.0 metri ed al vertice di 2.5 metri (figura 2.6.2.16.3).

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA



Figura 2.6.2.16.3 – Rio S. Caterina: interno dello sbocco a mare.

Da questa le acque possono defluire anche lateralmente (figura 2.6.2.16.4) o sfociare in mare sotto la strada di accesso agli stabilimenti balneari (figura 2.6.2.16.5).



Figura 2.6.2.16.4 – Rio S. Caterina: sbocco a mare.



Figura 2.6.2.16.5 – Rio S. Caterina: sbocco sotto la strada di accesso agli stabilimenti balneari.

Procedendo verso ponente si rileva sulla carta un altro rio, il Rio Vecchie Mure; di esso non è stato possibile rilevare né la sezione di imbocco ubicata presumibilmente in proprietà privata né la sezione di sbocco opportunamente celata da opere provvisorie realizzate dai gestori degli stabilimenti balneari.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

2.6.2.17 RIO CARBINI

Al di sotto di via Bruzzone si è rilevata la sezione di imbocco della copertura del rio Carbini che presenta un bacino imbrifero con superficie inferiore al km².

La sezione utile per il deflusso è visibile in figura 2.6.2.17.1 e presenta dimensioni minime pari a 1.30 per 1.5 metri.

In figura 2.6.2.17.2 si rileva la sezione di deflusso a valle della strada.

Non è stato possibile a causa delle opere provvisorie realizzate dai gestori degli stabilimenti balneari rilevare la sezione di sbocco di tal rio.



Figura 2.6.2.17.1 – Rio Carbini: sezione utile per il deflusso della copertura.



Figura 2.6.2.17.2 – Rio Carbini: sezione di deflusso a valle della strada.

2.6.2.18 RIO RIANELLO

Il Rio Rianello sottende un bacino imbrifero pari a circa 2 km², scorre al di sotto della nuova linea ferroviaria ed è stato oggetto di interventi negli ultimi anni sia da parte del Comune di Varazze sia da parte dell'ANAS.

A monte della linea ferroviaria vi sono in alveo opere quali una briglia selettiva (figg. 2.6.2.18.1 e 2.6.2.18.2), che evidenziano il maggior livello di attenzione di cui è stato oggetto questo rio che attraversa un'area densamente urbanizzata e di nuova realizzazione.

In figura 2.6.2.18.3 si rileva lo stato dell'alveo verso monte e nella figura 2.6.2.18.4 l'attraversamento della strada per Castagnabuona posizionato poco a monte del rilevato ferroviario.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA



Figura 2.6.2.18.1 – Rio Rianello: briglia a monte del rilevato ferroviario (vista da monte verso valle)



Figura 2.6.2.18.2 – Rio Rianello: briglia a monte del rilevato ferroviario (vista da valle verso monte)



Figura 2.6.2.18.3 – Rio Rianello: stato dell'alveo verso monte



Figura 2.6.2.18.4 – Rio Rianello: attraversamento strada per loc. Castagnabuona

Il rio Rianello dopo essere convogliato al di sotto del rilevato ferroviario (in fig. 2.6.2.18.5 è rappresentato l'imbocco della tombinatura), fuoriesce nuovamente a cielo aperto dopo circa 200m, nell'area di un cantiere navale dove è presente un ulteriore guado di attraversamento prima del definitivo sbocco a mare nell'area portuale (figg. 2.6.2.18.6 e 2.6.2.18.7).

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA



Figura 2.6.2.18.5 – Rio Rianello: imbocco tombinatura della linea ferroviaria.



Figura 2.6.2.18.6 – Rio Rianello: sbocco tombinatura



Figura 2.6.2.18.7 – Rio Rianello: guado cantiere navale prima dello sbocco a mare

2.6.2.19 RIO CUCCO

Il Rio Cucco sottende un bacino imbrifero di area inferiore al km², scorre a fianco del campo sportivo e sfocia all'interno di uno stabilimento balneare.

La sezione di imbocco della copertura presenta una sezione ad arco di dimensioni sufficienti riportata in figura 2.6.2.19.1.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA



Figura 2.6.2.19.1 – Rio Cucco: sezione di imbocco della copertura.

2.6.2.20 RIO TANON (RIO CIMITERO)

Il Rio Tanon sottende un bacino imbrifero di area inferiore al km², scorre a lato del cimitero di Varazze e presenta una sezione allo sbocco di diametro pari 1.50 metri, figura 2.6.2.20.1. Non è stato possibile rilevare la sezione di imbocco della copertura.



Figura 2.6.2.20.1 – Rio Tanon: sezione allo sbocco.

2.6.2.21 RIO FINALE

Il Rio Finale sottende un bacino imbrifero pari a 1.2 km². Ha come affluente di sinistra il rio Ciappuzzo, e l'asta principale ha una estensione di inferiore al km. La parte dell'alveo a monte dell'Aurelia è fitta di vegetazione e durante la stagione estiva il letto plateato del rio viene utilizzato come passaggio pedonale al mare. Non è stato possibile accedere alle sezioni a monte in quanto ricadenti in territorio di proprietà di una colonia. Si riporta in figura 2.6.2.21.1 la sezione di sbocco al di sotto dell'Aurelia.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA



Figura 2.6.2.21.1 – Rio Finale: sbocco sotto l'Aurelia.

2.6.2.22 RIO NATTA

Il Rio Natta sottende un bacino imbrifero di area inferiore al km², scorre al di sotto della struttura denominata Colonia Bergamasca ed il suo sbocco è durante la stagione estiva opportunamente attrezzato per il passaggio al mare.

E' stato possibile solo rilevare la sezione di sbocco terminale al mare, quella sottostante il vecchio percorso della linea ferroviaria (figura 2.6.2.22.1).



Figura 2.6.2.22.1 – Rio Natta: sezione di sbocco terminale al mare.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

2.7 Idrologia di piena

2.7.1 Premessa

Nell'ambito della pianificazione di bacino, ai sensi del D.L. 180/98, al fine di individuare aree a diversa pericolosità idraulica e di determinare le portate di progetto, è necessario associare ai valori di portata al colmo di piena una probabilità di accadimento, o in altri termini, un tempo di ritorno.

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 (luglio 1999)"; lo studio fornisce i valori al colmo di piena relativi a diversi periodi di ritorno dei corsi d'acqua con foce sul litorale tirrenico, ed è la base dati su cui si fondano le successive analisi idrauliche di questo piano stralcio. Per bacini con superficie compresa tra 0 e 10 km², viene utilizzato il metodo semplificato come riportato nello studio suddetto e nella presente relazione di piano.

2.7.2 Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri. Valori di portata al colmo di piena, con assegnato tempo di ritorno, per i bacini idrografici con foce al mar Tirreno – luglio 1999 - (C.I.M.A.) Università degli Studi di Genova.

In sintesi il metodo per la valutazione delle portate al colmo di piena in sezioni non strumentate può essere descritto nei seguenti punti:

- attraverso un'analisi statistica regionale, che fa uso di tutta l'informazione fornita dalle stazioni pluviometriche dislocate sull'intero territorio Regionale e su alcuni bacini limitrofi, sono state definite le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per ogni sito non strumentato all'interno della regione;
- dalle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica è stato derivato l'evento di precipitazione critico per assegnato periodo di ritorno. La durata e la forma di quest'ultimo sono state dedotte attraverso l'applicazione della modellazione afflussi-deflussi, da considerazioni sulla meteorologia della regione, desunte da osservazioni satellitari degli eventi intensi del 1992, da risultati riportati su alcune pubblicazioni su rivista internazionale [Deidda et al., 1999] e dall'analisi di serie storiche di precipitazione ad alta risoluzione, quali quelle della stazione del Dipartimento di Ingegneria Ambientale (DIAM) dell'Università di Genova;
- dalle osservazioni di portata disponibili per l'intero territorio ligure è stata determinata, con procedura regionale analoga a quella utilizzata per le piogge, la forma adimensionale della distribuzione di probabilità delle portate al colmo di piena;
- le curve adimensionali sono state dimensionalizzate attraverso la portata indice, definita attraverso la trasformazione afflussi-deflussi dell'evento di precipitazione critico per periodo di ritorno T=2.9 anni. Il modello afflussi-deflussi utilizzato è un modello molto avanzato basato sulle più moderne conoscenze riguardo le interazioni tra la morfologia e la risposta dei bacini ad eventi meteorologici intensi. Tale modello risulta descritto in atti di convegni internazionali e su una pubblicazione su rivista internazionale [Giannoni et al., 1998, Giannoni et al., 1999a, 1999b];
- dalle curve opportunamente rese dimensionali per le sezioni di interesse sono stati desunti i valori di portata al colmo di piena per differente periodo di ritorno T.

Elenco delle stazioni pluviometriche utilizzate per l'analisi e relative coordinate; nell'ultima colonna è riportata la numerosità campionaria.

	STAZIONE	Lat.	Long.	Quota	N
--	----------	------	-------	-------	---

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
 (ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

1	GENOVA CASTELLACCIO	44.26	3.31	379	24
2	GENOVA SERV. IDROGRAFICO	44.24	3.31	2	27
3	NERVI	44.23	3.24	45	16
4	GENOVA PONTECARREGA	44.26	3.29	26	31
5	PRATO	44.27	3.26	89	22
6	SCOFFERA	44.29	3.2	678	29
7	S. EUSEBIO	44.27	3.28	240	21
8	S. ILARIO	44.23	3.24	210	27
9	VIGANEGO	44.26	3.23	400	34
10	ALASSIO	44	4.17	10	47
11	ALBENGA	44.03	4.14	5	39
12	ALTO	44.06	4.27	630	33
13	CALICE LIGURE	44.12	4.1	70	22
14	CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA	44.08	4.2	350	50
15	COLLE DEL MELOGNO	44.14	4.16	1000	37
16	FEGLINO	44.13	4.07	160	26
17	MANIE	44.12	4.05	297	19
18	MONTAGNA	44.17	4.05	256	43
19	PIEVE DI TECO	44.03	4.32	240	25
20	POGLI DI ORTOVERO	44.04	4.23	90	48
21	RIALTO	44.14	4.12	976	31
22	FIORINO	44.28	3.45	236	29
23	MADONNA DELLE GRAZIE	44.26	3.42	159	25
24	MELE	44.28	3.43	278	24
25	COLONIA ARNALDI	44.25	3.17	600	37
26	CASSAGNA	44.21	3	432	19
27	CHIAVARI	44.19	3.08	5	57
28	CICHERO	44.25	3.08	480	21
29	GIACOPIANE	44.28	3.03	1016	60
30	NEIRONE	44.28	3.16	332	30
31	PANESI	44.21	3.06	25	46
32	PIANA DI SOGLIO	44.24	3.1	75	40
33	SAN MICHELE	44.26	3.03	170	57
34	SAN PIETRO DI NOVELLA	44.22	3.15	13	32
35	STATALE	44.21	2.59	570	47
36	TIGLIOLO	44.27	3.05	293	55
37	BESTAGNO	43.56	4.27	300	42
38	COLLE S.BARTOLOMEO	44.01	4.3	621	21
39	IMPERIA	43.53	4.26	15	50
40	SAVONA	44.19	3.58	5	36
41	SELLA DI SAVONA	44.21	4.06	473	14
42	ARLIA	44.16	2.2	385	53

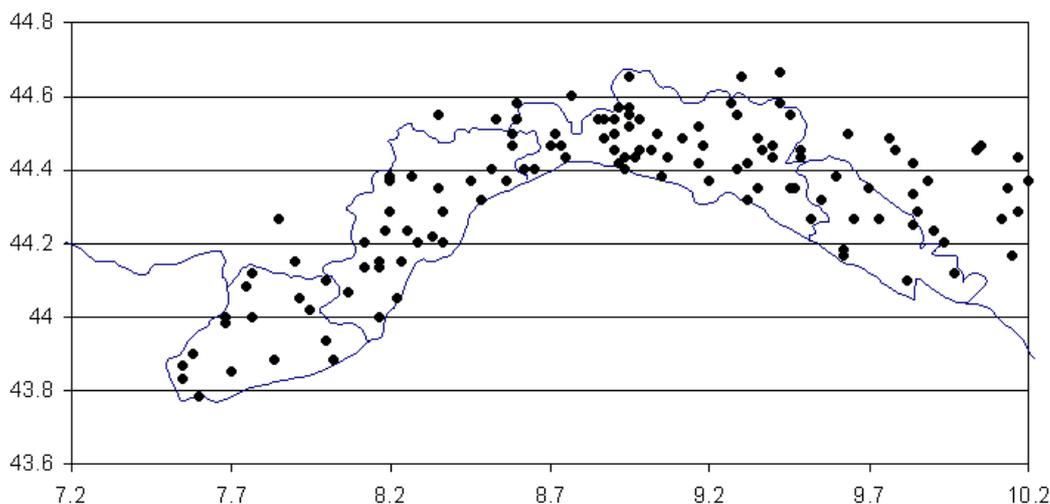
PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
 (ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

43	BOLA DI TRESANA	44.14	2.33	400	47
44	CALICE AL CORNOVIGLIO	44.15	2.37	402	24
45	CHIUSOLA	44.21	2.45	630	42
46	EQUI TERME	44.1	2.18	300	40
47	GUINALDI (Presa Verde)	44.25	2.37	371	31
48	LA SPEZIA	44.06	2.38	5	48
49	LEVANTO	44.1	2.5	2	33
50	MATUCASO	44.17	2.17	581	34
51	MONTALE DI LEVANTO	44.11	2.5	149	35
52	NOVEGINO (già Aulla)	44.12	2.31	55	34
53	PARANA	44.17	2.36	695	29
54	ROCCHETTA (già Tarassola)	44.2	2.37	426	50
55	SARZANA	44.07	2.29	26	54
56	SERO' DI ZIGNAGO	44.16	2.43	630	46
57	S. MARGHERITA VARA	44.16	2.48	200	39
58	S.S. ANNUNZIATA DI PONTREMOLI	44.22	2.34	215	51
59	TAVARONE	44.19	2.54	603	44
60	VARESE LIGURE	44.23	2.51	347	43
61	COLLA MELOSA	43.59	4.46	1600	21
62	COLLE BELENDIA	43.45	4.45	1350	31
63	ROCCHETTA NERVINA	43.54	4.52	225	32
64	VALLE TANE	44	4.46	1405	30
65	CASTIGLIONE CHIAVARESE	44.16	2.56	300	39
66	CROCETTA D'ORERO	44.32	3.28	460	31
67	GENOVA UNIVERSITA'	44.25	3.32	21	59
68	ISOVERDE	44.32	3.35	270	57
69	MADONNA DELLA GUARDIA	44.29	3.35	814	35
70	MIGNANEGO	44.32	3.33	250	53
71	MONTE CAPELLINO	44.33	3.3	660	33
72	AIROLE	43.52	4.54	103	38
73	CALVO (gia Torri)	43.5	4.54	57	26
74	VENTIMIGLIA	43.47	4.51	9	32
75	ELLERA	44.22	4	75	15
76	CENTRALE ARGENTINA	43.53	4.37	70	36
77	TRIORA	44	4.41	780	27
78	LERCA	44.24	3.48	110	33
79	SCIARBORASCA	44.24	3.5	112	34
80	STELLA S. MARTINO	44.24	3.56	330	29
81	VARAZZE	44.22	3.53	22	37
82	BALESTRINO	44.08	4.17	370	43
83	CARPE	44.09	4.17	400	22
84	VERZI LOANO	44.09	4.13	95	46

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
 (ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

85	ISOLA DI PALANZANO C.LE	44.26	2.17	575	46
86	PADULI DIGA	44.21	2.19	1139	33
87	SELVANIZZA C.LE	44.26	2.13	468	40
88	SUCCISO	44.22	2.15	911	13
89	BOSCO DI CORNIGLIO	44.27	2.25	842	49
90	MARRA C.LE	44.28	2.24	635	50
91	BUSALLA	44.34	3.3	360	17
92	CHIAPPARI	44.34	3.32	535	8
93	VAL NOCI DIGA	44.3	3.25	544	33
94	ISOLA DEL CANTONE	44.39	3.3	300	42
95	TORRIGLIA	44.31	3.17	764	25
96	BARDINETO	44.12	4.2	711	29
97	CAIRO MONTENOTTE	44.23	4.11	328	36
98	OSIGLIA (Diga Cavallotti - Osiglia)	44.17	4.15	620	41
99	CENGIO	44.23	4.15	450	30
100	CORSAGLIOLA (C.LE MOLLINE)	44.16	4.36	620	45
101	LAVAGNINA C.LE	44.36	3.41	245	51
102	LAVEZZE LAGO	44.32	3.36	652	8
103	MASONE	44.3	3.44	433	36
104	MILLESIMO	44.22	4.15	427	47
105	ORMEA C.LE	44.09	4.33	730	39
106	ORTIGLIETO	44.35	3.51	300	38
107	PIAGGIA	44.05	4.42	1310	39
108	PIAMPALUDO	44.28	3.52	857	32
109	PIANCASTAGNA	44.32	3.55	732	34
110	SPIGNO MONFERRATO	44.33	4.06	476	52
111	TIGLIETO	44.32	3.51	500	15
112	URBE	44.3	3.52	500	24
113	VIOZENE	44.07	4.41	1248	22
114	BEDONIA	44.3	2.49	544	44
115	BORGO VAL DI TARO	44.29	2.41	411	21
116	S. MARIA DEL TARO	44.26	2.58	744	37
117	STRINABECCO	44.27	2.58	800	27
118	VALDENIA C.LE	44.27	2.4	611	24
119	BOSCHI D'AVETO DIGA	44.35	3.02	630	51
120	BRUGNETO	44.4	3.02	903	19
121	CABANNE	44.29	3.06	812	33
122	LOCO CARCHELLI C.LE	44.33	3.1	610	51
123	LOSSO C.LE	44.39	3.09	416	37
124	ROVEGNO	44.35	3.11	660	16
125	SANTO STEFANO D'AVETO	44.33	3	1014	24

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA



Posizione delle 125 stazioni ricadenti nella regione omogenea individuata sulla base di considerazioni sui meccanismi di generazione delle precipitazioni intense in Liguria. Esse appartengono al SIMI sezione di Genova per la parte tirrenica e sezione di Parma per la parte padana.

2.7.3 Determinazione delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica

Tali curve consentono, per assegnato periodo di ritorno, di definire come variano le altezze massime annuali di precipitazione in funzione della durata considerata.

La forma più comune delle LSPP è:

$$h(d, T) = a(T)d^n$$

con:

h(d, T) altezza di precipitazione massima annuale per durata d e periodo di ritorno T
a(T) coefficiente moltiplicativo dipendente dal periodo di ritorno;
n esponente della relazione di scala.

Nel caso in esame è stato mostrato come per tutte le durate fino a 24 ore la distribuzione di probabilità possa essere ritenuta costante nella sua forma adimensionale.

Ciò significa che, una volta fissato il periodo di ritorno, il rapporto tra il quantile corrispondente a tale periodo di ritorno e il valore atteso è costante per qualunque durata. In tali condizioni quindi il coefficiente a(T) può essere espresso nella forma:

$$a(T) = K_T \frac{E[H_{d_1}]}{d_1^n}$$

con:

E[H_{d1}] valore atteso della altezza di precipitazione massima annuale per la durata di riferimento d₁
K_T coefficiente moltiplicativo dipendente dal periodo di ritorno.

Inoltre è stato messo in luce che le differenze tra i diversi valori assunti da $\frac{E[H_{d_1}]}{d_1^n}$ sono riconducibili alla variabilità campionaria e che per congruenza con il metodo di valutazione delle

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
 (ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
 Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

portate al colmo di piena si è scelto come pioggia indice $E[H_{12}]$. La forma da utilizzare della LSPP risulta quindi:

$$h(d,T) = K_T E[H_{12}] \left(\frac{d}{12} \right)^n$$

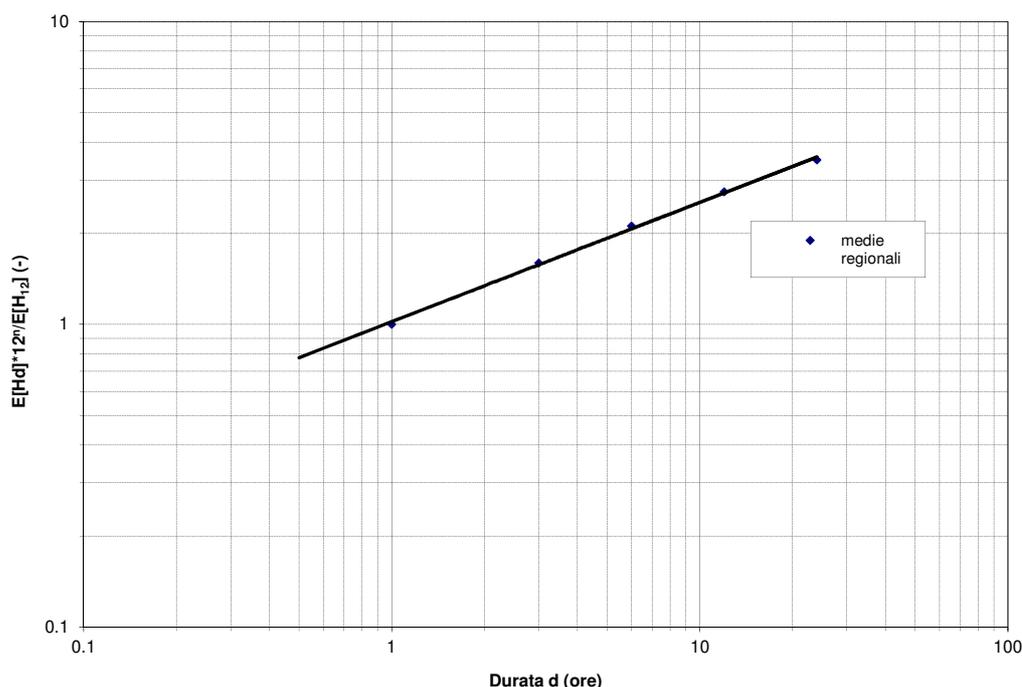
Il valore dell'esponente n si ricava tenendo conto del fatto che per i valori attesi l'equazione precedente assume la forma:

$$E[H_d] = E[H_{12}] \left(\frac{d}{12} \right)^n$$

con:

d durata di interesse in ore.

Quindi con una regressione lineare dei logaritmi delle medie regionali dei massimi annuali per le diverse durate sui logaritmi delle rispettive durate si ottiene una stima dell'esponente n , pari a $n=0.39$. Nella figura che segue è riportata la curva di scala con le medie regionali per le diverse durate. Si può osservare come essa si adegui in maniera molto soddisfacente alle osservazioni. Quindi l'ipotesi che i valori attesi della pioggia indice varino con la durata secondo l'espressione della LSPP riportata risulta del tutto accettabile.



Curva di scala valutata sulla base delle medie regionali dei massimi annuali di precipitazione per le durate considerate. La legge di potenza ipotizzata per la curva di scala si adegua in maniera molto soddisfacente alle osservazioni, confermando l'accettabilità dell'ipotesi.

Una volta valutato l'esponente n , il valore di $E[H_{12}]/12^n$ può essere valutato per qualsiasi sito nella regione, essendo noto $E[H_{12}]$, valutato secondo le modalità esposte al paragrafo precedente. In *Tabella I* sono riportati i valori del parametro pioggia indice $E[H_1] = \frac{E[H_{12}]}{12^{0.39}}$ da inserire

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
 (ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

nell'espressione della LSPP. Il parametro legato al tempo di ritorno K_T può essere letto direttamente dal grafico della curva di crescita in figura precedente. Entrando con il tempo di ritorno T sulle ordinate si incrocia la curva e si legge sulle ascisse il valore cercato del parametro. Per comodità di lettura, in *Tabella 2* sono riportati i valori di K_T per i periodi di ritorno più comunemente utilizzati nella progettazione di opere idrauliche. A questo punto la LSPP risulta completamente caratterizzata, in quanto sono noti tutti i parametri che entrano nell'espressione (1). Di seguito si riporta un esempio di applicazione della procedura per la stima delle LSPP.

Si procede come segue:

1. sulla cartografia regionale si individua la zona di bacino di interesse oppure, se si opera a scala di bacino, la posizione x del suo baricentro, in longitudine est da Greenwich;
2. con il valore di x si entra nella Tabella 1 cui corrispondono i rispettivi valori di $E[H_1]$, eventualmente ricavati per interpolazione tra i due valori (si omettono, ovviamente, le cifre oltre la prima decimale, non significative);
3. si definisce il valore del periodo di ritorno di interesse e dai valori riportati in Tabella 2 si ricava il valore K_T ;
4. la LSPP assume quindi la forma:

$$h(d, T) = K_T * E[H_1] * d^{0.39} \quad (1)$$

Tabella 1: valore del parametro pioggia indice per il Bacino Sanda; esso è tabellato in funzione della longitudine. Per valori di longitudine intermedi il valore pioggia indice si può ottenere per interpolazione lineare.

Longitudine		E[H ₁]
Gradi	primi	mm
8	30	39.9
8	32.5	40.0
8	35	40.2
8	37.5	40.3
8	40	40.4

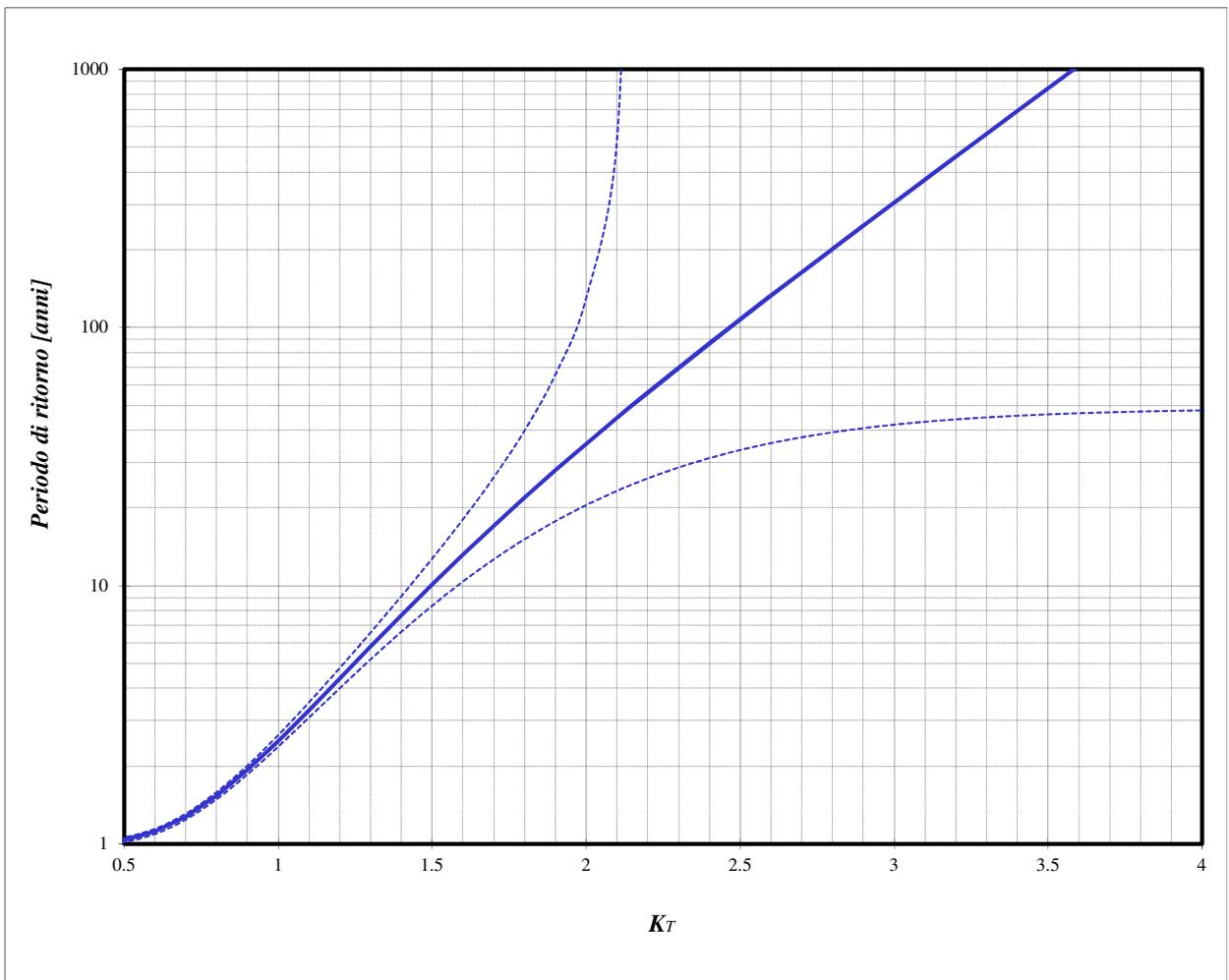
Tabella 2: valori del parametro moltiplicatore funzione del periodo di ritorno T. Per i periodi di ritorno differenti il valore K_T si può leggere sull'asse delle ascisse ell'apposito grafico, entrando sulle ordinate con il valore del periodo di ritorno.

T [anni]	K_T
30	1.88
50	2.10
100	2.43
200	2.78

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
 (ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
 Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

500	3.28
-----	------

Qualora si volesse stimare la LSPP per un periodo di ritorno non presente in Tabella 2 il parametro legato al tempo di ritorno K_T può essere letto direttamente dal grafico della curva di crescita regionale. Entrando con il tempo di ritorno T sulle ordinate (ad esempio $T=10$ anni) si incrocia la curva e si legge sulle ascisse il valore cercato del parametro, che in questo caso risulta essere pari a $K_{10}=1.5$.



Curva di crescita regionale. Sulle ascisse si legge il valore adimensionale del quantile, il cui periodo di ritorno associato è indicato in ordinata.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

2.7.4 Portate di piena

2.7.4.1 La curva inviluppo delle portate al colmo di piena (CATI 1970)

L'informazione idrologica storica relativa alle portate al colmo di piena è sintetizzata, per la Regione Liguria (l.r. 9/93, art. 26), nella cosiddetta "curva inviluppo dei contributi unitari alle portate al colmo di piena" per i bacini liguri con foce al Mar Tirreno, aggiornata dall'allora direttore del Servizio Idrografico - Compartimento di Genova con le osservazioni idrometriche conseguenti all'evento del 1970 nell'area centrale ligure.

Essa venne costruita quindi con lo scopo di fornire un valore di portata al colmo di piena con approccio conservativo, cioè a vantaggio di sicurezza. Per tale motivo essa venne disegnata raccogliendo tutte le informazioni disponibili riguardo alle portate al colmo di piena registrate storicamente sui bacini appartenenti al compartimento idrografico, facendo in modo che il valore del contributo unitario alla portata al colmo di piena che si legge per una determinata area di bacino sottesa sia superiore o uguale a tutti quelli storicamente osservati su bacini della stessa estensione.

L'unica valutazione di tipo statistico che è associabile ad una tale procedura si fonda sull'assunto che la popolazione di bacini, nella regione per cui la procedura vale, costituisca un insieme climatologicamente omogeneo, cioè tale che le altezze massime annue di pioggia per le diverse durate abbiano la stessa distribuzione di probabilità, nonché la stessa struttura di ragguaglio areale, e costituisca altresì un insieme morfologicamente omogeneo, cioè tale che i coefficienti di deflusso che caratterizzano gli eventi estremi dipendano soltanto dalle precipitazioni antecedenti, dall'entità delle altezze di pioggia che caratterizzano l'evento e dall'estensione del bacino. Da studi idrologici recenti emerge con evidenza che tali ipotesi non possono essere ritenute valide nella nostra regione, per cui l'utilizzazione della curva inviluppo nella sua forma attuale deve essere abbandonata come strumento progettuale perché induce condizioni di rischio non omogenee nelle diverse zone della regione e non consente valutazioni del periodo di ritorno associato alla portata di progetto.

La relazione analitica che descrive la curva di inviluppo aggiornata in conseguenza della piena dell'ottobre 1970 a cura dell'ing. Cati è la seguente:

$$q=7.92 + 88.92A^{-0.66}$$

dove:

q: contributo unitario	[m ³ /s·km ²]
A: superficie del bacino	[km ²]

Per bacini di estensione minore di 2 Km² si applica il massimo contributo unitario pari a 40 [m³/s·km²]

2.7.4.2 Determinazione delle portate al colmo di piena (CIMA 1999)

Il modello afflussi deflussi, chiamato DRiFt (Discharge River Forecast), utilizzato nello studio "C.I.M.A." è stato sviluppato nell'ambito dell'analisi della risposta idrologica a scala di bacino, incentrata principalmente sulla simulazione e previsione di idrogrammi di piena. La tendenza attuale della modellazione è indirizzata verso modelli sempre più complessi il cui intento è quello di riprodurre con maggiore accuratezza i processi fisici di interesse; spesso però una sofisticata descrizione di tali processi porta a benefici non paragonabili alla complessità dei modelli. D'altra parte bisogna riconoscere che l'eccessiva semplificazione di alcuni metodi tradizionali (formula razionale) e i metodi usualmente utilizzati per la progettazione (curva inviluppo dei contributi unitari delle portate al colmo di piena) non tengono in conto aspetti importanti quali la variabilità spaziale

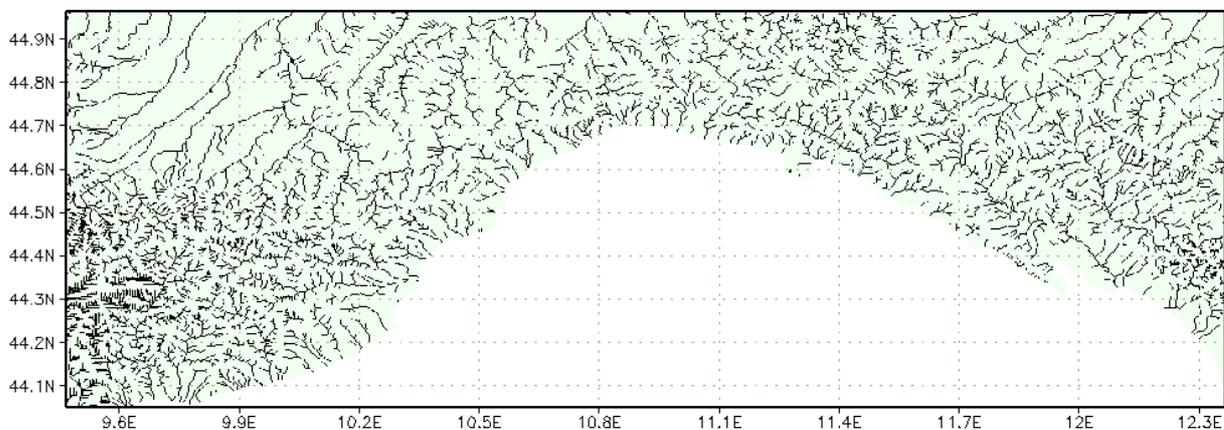
PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

delle piogge, delle caratteristiche del suolo e della struttura topografica del sistema. Il modello si propone come uno strumento di semplice utilizzo, in grado comunque di interpretare le caratteristiche ritenute di principale importanza nella regione ligure, per la modellazione al colmo di piena. Il modello è stato sviluppato dal CIMA per soddisfare alle esigenze di alcuni ambienti naturali quali quello dell'arco alpino -appenninico caratterizzati da particolari strutture drenanti di dimensioni spaziali ridotte, la cui parte montana risulta preponderante nei processi di formazione della piena rispetto a quella con caratteristiche spiccatamente vallive.

Il modello è costituito da tre moduli distinti:

- individuazione della rete di drenaggio;
- determinazione dei tempi di corrivazione;
- calcolo dell'idrogramma di piena attraverso la convoluzione degli idrogrammi unitari istantanei.

Il primo modulo identifica le diverse componenti che costituiscono la rete di drenaggio effettuando la distinzione tra versante e canale. Tale distinzione avviene utilizzando una procedura di filtro con significato morfologico. Questo modulo utilizza come dato di ingresso le informazioni derivanti dai modelli digitali di elevazione del territorio sotto forma di dati di quota, area drenata e un sistema di puntatori per l'individuazione del percorso di drenaggio. Il risultato di questo modulo è la classificazione di ogni cella appartenente al bacino in cella-versante o cella-canale e la determinazione della distanza parziale da una cella a quella successiva secondo la via indicata dal puntatore. La figura che segue rappresenta i reticoli di drenaggio della regione Liguria come risultano individuati nel modello a partire dalle informazioni digitali di elevazione del territorio.



Individuazione reticoli idrografici della Regione Liguria.

Il secondo modulo utilizza come ingresso i risultati del primo modulo e, attribuendo nella cella-canale una velocità di scorrimento del deflusso superficiale stimata pari a 2.5 m/s e nella cella-versante una velocità stimata pari a 0.16 m/s, determina per ogni cella il relativo tempo di corrivazione individuando l'idrogramma istantaneo unitario. L'UH è calcolato sommando il contributo di ogni cella, alla quale è associato un tempo di corrivazione calcolato come somma dei tempi trascorsi dal ruscellamento prodotto in quella cella rispettivamente sul versante e nel canale lungo il tragitto che lo collega alla sezione di chiusura.

Il terzo modulo accetta come ingresso le piogge e i tempi di corrivazione determinati dal secondo modulo e, sfruttando le proprietà dei sistemi lineari, effettua la convoluzione degli idrogrammi

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

istantanei unitari. La pioggia lorda viene trasformata in pioggia efficace attraverso la metodologia proposta dal Soil Conservation Service, attraverso il parametro sintetico detto Curve Number (CN) in grado di riassumere informazioni quali litologia, urbanizzazione e uso del suolo. Nell'effettuare la convoluzione si hanno alcune differenze fondamentali rispetto al metodo classico dell'IUH in quanto la variabilità temporale della pioggia in ingresso e spaziale delle caratteristiche del terreno conducono ad un idrogramma istantaneo variabile nel tempo anziché ad un idrogramma istantaneo tempo invariante: l'uscita di questo terzo modulo è l'idrogramma di piena nella prefissata sezione di chiusura.

Si può definire il modello come un modello lineare, semi-distribuito, parziale (non gestisce il deflusso sub-superficiale), in grado di effettuare simulazioni a scala di evento.

L'approccio lineare è stato adottato in quanto, pur semplificando la modellazione, bene si presta a descrivere la realtà morfologica studiata. Il modello gestisce l'evento di piena focalizzando l'interesse sui valori di portata al picco e tempo in cui tale picco si manifesta e non tratta il moto sotterraneo di infiltrazione. Viene definito semi-distribuito in quanto accetta e gestisce l'informazione in ingresso spazialmente distribuita sul territorio e fornisce il risultato concentrato in una sezione specifica. Il bacino in analisi viene grigliato con un reticolo georeferenziato a maglia quadrata e suddiviso pertanto in un certo numero di celle aventi dimensione corrispondente a quella del modello digitale di elevazione del terreno elaborato dal CNR e pari a 10 secondi di longitudine e 7.7 secondi di latitudine, corrispondenti a circa 225m per 225m. Tutti i dati necessari al modello sono contenuti in matrici di informazione: ogni elemento della matrice rappresenta l'informazione specifica relativa alla cella in questione. Pertanto le informazioni in ingresso sono distribuite e hanno la stessa definizione della maglia della griglia.

L'operatività del modello è stata raggiunta dopo una preliminare analisi di sensibilità dei parametri e una successiva calibrazione dei parametri stessi, effettuata valutando il set di parametri che meglio riproduceva i diversi idrogrammi osservati. Il modello è versatile e bene si presta a differenti scopi; effettua la simulazione a scala di evento rappresentando la situazione relativa ad un periodo di tempo limitato da alcune ore a qualche giorno; è inoltre in grado di assumere per ogni evento condizioni di umidità del suolo specifiche da cui iniziare la simulazione.

Il modello è stato pensato come un modello a cinque parametri: due di carattere morfologico per l'individuazione della rete di drenaggio e la distinzione tra le due componenti di tale rete, due di carattere cinematico, le velocità rispettivamente in canale e sul versante, ed un parametro fisico rappresentante lo stato di umidità del terreno che identifica appunto la situazione fisica di inizio simulazione. Una analisi svolta precedentemente alla calibrazione ha premesso di determinare i valori da attribuire ai parametri morfologici assumendoli, almeno in una regione morfologicamente omogenea, costanti. I valori da attribuire ai parametri cinematici sono stati tarati utilizzando eventi storici. La condizione di antecedente bagnamento del suolo rappresenta un grado di libertà che si deve lasciare al modello e non è quindi un parametro tarabile a priori.

2.7.4.2.1 *Piccoli bacini con dimensioni da 2 a 10 Km² (CIMA 1999)*

La stima della portata al colmo di piena per assegnato tempo di ritorno per le sezioni di corsi d'acqua che sottendono bacini imbriferi di ridotta dimensione areale è stata oggetto di una modellazione numerica a parte rispetto alla metodologia sopra proposta.

Si riportano di seguito i singoli elementi che concorrono alla definizione della stima della portata al colmo di piena per assegnato tempo di ritorno per le sezioni di corsi d'acqua che sottendono bacini imbriferi di ridotta dimensione areale, indicativamente compresa fra 2 e 10 km²:

- scelta della linea segnalatrice di probabilità pluviometrica;

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

- stima della precipitazione efficace;
- stima del tempo di risposta del bacino e dell'idrogramma unitario;
- calcolo dell'evento critico per assegnato tempo di ritorno;
- metodologia di stima della portata per assegnato tempo di ritorno;

Dei parametri necessari per l'applicazione pratica del metodo sopra sintetizzato, sembra di poter individuare, come passibile di valutazioni soggettive, il valore assegnato al coefficiente assunto a rappresentare la capacità del suolo di assorbire parte della precipitazione. Di stima più semplice, e sicuramente meno soggettiva, è la posizione del bacino in esame nell'ambito del territorio regionale e la dimensione areale del bacino sotteso dalla sezione per la quale si vuole calcolare il valore di portata per assegnato tempo di ritorno. Si suggerisce conseguentemente che la scelta del valore da assegnare al parametro assunto a rappresentare la capacità del suolo ad assorbire la precipitazione sia ristretta ad un insieme estremamente limitato, in grado di rappresentare le caratteristiche estreme per quattro diverse possibili classi in cui suddividere i bacini regionali, come in *Tabella 1*.

tipo	Descrizione	CN
A	Bacini di tipo residenziale, industriale o commerciale caratterizzati da un elevato grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili superiore al 60%.	92
B	Bacini caratterizzati da un medio grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 30% e 60%.	87
C	Bacini caratterizzati da un basso grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 5% e 30%.	75
D	Bacini caratterizzati da estesa copertura arborea. Estensione delle aree impermeabili inferiore al 5%.	67

Tabella 1: classificazione dei bacini regionali per la stima del valore di CN.

Il riferimento alle condizioni standard sopra riportate consente di esprimere la portata con tempo di ritorno 2.9 anni come:

$$Q_{2.9} = C_Q \cdot A \cdot (0.25 + 0.27 \cdot A^{1/2})^{-0.48} \quad [m^3s^{-1}];$$

mentre le portate per i diversi tempi di ritorno si ottengono dalla

$$Q_T = K_T \cdot Q_{2.9} \quad [m^3s^{-1}];$$

con K_T – fattore di frequenza delle portate – fornito dalla *Tabella 2*.

Il coefficiente C_Q è fornito, in funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica, in *Tabella 3*.

T [anni]	5	10	30	50	100	200	500
K_T	1.29	1.79	2.90	3.47	4.25	5.02	6.04

Tabella 2: fattore di frequenza delle portate per i tempi di ritorno di interesse tecnico.

Longitudine		Bacino Tipo			
Gradi	primi	A	B	C	D

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

8	30	7.44	6.21	4.75	4.17
8	32.5	7.48	6.25	4.78	4.2
8	35	7.52	6.28	4.8	4.22
8	37.5	7.55	6.3	4.82	4.24
8	40	7.58	6.33	4.84	4.25

Tabella 3: coefficiente di portata, C_Q , in funzione del tipo di bacino e della sua posizione.

2.7.4.2.2 *Piccoli bacini con dimensioni minori di 2 Km² (CIMA 1999)*

Onde evitare la tendenza – legata alla descrizione matematica delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica – a produrre precipitazioni di intensità tendente ad infinito in corrispondenza a durate tendenti a zero, si suggerisce di adottare, per bacini aventi area minore di 2 km², un contributo unitario costante pari a quello ottenuto con riferimento a superfici scolanti aventi area drenata pari a 2 km².

In questo caso il valore di portata è pari a:

$$Q_T = K_T \cdot A \cdot U_{A=2} \quad [m^3 s^{-1}];$$

nella quale A è la superficie drenata espressa in km², $U_{A=2}$ è il contributo unitario per area pari a 2 km², espresso in $m^3 s^{-1} km^{-2}$, e K_T il fattore di frequenza delle portate fornito in Tabella 1. Il coefficiente $U_{A=2}$, espresso in $m^3 s^{-1} km^{-2}$, è fornito, in funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica, della Tabella 2.

T [anni]	5	10	30	50	100	200	500
K_T	1.29	1.79	2.90	3.47	4.25	5.02	6.04

Tabella 1: fattore di frequenza delle portate per i tempi di ritorno di interesse tecnico.

Longitudine		Bacino Tipo			
Gradi	primi	A	B	C	D
8	30	9.28	7.74	5.93	5.20
8	32.5	9.33	7.79	5.96	5.23
8	35	9.37	7.82	5.99	5.26
8	37.5	9.41	7.86	6.01	5.28
8	40	9.45	7.89	6.04	5.30

Tabella.2: contributo unitario, $U_{A=2}$ in funzione del tipo di bacino e della sua posizione.

2.7.4.2.3 *Tabelle riepilogative dei valori di portata C.T.P seduta. del 11/09/2003*

La fase di verifica della documentazione tecnica relativa ai Piani 180/98 approvati con D.C.P. 43 del 28/10/2002, svolta a seguito del parere vincolante di Regione Liguria e dell'attuazione delle linee di pianificazione previste nel piano stesso, ha determinato la necessità di riordinare la metodologia di calcolo delle portate al colmo di piena, cui fa riferimento la Normativa di Piano, in alcuni casi specifici che presentavano difformità del valore di portata rispetto alla metodologia suggerita nel piano stesso.

Si riportano di seguito i valori di portata al colmo di piena approvati dal Comitato Tecnico Provinciale nella seduta dell' 11/09/2003.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

PICCOLI BACINI IDROGRAFICI LOCALIZZATI IN PROVINCIA DI SAVONA								
PORTATA AL COLMO DI PIENA, Q[m³s⁻¹]								
IDENTIFICAZIONE DELLA SEZIONE			VALORI DI Q [m³s⁻¹]					
Torrente	SEZIONE A MONTE DELLA CONFLUENZA CON	AREA DRENATA [Km ²]	<i>T_{indice}</i>	T=30 anni	T=50 anni	T=100 anni	T=200 anni	T=500 anni
<i>Torrente Ghiare</i>	<i>Mar Tirreno</i>	4	20	70	80	100	110	140

Corso d'acqua	Sezione	Superficie bacino [Km ²]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	C _q	Portata [m ³ s ⁻¹]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Sanda	96	2.3	C	8°32'	4.78	45	70	80
Sanda	33	3.7	C	8°32'	4.78	75	105	125

Valori delle portate al colmo di piena per il torrente Sanda (C.T.P seduta. del 11/09/2003)

PICCOLI BACINI IDROGRAFICI LOCALIZZATI IN PROVINCIA DI SAVONA								
PORTATA AL COLMO DI PIENA, Q[m³s⁻¹]								
IDENTIFICAZIONE DELLA SEZIONE			VALORI DI Q [m³s⁻¹]					
Torrente	SEZIONE A MONTE DELLA CONFLUENZA CON	AREA DRENATA [Km ²]	<i>T_{indice}</i>	T=30 anni	T=50 anni	T=100 anni	T=200 anni	T=500 anni
<i>Rio Portigliolo</i>	<i>Mar Tirreno</i>	5	20	60	70	80	100	120
Corso d'acqua	Sezione	Superficie bacino [Km ²]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	C _q	Portata [m ³ s ⁻¹]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

Portigliolo	1	4.8	D	8°36'	4.22	75	110	135
-------------	---	-----	---	-------	------	----	-----	-----

Valori delle portate al colmo di piena per il rio Portigliolo (C.T.P seduta. del 11/09/2003)

La scelta della classe del bacino è stata effettuata secondo le caratteristiche di assorbimento del bacino imbrifero sulla base della verifica sulla Cartografia Tecnica Regionale.

2.7.5 Portate di piena di progetto per il bacino Sanda (Rif. Normativa di Piano)

Nella tabella sono riportati in corrispondenza di ogni sezione i valori di portata al colmo, relativi ai diversi periodi di ritorno, utilizzati nel calcolo del livello del pelo libero al passaggio dell'onda di piena.

Corso d'acqua	Sezione (carta aree inondabili)	Superficie bacino [Km ²]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	C _q	Portata [m ³ s ⁻¹]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Sanda	96	2.3	C	8°32'	4.78	45	70	80
Sanda	33	3.7	C	8°32'	4.78	75	105	125

Valori delle portate al colmo di piena per il torrente Sanda

Corso d'acqua	Sezione (carta aree inondabili)	Superficie bacino [Km. ²]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	C _q	Portata [m ³ s ⁻¹]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Portigliolo	1	4.8	D	8°36'	4.22	75	110	135

Valori delle portate al colmo di piena per il rio Portigliolo

Corso d'acqua	Sezione (carta aree inondabili)	Superficie bacino [Km. ²]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	U _{A=2}	Portata [m ³ s ⁻¹]
---------------	---------------------------------	---------------------------------------	---------------	---------------------------	------------------	-------------------------------------------

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Rio dei Pescatori	1	0.21	C	8°37,5'	6.01	4.5	6.5	8.0

Valori delle portate al colmo di piena per il rio dei Pescatori

Corso d'acqua	Sezione (carta aree inondabili)	Superficie bacino [Km. ²]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	U _{A=2}	Portata [m ³ s ⁻¹]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Rio Lavadore	7	1.4	C	8°32,5'	5.96	29	42	50

Valori delle portate al colmo di piena per il Rio Lavadore

Corso d'acqua	Sezione (carta aree inondabili)	Superficie bacino [Km. ²]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	U _{A=2}	Portata [m ³ s ⁻¹]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Rio Rianello	15	1.6	D	8°33,5'	5,23	27	39	47

Valori delle portate al colmo di piena per il Rio Rianello

Corso d'acqua	Superficie bacino[km ²]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	Portata [m ³ s ⁻¹]		
				T=500 anni	T=500 anni	T=500 anni
Rio Santa Brigida	0,80	C	8° 31,5'	16,50	24,00	29,00

3 PROBLEMATICHE E CRITICITA' DEL BACINO

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

3.1 Premessa

Lo studio fino a questo punto condotto sulle caratteristiche del bacino si pone alla base dell'elaborazione della pericolosità, che ha il fine di individuare le criticità del bacino e suddividere il territorio in aree a differente grado di pericolosità. Dalla sovrapposizione delle classi di pericolosità con gli elementi a rischio, derivanti dall'analisi dell'uso del suolo, si giunge poi alla carta del rischio. In linea generale, nell'ambito dell'unitarietà del bacino idrografico e dell'interdisciplinarietà tipica della pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89, si dovrebbe aver esaminato tutti i processi fisici che possano causare situazioni di pericolosità, nonché le loro possibili interazioni immediate o a posteriori.

Nell'ambito del presente piano la pericolosità è stata valutata sulla base delle componenti idraulica e geomorfologica. Esse, allo stato attuale, sono state studiate separatamente, soprattutto in ragione della complessità delle metodologie di analisi necessarie per una loro più completa valutazione, complessità spesso non supportata da un'adeguata quantità e qualità dei dati disponibili: si fa riferimento, per esempio, a problematiche di trasporto solido che possono influire sulla determinazione di entrambi i tipi di pericolosità, o alle possibili conseguenze di un evento franoso anche su aree a contorno del dissesto stesso. Tale metodologia è compatibile con quanto richiesto dal D.L. 180/98 sulla perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico.

La pericolosità nel presente piano viene determinata, quindi, come sovrapposizione delle due componenti idraulica e geomorfologica, costituite in sostanza dalla carta delle fasce di inondabilità e dalla carta della suscettività al dissesto di versante. Per tale ragione, oltre che per questioni di scala, si è ritenuto di non produrre una carta di pericolosità complessiva ma di far riferimento alle due carte citate.

A riguardo della pericolosità idraulica, la portata di massima piena con assegnato periodo di ritorno viene generalmente assunta come parametro rappresentativo e la probabilità annua di superamento di tale portata individua la pericolosità stessa. La carta di pericolosità idraulica consiste essenzialmente nella determinazione delle aree perifluviali che risultino inondabili per portate di massima piena caratterizzate da diversi tempi di ritorno. Sulla base dei criteri dell'Autorità di Bacino di rilievo regionale, la carta è rappresentata dalla carta delle fasce di inondabilità, nella quale sono perimetrate tre fasce corrispondenti al deflusso della massima piena con periodo di ritorno di 50, 200 e 500 anni. La pericolosità per portate superiori è ritenuta trascurabile. Vengono qui inoltre trascurati fenomeni diversi dalle esondazioni dai corsi d'acqua e altri fenomeni che potrebbero contribuire ad aumentare o aggravare le inondazioni oltre alla insufficienza idraulica strutturale.

Per quanto concerne la pericolosità geomorfologica essa viene attribuita ad una certa area definendo la possibilità o, per meglio dire, stimando la potenzialità che si verifichi un dissesto di tipo franoso. Vengono perciò perimetrate le aree ricadenti in differenti classi che, nel loro insieme concorrono a formare la Carta della Suscettività al Dissesto di Versante.

Sulla base dei criteri dell'Autorità di Bacino di rilievo regionale tale possibilità, organizzata in 5 classi, viene ricavata dall'esame comparato di vari fattori che caratterizzano differenti porzioni di territorio, secondo le modalità più oltre illustrate. I dissesti in atto e le evidenze geomorfologiche del progredire di processi erosivi sono considerati come fattori aggravanti.

La definizione della Suscettività al Dissesto di Versante non considera fattori innescanti di natura antropica e non prende in esame rilevati artificiali, discariche e cave che per loro natura dovrebbero essere state verificate in modo dettagliato, sotto il profilo della stabilità.

L'analisi incrociata delle Carte della Suscettività al Dissesto di Versante, della Franosità Reale e delle Fasce di Inondabilità, assieme alle considerazioni sui possibili valori dei tiranti idrici, permette, quindi, la ricostruzione di un quadro d'insieme delle caratteristiche del bacino sotto il profilo

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

idrogeologico a cui deve far riferimento la pianificazione in termini sia normativi sia di linee di intervento a breve e medio-lungo termine.

In relazione agli approfondimenti opportuni per giungere ad una carta di pericolosità più approfondita nell'ambito di un piano di bacino più completo ai sensi della L. 183/89 si segnala, come già accennato, la necessità di tenere in debita considerazione le interazioni tra dinamica del versante ed evoluzione del corso d'acqua, caratterizzate da particolari complessità concettuali e metodologiche, ma, comunque, indispensabili per valutare le emergenze del bacino, per fornire delle linee di utilizzo del suolo e le eventuali tipologie di intervento. A tale scopo diviene necessario acquisire dati sperimentali di riferimento per le analisi geomorfologiche ed idrogeologiche.

Questa necessità di acquisizione di dati non è legata solo al bacino idrografico in considerazione, ma è un problema ricorrente per la gran parte dei bacini liguri. A tale proposito si possono evidenziare l'opportunità delle seguenti integrazioni a livello di ambito:

- una rete di misura pluviometrica razionalmente distribuita a scala di ambito e misuratori di portata per i principali corsi d'acqua;
- un sistema di monitoraggio del trasporto solido (sia in sospensione che di fondo) per valutazioni quantitative circa l'effetto dei fenomeni erosivi superficiali e di perdita di suolo, particolarmente incidenti sul bacino ed in relazione anche alle interconnessioni con le criticità idrauliche;
- una campagna geognostica e di monitoraggio dei fenomeni franosi di particolare rilevanza o rappresentatività (es. R4 e R3 ai sensi della D.G.R. 1444/99), al fine di estrinsecare compiutamente la pericolosità territoriale e quantificare il grado di rischio;
- approfonditi rilevamenti geologico-strutturali per una più accurata definizione delle condizioni giaciture e dello stato di fratturazione della roccia;
- organizzazione di un piano di previsione della cartografia e delle banche dati che preveda in particolare un periodico aggiornamento della franosità reale anche attraverso appositi voli a seguito di eventi alluvionali di particolare intensità;
- valutazione attraverso metodi diretti o indiretti di alcune caratteristiche geotecniche di controllo, per una stima delle quantità del materiale di potenziale rifornimento per il carico solido.

Di seguito sono riportate le analisi e le elaborazioni per la redazione della Carta della Suscettività al Dissesto dei Versanti e da quella delle Fasce di Inondabilità, la cui unione in questo caso rappresenta la pericolosità. Sono inoltre riportati un commento alle carte derivate e le principali criticità puntuali rilevate durante i sopralluoghi.

3.2 Problematiche di tipo geomorfologico

3.2.1 Suscettività al dissesto dei versanti

Nell'ambito dell'analisi del bacino studiato è stata valutata la Suscettività al Dissesto dei Versanti applicando la metodologia proposta dall'Autorità di Bacino, senza peraltro applicare la formula suggerita per dare un peso alla litologia, perché in questo caso produce risultati non accettabili.

La metodologia predisposta per la realizzazione della Carta della Suscettività al Dissesto di Versante, prevede l'analisi incrociata dei seguenti tematismi di base:

- Acclività
- Litologia
- Geomorfologia
- Carta della Franosità reale

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

Uso del suolo

Idrogeologia

Le variabili associate a ciascun tematismo considerato nelle fasi di sovrapposizione risultano strutturate nei livelli informativi definiti nelle Raccomandazioni emanate dall'Autorità di Bacino di rilievo regionale e sono illustrate nella seguente tabella.

Tematismo	Variabile	Tipo
Carta geomorfologica	Coltri	Principale
	Stato della roccia <i>(determinato da tipo litologico ed elementi strutturali quali contatti e faglie)</i> deriva dalla carta geolitologica	Principale
	Erosione concentrata di fondo	Aggravante
	Erosione spondale	Aggravante
	Ruscigliamento diffuso	Aggravante
	Evidenze geomorfiche <i>(quali cigli e rotture di pendio)</i>	Aggravante
	Carta dell'acclività	Classi di acclività
Carta Idrogeologica	Permeab. substrato	Principale
Carta uso del suolo	Uso del suolo	Principale
Carta della franosità reale	Frane attive	Principale
<i>Tab. 3.2.1.1 – Tabella sintetica delle variabili considerate e loro tipologia</i>		

Le variabili di tipo “principale” sono definite come quelle considerate determinanti, che devono essere sempre prese in considerazione ai fini della elaborazione della Suscettività al Dissesto di versante. Le variabili “aggravanti” rappresentano quelle la cui interferenza con le caratteristiche di stabilità dei versanti può variare sensibilmente in relazione al contesto territoriale esaminato e che pertanto presentano una variabilità sia tra bacini diversi sia all'interno del singolo bacino.

Nella fattispecie gli elementi di cui sopra rappresentano i parametri di tipo geografico-fisico, geologico geomorfologico ed ambientali l.s., fra quelli previsti negli attuali standard dei Piani di Bacino, che maggiormente condizionano la dinamica di versante nel bacino.

L'attribuzione dei pesi è stata tarata sulle caratteristiche specifiche del territorio in studio. A tal fine si è provveduto a effettuare sopralluoghi mirati a convalidare le informazioni desunte dalle carte di analisi alla luce della finalità del lavoro.

A ciascuna variabile considerata viene attribuito un peso indicativo della relativa incidenza sulla suscettività al dissesto di versante come indicato nella matrice seguente:

ACCLIV.	Alluvioni	Detriti sciolti	Detriti cement	Roccia R	Roccia RF1	Roccia RF2	Roccia RF3	Roccia RF4	
Cl. 1	-2	-2	-2	-1	-1	-1	0	0	
Cl. 2	1	2	2	-1	0	0	1	1	
Cl. 3	5	5	3	-1	0	1	2	2	
Cl. 4	7	6	4	-1	0	2	3	4	

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

Cl. 5	N.O	7	5	0	1	3	4	5	
Cl. 6	N.O	7	5	0	1	4	5	6	
Cl. 7	N.O	N.O	5	1	2	5	6	7	
IDROGEO.									
	Coltri Imp	Coltri S.Im	Coltri Per	Alluvioni					
Peso	10	8	7	0					
USO SUOLO									
	Aree Urb. Industr.	Pascoli Praterie Aree verdi	Uliv. Vign. a terrazzi Boschi	Zone agr. Seminat. Terrazzi	Ex. Coltivi	Incendi	Arbusti	Rocce nude	Spiagge
Peso	0	0	-1	0	2	3	0	2	1
E.AGGR									
	E.Conc	E. Spond	Tettonica	E. Areale	Aree naturalmente e/o artificialmente degradate				
Peso	1+2	1+2	-2+2	2	1+2				

Tab. 3.2.1.2 - Tabella di sintesi dei pesi attribuiti

La sovrapposizione degli strati informativi determina una discretizzazione di elementi poligonali elementari ognuno dei quali è caratterizzato da un punteggio che costituisce la somma algebrica di tutti i pesi relativi a ciascun elemento associato al poligono. Maggiore è il peso totale, maggiore sarà la suscettività al dissesto connessa al poligono elementare.

Nel considerare questi fattori ci si è trovati di fronte a variabili di tipo puntuale o lineare. Siccome si è ritenuto difficile, se non impossibile, stabilire a priori una fascia standard di influenza di ciascuna di queste, i pesi indicati in tabella sono stati assegnati ad una fascia di larghezza e forma variabile a seconda dei casi.

Attraverso gli incroci dei tematismi precedenti si hanno una serie di Carte Derivate ed infine si ottiene una carta estremamente frammentata, in poligoni di dimensioni anche molto limitate, ad ognuno dei quali è assegnato un valore numerico derivante dalla somma di tutti i valori associati alle aree dall'intersezione delle quali essi sono stati generati, che raggiungono, nel caso, massimi di 24-25. Si sono quindi raggruppati i poligoni, tramite la fusione e l'accorpamento, in 4 classi di suscettività secondo i seguenti parametri:

Suscettività al Dissesto di Versante			
ALTA	MEDIA	BASSA	MOLTO BASSA
> 18	13÷18	6÷12	<6

Sovrapponendo alla carta di cui sopra la carta della franosità reale si sono delimitate le frane attive e quiescenti e le diverse classi di suscettività; le prime vengono assegnate ad una classe a sé (SUSCETTIVITA' MOLTO ALTA) mentre le seconde vengono direttamente inserite in classe di suscettività ALTA.

L'ultimo passaggio previsto nel percorso descritto è quello della delimitazione ed assegnazione ad una categoria speciale delle aree interessate dalla presenza di cave, discariche o grandi riporti alle quali viene comunque attribuita una classe di suscettività speciale.

Nel caso di aree di cava, discariche e riporti ove non esista o non sia vigente una normativa "speciale" è stata attribuita la corrispondente classe di suscettività al dissesto mediante l'aggiornamento della legenda della cartografia tematica di Piano. Tale aggiornamento è avvenuto a seguito di osservazioni di carattere puntuale, esaminate caso per caso, in merito alle caratteristiche di pericolosità dei singoli areali (Rif. D.G.R. 1068/02 e 1158/02), così come riportato al Cap. 2.3.6 Cave e al Cap. 2.3.7 discariche e riporti.

CLASSI DI SUSCETTIVITA' AL DISSESTO DEI VERSANTI

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

VALORE DI RANGE SOMMATORIA PESI ATTRIBUITA / AREE CON ASSOCIAZIONE DIRETTA CON CLASSE DI SUSCETTIVITÀ	SPECIFICHE	SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO	CLASSE
< 6	Aree prive di movimenti gravitativi e/o quiescenti sui versanti e lungo i corsi d'acqua in cui sono presenti indicatori indiretti di suscettività valutabili dalla combinazione di elementi geomorfologici, litologici, strutturali e di uso del suolo.	MOLTO BASSA BASSA MEDIA	Pg0
6 – 12			Pg1
13 – 18			Pg2
> 18	Aree prive al momento di movimenti gravitativi e/o quiescenti sui versanti e lungo i corsi d'acqua in cui sono presenti indicatori indiretti di elevata suscettività valutabili dalla combinazione di elementi geomorfologici, litologici, strutturali e di uso del suolo. Sono comprese in tali aree le frane stabilizzate e relitte (paleofrane) e le zone a franosità diffusa.	ALTA	Pg3 B
Per le seguenti tipologie di aree vi è una associazione diretta alla classe di suscettività:			
Aree di frana Quiescente	Comprende aree in cui vi è la presenza di indicatori geomorfologici diretti, quali le frane quiescenti o di segni precursori o premonitori di movimenti gravitativi sui versanti e sui corsi d'acqua.	ALTA	Pg3 A
Aree in Frana Attiva	Aree interessate da movimenti gravitativi in atto.	MOLTO ALTA	Pg4
Cave e miniere attive - Discariche in esercizio	Aree di cava attiva, miniera attiva e discarica in esercizio sulle quali è vigente una specifica norma di settore.		tipo A
Ex Cave, ex Miniere	Aree come individuate ai sensi della DGR 1208/2012 con la quale è stato approvato l'aggiornamento dei criteri per la redazione della normativa di attuazione dei piani di bacino a riguardo dell'assetto geomorfologico (individuate in Tav. 8 con retino trasparente). All'interno delle aree speciali di tipo B ₁ e B ₂ è rappresentata la classificazione di suscettività al dissesto (Pg0, Pg1, Pg2, Pg3A, Pg3B, Pg4) come da legenda.	Aree speciali	tipo B1
Ex Discariche e riporti antropici.			tipo B2

Tab. 3.2.1.3 – Criteri di attribuzione delle classi di Suscettività al Dissesto (Tav. 8)

3.2.2 Commento alla Carta della Suscettività al Dissesto dei Versanti

Al termine della fase analitica basata sull'applicazione della matrice sopra riportata applicando un metodo di affinamento dei coefficienti di peso "iterattivo" effettuando oggettivamente una sorta di back analysis, si è provveduto ad eseguire una serie di sopralluoghi a rifinitura e perfezionamento del lavoro. Questa fase di ulteriore analisi critica e verifica dei risultati del processo sintetico ha condotto alla modifica, talvolta anche sostanziale di zone precedentemente identificate in particolari classi di suscettività al dissesto. Queste nuove informazioni hanno condotto il professionista alla redazione finale della Carta della Suscettività al Dissesto di Versante tracciando i confini delle differenti zone sulla base di valutazioni sintetiche cui fanno da solida base le informazioni elaborate e consolidate nei passaggi preliminari sopra descritti. I limiti tracciati seguono prevalentemente evidenze di

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

carattere fisiografico (contrafforti, crinali, alvei, cambi di uso del suolo, insediamenti, strade, etc.) o di situazioni non apprezzabili dalla carta dell'acclività in quanto riferite a tratti di valle fortemente incassata, con pareti verticali. In questa fase è altresì possibile estendere la classe di suscettività oltre ai limiti del fenomeno rilevato in funzione della sua dinamica prevedibile, offrendo una valutazione sulla pericolosità di un settore, in ragione dell'evoluzione di fenomeni ricadenti anche entro perimetrazioni diverse.

3.2.3 *Evento del 4 Ottobre 2010*

Le modifiche alla carta della suscettività al dissesto apportate ricalcano i fenomeni descritti al capitolo "descrizione generale del bacino paragrafo :Geomorfologia e sono le seguenti:

- le aree soggette ad erosione e dilavamento diffuso sono state classificate Pg3b;
- i versanti soggetti a frane non cartografabili sono stati generalmente classificati Pg3b;
- le aree perifluviali e i corsi d'acqua sottoposti ad intensa erosione concentrata interagenti con dissesti puntuali, lineari, areali sono state classificate Pg3a;
- porzioni di versante che per similitudine morfologica con aree individuate in erosione ed effettivamente poi evolute in dissesti, derivanti da cartografia a corredo del PUC di Varazze e dalla carta geomorfologica del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del .Teiro, Sanda, Arrestra, talora verificate in sede di sopralluogo, sono state classificati Pg3b
- le aree in frana aventi estensione cartografabile e le porzioni di versante dissestati sottoposti a intensa erosione spondale sono stati classificati Pg4;

Le varianti al Piano in termini di pericolosità sono state quindi determinate non solo in funzione della valutazione della suscettività ma anche della valutazione dell'intensità del fenomeno e della probabilità che si possa ancora verificare.

3.3 Problematiche di tipo idraulico

3.3.1 *Aree storicamente inondate*

L'analisi delle aree già sede di eventi alluvionali nel passato riveste una particolare importanza nell'ambito di un piano stralcio per il rischio idraulico. Tali dati, infatti, evidenziano criticità già note, ed è ipotizzabile che, laddove si sia verificato un evento di inondazione, possano presentarsi problemi di capacità di smaltimento del corso d'acqua. Una precisa definizione delle aree storicamente inondate rappresenta quindi un elemento di riferimento fondamentale sia per la scelta dei tratti di alveo da indagare in maniera approfondita, sia per verificare i risultati della modellazione idraulica. Il dato relativo alle aree storicamente inondate per il bacino in considerazione deriva dalla mappatura riportata nella DGR n° 2615/98 e sue successive modifiche (ultimo aggiornamento DGR n° 594/01).

3.3.2 *Verifiche idrauliche*

3.3.2.1 Individuazione dei tratti di studio

I tratti indagati nel presente studio sono i seguenti:

Corso d'acqua	Sezioni	Descrizione del tratto
---------------	---------	------------------------

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

T. Sanda	96 - 34	Da località Terrenin alla confluenza con il Rio Lavadore (giugno 2003)
T. Ghiare	33 - 1	Dalla confluenza con il Rio Lavadore alla foce (giugno 2003)
Rio Lavadore	7 - 1	Dal viadotto autostradale alla confluenza con il T. Sanda (giugno 2003)
Rio Portigliolo	1 - 32	Da località Beffadosso alla foce (giugno 2002)
Rio dei Pescatori	1 - 14	Dall'area servizio alla foce (settembre 2003)
Rio Rianello	1 - 15	Tratto terminale a Varazze (marzo 2004)
Rio S. Brigida	1 - 39	Tratto terminale in Celle Ligure (2014)

Tabella 3.3.2.1.1: Tabella riassuntiva dei tratti d'alveo indagati nel bacino Sanda

3.3.2.2 Metodologia di calcolo

Al fine principale dell'individuazione delle criticità idrauliche dei corsi d'acqua del bacino e delle aree soggette a rischio di inondazione è necessario lo svolgimento di un'indagine in merito alla dinamica dei fenomeni di piena. Il modello utilizzato integra le equazioni fondamentali che governano il moto di una corrente a pelo libero, e cioè l'equazione di continuità e l'equazione del moto che, in forma differenziale e nel caso generale di moto vario, si scrivono rispettivamente:

$$\partial Q / \partial x + \partial A / \partial t = 0$$

$$\partial H / \partial x = -j - \partial(Q/gA) / \partial t$$

dove:

Q = portata liquida	[m ³ /s]
A = area della sezione liquida	[m ²]
H = carico totale della corrente	[m]
j = perdite distribuite	[m/m]
g = accelerazione di gravità	[m/s ²]
x = ascissa corrente	[m]
t = tempo	[s]

Nel presente caso, compatibilmente con quanto indicato nelle raccomandazioni dell'Autorità di Bacino regionale, non si è ritenuta necessaria la schematizzazione del fenomeno in moto vario, ma si è ritenuta significativa l'assunzione di moto permanente. Le equazioni di moto e di continuità si riducono quindi alla sola dipendenza dalla coordinata spaziale secondo la forma:

$$\partial Q / \partial x = 0$$

$$\partial H / \partial x = -j$$

La risoluzione delle equazioni è stata condotta attraverso una schematizzazione alle differenze finite e introducendo l'equazione di Manning per la stima delle resistenze distribuite:

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

$$U = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot j^{\frac{1}{2}}$$

dove:

U = velocità media della corrente = Q/A	[m/s]
R = raggio idraulico della corrente	[m]
n = coefficiente di Manning	[m ^{-1/3} s]

Le perdite concentrate, nei tratti ove si verificano, sono state assunte proporzionali al carico cinetico, secondo l'espressione:

$$\Delta H = \xi \Delta \left(\frac{U^2}{2g} \right)$$

dove il coefficiente adimensionale ξ varia in dipendenza del tipo di perdita (restringimento, allargamento, cambio di direzione del flusso, etc.).

Per quanto riguarda le condizioni al contorno, come noto, è necessario imporre, oltre al valore di portata in ingresso nella sezione di monte, una condizione di livello a valle in caso di corrente lenta, una condizione di livello a monte in caso di corrente veloce.

3.3.2.3 Schematizzazione di calcolo

La verifica idraulica del corso d'acqua principale è stata condotta per portate con tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni con ipotesi di moto permanente. La schematizzazione di calcolo adottata si basa sulle seguenti assunzioni:

- Portata costante in ogni tratto considerato anche nell'eventualità di superamento dei punti estremi delle sezioni: il procedimento consiste nell'immaginare che la sezione sia limitata da argini infinitamente alti.
- Riduzione del 20% della luce libera degli attraversamenti dotati di pile in considerazione di possibili ostruzioni in caso di piene rilevanti.

Quest'ultima ipotesi è congruente con quanto indicato nelle raccomandazioni emanate dall'Autorità di Bacino di Rilievo Regionale, con particolare riferimento alla raccomandazione sulle fasce di inondabilità e alla nota "Rischio idraulico residuale nell'ambito della pianificazione di bacino regionale", al fine di tenere conto di sezioni che, interessate da opere, non possano assicurare capienza certa alla portata di massima piena.

I programmi utilizzati nella modellazione idraulica sono:

- HEC RAS (Hydrologic Engineering Center- River Analysis System, della US Army Corps Engineers): il modello determina il profilo di moto permanente per ogni tratto scegliendo tra i possibili profili di corrente lenta e di corrente veloce quello a cui corrisponde la spinta totale maggiore, essendo la definizione della spinta:

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
 (ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

$$S = \frac{1}{2} \gamma \cdot Y \cdot A + \gamma \cdot \frac{Q^2}{g \cdot A}$$

dove:

γ = peso specifico dell'acqua

Y = profondità

Il programma di calcolo richiede l'inserimento di alcune sezioni aggiuntive in corrispondenza di opere in alveo (ponti, passerelle e tombinature), nonché altre sezioni (indicate con il simbolo “*”) ottenute per interpolazione dalle sezioni rilevate qualora il loro passo spaziale risultasse troppo elevato ai fini dell'accuratezza del calcolo.

- MIKE 11 (del DHI Water & Environment) : il modello idrodinamico simula il flusso monodimensionale, stazionario e non, di fluidi verticalmente omogenei in qualsiasi sistema di canali o aste fluviali, descrivibile attraverso i diversi approcci dell'“onda cinematica”, dell'“onda diffusiva” e dell'“onda dinamica” e con la messa in conto principalmente delle seguenti condizioni: portate laterali, flusso libero o rigurgitato, differenti regole operative di funzionamento di serbatoi o invasi, resistenze localizzate e perdite di carico concentrate, aree d'espansione, nodi idraulici (biforcazioni e convergenti). La soluzione del sistema di equazioni è indipendente dall'approccio modellistico seguito (cinematico, diffusivo, dinamico). Le equazioni generali di De Saint Venant sono trasformate in un sistema di equazioni implicite alle differenze finite secondo una griglia di calcolo con punti Q e h alternati tra loro, nei quali la portata Q e il livello idrico h, rispettivamente, sono determinati ad ogni passo temporale (schema di Abbott a 6 punti). Nel caso di **moto permanente**, le equazioni complete del moto vengono risolte con condizioni al contorno invarianti nel tempo.

- Parametri di scabrezza

I valori di riferimento del parametro di scabrezza K_s proposti dalla Regione Liguria sono riportati in Normativa di Piano.

Corso d'acqua	Sezioni	Descrizione del tratto	Coefficiente di scabrezza K_s [$m^{1/3}s$]	Programma di modellazione idraulica utilizzato
T. Sanda	96 - 34	Da località Terrenin alla confluenza con il Rio Lavadore (giugno 2003)	25	HEC RAS

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

T. Ghiare	33 - 1	Dalla confluenza con il Rio Lavadore alla foce (giugno 2003)	45	HEC RAS
Rio Lavadore	7 - 1	Dal viadotto autostradale alla confluenza con il T. Sanda (giugno 2003)	25	HEC RAS
Rio Portigliolo	1 - 32	Da località Beffadosso alla foce (giugno 2002)	25	MIKE 11
Rio dei Pescatori	1 - 14	Dall'area servizio alla foce (settembre 2003)	35	HEC RAS
Rio Rianello	1 - 15	Tratto terminale a Varazze (marzo 2004)	35	HEC RAS
Rio S. Brigida	1 - 39	Tratto terminale a Celle Ligure (2014)	25-35-40	HEC RAS

Tabella 3.3.2.3.1: tabella riassuntiva dei tratti d'alveo indagati nel bacino Sanda con i rispettivi parametri di scabrezza assegnati e i programmi di modellazione utilizzati

- *Condizioni al contorno*

Torrente Sanda:

a monte: profondità critica;

a valle: tirante idrico che scaturisce dalla modellazione numerica della confluenza;

Torrente Ghiare:

a monte: tirante idrico che scaturisce dalla modellazione numerica della confluenza;

a valle: profondità critica;

Rio Lavadore:

a monte: profondità critica;

a valle: tirante idrico che scaturisce dalla modellazione numerica della confluenza;

Rio Portigliolo:

a monte: idrogramma di piena a portata costante per assegnato tempo di ritorno;

a valle: si sono utilizzati i livelli ottenuti attraverso una scala di deflusso in moto uniforme.

Rio dei Pescatori:

a monte: profondità critica;

a valle: profondità critica.

Rio Rianello:

a monte: profondità critica;

a valle: profondità critica.

Rio S. Brigida:

a monte: profondità uniforme;

a valle: altezza marea pari ad 1 m.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

3.3.2.4 *Profili di moto permanente*

Torrente Sanda:

Dalle elaborazioni effettuate risulta che questo tratto presenta criticità decisamente minori rispetto a quello di valle; tuttavia il deflusso delle portate di riferimento trova ostacolo nei restringimenti e negli attraversamenti presenti lungo il corso d'acqua.

Torrente Ghiare:

Dalle elaborazioni si possono desumere alcune brevi considerazioni qui di seguito riportate:

- La copertura non è assolutamente in grado di smaltire le portate con periodo di ritorno progettuale.
- Dalla simulazione effettuata si può notare come la copertura funzioni totalmente in pressione, con tiranti esondanti teorici notevoli ovviamente per le portate con periodo di ritorno $T = 200$ e 500 anni.
- Anche per la portata con periodo di ritorno $T = 50$ anni la copertura risulta essere in pressione e si registrano tiranti esondanti teorici comunque severi.

Rio Lavadore:

L'esame dei profili longitudinali rivela la totale insufficienza della copertura (sez. 6.5). Inoltre risultano inadeguate le altre opere idrauliche che si incontrano procedendo verso valle. Ne consegue una costante insufficienza arginale di tutto il tratto.

Rio Portigliolo:

Le elaborazioni effettuate evidenziano la particolarità del Rio Portigliolo che presenta un 'alveo molto incassato e con sponde naturali. Nel tratto a monte del viadotto autostradale non si evidenziano particolari criticità; differente la situazione nel tratto focivo l'unico nel quale sono presenti alcuni insediamenti e dove l'alveo non risulta in grado di smaltire la portata duecentennale.

Rio dei Pescatori:

Dall'esame dei profili longitudinali emerge una criticità idraulica a partire da sez. 5.2 con le portate che non sono più contenute in alveo.

Rio Rianello:

Dall'esame dei profili longitudinali emerge il carattere torrentizio del rio nel tratto a monte del rilevato ferroviario per tutti i tempi di ritorno, determinato dalle pendenze piuttosto elevate del corso d'acqua. Il tratto a valle del rilevato ferroviario fino allo sbocco a mare è caratterizzato dalla presenza della tombinatura che determina il deflusso in pressione delle portate 200-li e 500-li.

Per ulteriori dettagli a proposito delle criticità idrauliche si invita il lettore alla visione dell'Allegato "Verifiche idrauliche" contenente profili di rigurgito in moto permanente per i diversi periodi di ritorno e le sezioni trasversali utilizzate per le elaborazioni.

Rio S. Brigida:

Lo studio idraulico evidenzia l'esistenza di condizioni di elevata criticità già in concomitanza del deflusso della portata con tempo di ritorno 50-ennale lungo tutto il tratto esaminato ed in particolare

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
 (ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

tra la sezione 2.51 e la sezione 24. La totale insufficienza geometrica della tombinatura posta in corrispondenza della S.S. n.1, che si restringe gradualmente procedendo verso mare, unitamente alla presenza di sottoservizi trasversali al rio nel tratto terminale che riducono ulteriormente la luce libera, determinano il funzionamento in pressione per il deflusso di tali portate dell'intera tombinatura sino al suo imbocco. Il carico totale della corrente è superiore alle quote del piano viabile di Piazza Volta (immediatamente a valle del rilevato ferroviario) e della Via Aurelia, con impossibilità di ricevere gli scarichi delle fognature bianche collegate con il rio e la determinando fuoriuscita di acqua dalle caditoie presenti direttamente sul rio.

Nelle sezioni poste a monte della tombinatura di Piazza Servettaz, inizio del tratto tombinato, invece, sia la portata 50-ennale che la linea del carico totale risultano inferiori alla quota arginale. Al fine quindi di evidenziare l'insufficienza della tombinatura nel tratto immediatamente a monte del rilevato ferroviario, la fascia A è stata mappata in corrispondenza del tracciato planimetrico della stessa.

Il deflusso delle portate 200-ennale e 500-ennale avviene in modo del tutto analogo al caso precedente, con quote del pelo libero ovviamente superiori ed esondazione nelle sezioni a monte dell'imbocco del tombino con conseguente allagamento delle aree poste in sponda sinistra.

3.3.2.5 *Analisi della capacità di smaltimento delle opere in alveo*

Le principali problematiche emerse dalle indagini condotte sono dovute, da una parte, alle caratteristiche morfologiche intrinseche del territorio, che è caratterizzato da zone altimetricamente depresse cui afferiscono rilevanti bacini scolanti, dall'altra dallo sviluppo delle attività antropiche, che in esso si sono incrementate nel tempo.

Al fine di individuare eventuali criticità localizzate e di determinare se siano causa di condizioni di rischio, è stata esaminata in dettaglio la capacità di smaltimento delle opere in alveo, determinandone la portata massima transitante senza esondazioni.

Nella tabella seguente vengono riportati per le opere edificate in alveo (attraversamenti con e senza pile in alveo, tombinature), indicate con il numero della sezione, il minor tempo di ritorno per cui l'opera non risulta verificata. Si è considerata l'opera non verificata se il franco è risultato inferiore a 50 cm.

N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
94.5	Attraversamento senza pile in alveo	T<50
88.5	Attraversamento senza pile in alveo	T<200
81.5	Attraversamento senza pile in alveo	T<50
79.5	Ponte ad arco	T<50
75.5	Attraversamento senza pile in alveo	T<50
68.5	Attraversamento senza pile in alveo	T<200

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

66.5	Attraversamento senza pile in alveo	T<50
60.5	Attraversamento senza pile in alveo	T<50
54.5	Ponte ad arco	T<50
52.5	Ponte ad arco	T<50
48.5	Attraversamento senza pile in alveo	T<50
42.5	Attraversamento senza pile in alveo	T<50
40.5	Attraversamento senza pile in alveo	T<50
34.5	Attraversamento senza pile in alveo	T<50

Tabella 3.3.2.5.1: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il T.Sanda

N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
32.5 – 22.5	Copertura senza setto centrale	T<50
21.5 – 3.5	Copertura con setto centrale	T<50

Tabella 3.3.2.5.2: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il T.Ghiare

N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
6.5	Tombinatura circolare	T<50
5.05	Attraversamento senza pile in alveo	T<50
4.05	Attraversamento senza pile in alveo	T<50
3.05	Attraversamento senza pile in alveo	T<200
1.05	Attraversamento senza pile in alveo	T<50

Tabella 3.3.2.5.3: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il Rio Lavadore

N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
26	Ponte ad arco SS Aurelia	T>500
31	Ponte ad arco	T<50

Tabella 3.3.2.5.4: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il Rio Portigliolo

N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
13.5	tombinatura	T>500
11.5	passerella	T>50
7.5	rilevato stradale	T>500
4.5-1.5	tombinatura	T<200

Tabella 3.3.2.5.5: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il Rio Rianello

N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
2-24	tombinatura	T<50
0-2	tombinatura	T>500

Tabella 3.3.2.5.6: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il Rio S. Brigida

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

3.3.3 Fasce di inondabilità

Sulla base delle verifiche idrauliche effettuate per le portate prescelte si individuano le aree perfluviali inondabili in caso di eventi di piena. Tale determinazione può essere effettuata con diverse metodologie a diverso grado di approssimazione e complessità.

Nel presente piano, il tracciamento delle linee che delimitano le aree inondabili con i diversi periodi di ritorno, è stato svolto a partire da:

- una valutazione dei tratti e delle sezioni in cui il pelo libero ha quota superiore alla quota delle sponde come da profilo di rigurgito, determinato tramite le precedenti verifiche idrauliche. Le verifiche condotte con il software utilizzato permettono di visualizzare oltre al livello di pelo libero, anche le linee indicative della sponda destra e sinistra, pertanto è possibile distinguere l'eventuale esondazione nelle due sponde. E' utile ribadire che, data la necessaria schematizzazione nel tracciamento dei limiti di sponda, nel definire le fasce si è tenuto in debito conto di quanto rilevato in occasione dei sopralluoghi effettuati in sito. La determinazione delle aree inondabili, cioè le superfici che vengono sommerse dal relativo ipotetico evento di piena, è stata condotta essenzialmente sulla base dei criteri per l'elaborazione dei piani di bacino, suggeriti dall'Autorità di Bacino di rilievo regionale della Regione Liguria al punto 3 della Raccomandazione n°1 "Metodologia per la mappatura delle aree soggette a rischio di inondazione" (1995). Si è inoltre proceduto all'individuazione dei tratti critici del corso d'acqua (quali ponti, tombature, coperture, ecc.) e alla loro verifica con i dovuti franchi di sicurezza;
- qualora gli argini non fossero continui perché danneggiati, o perché costituiti da edifici inframmezzati da varchi, si è considerato il defluire delle acque attraverso di essi e di conseguenza l'inondabilità delle aree limitrofe;
- una analisi di verifica in campagna in modo tale da verificare la congruenza delle fasce tracciate con la morfologia dei luoghi (operazione importante per il controllo di particolari situazioni puntuali).

In generale i metodi per la valutazione effettiva delle aree inondabili sono suddivisi secondo tre diverse famiglie, che rispondono a tre differenti filosofie di approccio al problema e partono da ipotesi di lavoro differenti.

I tre modelli, topologico, curve di livello ed idrogramma di piena, sono già stati analizzati e di ognuno sono stati evidenziati i limiti e le capacità di interpretazione dei fenomeni, nonché le difficoltà di calcolo e di modellazione incontrate, all'interno dello studio CIMA. Dal momento che i tre metodi sono complementari, una loro combinazione fornisce i migliori risultati, consentendo di superare i limiti intrinseci di ciascuno di essi.

Sulla base della metodologia qui adottata, ovvero la combinazione dei suddetti tre metodi, che consente una valutazione senz'altro maggiormente attendibile, sono state individuate le aree inondabili per le portate al colmo di piena relative ai tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni. Sulla base di tale determinazione, secondo i criteri dell'Autorità di bacino regionale, è stata prodotta la Carta delle Fasce di Inondabilità, con la determinazione delle tre fasce:

- Fascia A, aree perfluviali inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno $T=50$ anni.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

- Fascia B, aree perifluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno $T=200$ anni.
- Fascia C, aree perifluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno $T= 500$ anni.

I tratti d'asta indagati sono evidenziati negli ALLEGATI "VERIFICHE IDRAULICHE". Dalla carta delle fasce si evincono analogamente i tratti indagati in accordo con i profili delle condizioni di moto permanente allegate.

Le zone ricadenti in aree storicamente inondate ed esterne alla fascia C dedotta dal modello di individuazione delle aree inondabili, derivate dalla mappatura allegata alla DGR n° 2615/98 e sue successive modifiche (ultimo aggiornamento DGR n° 594/01), sono state comunque inserite nel perimetro della fascia C della quale seguono il regime vincolistico.

Successivi studi potranno in seguito analizzare eventuali fenomeni di allagamento dovuti non ad inondazioni fluviali ma a fenomeni la cui dinamica oggi non rientra nelle specifiche di questo studio.

3.3.4 Fascia di riassetto fluviale

La fascia di riassetto fluviale comprende le aree esterne all'alveo attuale necessarie per l'adeguamento del corso d'acqua all'assetto definitivo previsto dal presente Piano.

È stata inserita una fascia di riassetto fluviale in corrispondenza della tombinatura del Torrente Sanda in corrispondenza dell'abitato di Celle Ligure, secondo quanto riportato nel Piano Interventi.

3.4 Principali criticità del bacino

3.4.1 Criticità di tipo Idraulico

L'analisi della pericolosità presente nel bacino porta in primo luogo a riconoscere eventuali caratteri comuni all'interno delle criticità.

Torrente Sanda:

In questo tratto le criticità sono a carattere prevalentemente puntuale e si riscontrano in prossimità di attraversamenti. Una prima area inondabile con tempo di ritorno cinquantennale si trova all'altezza della sezione 94.5 (ponte); proseguendo verso valle si incontra un'altra zona in fascia A in prossimità di località Piccitelli.

Torrente Ghiare:

La sezione critica, all'altezza della quale all'aumentare della portata possono avvenire per primi fenomeni di sormonto, è localizzata in corrispondenza dell'inizio della tombinatura, avente inizio in Via Colla all'altezza dell'Ufficio PT.

Le acque del Rio Sanda che non riescono a defluire nel canale coperto, vanno ad invadere l'area circostante, scorrendo in direzione mare principalmente lungo Via Colla. Il sottopasso ferroviario, a circa 170 m a valle della copertura, crea un restringimento che costringe l'acqua esondata a seguire

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

lo stesso percorso indifferentemente dal tempo di ritorno associato all'evento: ne segue quindi che le fasce di inondabilità per $T = 50, 200$ e 500 anni sono per lo più coincidenti (a meno dei tiranti) a valle del sottopasso, fino allo sbocco a mare. Inoltre, questo restringimento può essere causa di innalzamento dei tiranti idrici nella zona a monte, innalzamento più consistente all'aumentare della portata esondata.

Da notare infine che, nel tratto terminale, che va dalla Via Aurelia alla spiaggia, si potrebbero creare tiranti ancor più elevati data la situazione di depressione delle zone immediatamente limitrofe alla copertura.

Rio Lavadore:

Anche per il Rio Lavadore le criticità sono legate all'insufficienza delle tombature che, non essendo in grado di consentire il deflusso delle portate cinquantennali, provocano la presenza di diffuse aree in fascia A nelle zone sottostanti i viadotti autostradali ed in prossimità della confluenza.

Rio Portigliolo:

Per il Rio Portigliolo le criticità sono localizzate in prossimità della foce dove in sponda destra è presente un'area inondabile con tempo di ritorno cinquantennale proprio in prossimità del campeggio.

Rio dei Pescatori:

Il tratto analizzato presenta una criticità in prossimità delle sezz. 6 – 10 all'altezza delle quali si trovano aree inondabili per $T=50$ anni su entrambe le sponde.

Rio S. Brigida:

Il tratto analizzato presenta criticità elevate su tutto il tratto per le portate duecentennale cinquecentennali. In particolare a valle del rilevato ferroviario si ha una forte criticità dovuta all'esonazione della portata cinquantennale.

Un problema diffuso, infine, risulta l'incapacità di smaltimento delle acque piovane da parte delle reti fognarie: nella carta delle fasce di inondabilità è stata perimetrata un'area, già individuata nella mappatura della delibera DGR n° 2615/98, che secondo le testimonianze dei residenti è frequentemente allagata anche in occasione di eventi meteorici non particolarmente intensi. Allo stato attuale, sulla base delle informazioni raccolte nell'elaborazione del presente piano stralcio di bacino, non risulta possibile andare oltre alla segnalazione del problema, per la cui analisi specifica si rimanda a successivi stralci.

Per quanto concerne i piccoli bacini minori, il **concetto di criticità sotto l'aspetto idraulico** può essere inteso come analisi delle situazioni attuali con particolare riferimento ai brevi ed intensi eventi di pioggia, caratteristici nel nostro territorio durante la stagione autunnale.

Tutti i rii minori all'interno di questo ambito presentano caratteristiche molto simili tra loro; infatti la loro massima estensione nella direzione perpendicolare alla costa raramente supera il chilometro, presentando però dislivelli tra la sommità del bacino e lo sbocco a mare superiore ai 400 m. Nella maggior parte dei casi la pesante urbanizzazione della fascia costiera ha relegato questi rii in tombatura di dimensioni insufficienti e prive di opere di regimazione e di controllo del trasporto solido a monte.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

3.4.2 Criticità di tipo Geomorfologico

Dall'analisi delle Carte della Suscettività al Dissesto del Versanti emerge come le aree in classe ALTA siano localizzate in corrispondenza degli accumuli detritici. Questo deriva anche dall'influenza che l'erosione superficiale ha sulla stabilità delle coltri e degli accumuli ispessiti. Tali aree in coltre risultano anche soggette a fenomeni di scalzamento al piede causati dall'erosione incanalata.

Per quanto riguarda la localizzazione delle aree in classe di suscettività MEDIA si nota come esse siano principalmente determinate dalla presenza di roccia in classe Rf ad esclusione delle zone di crinale che, a causa della loro minore acclività, determinano una diminuzione della pericolosità.

Le maggiori criticità del bacino, già descritte compiutamente nel capitolo 2 ed in particolare ai paragrafi 2.3, consistono essenzialmente in:

- crolli di dimensioni variabili connessi ai processi di arretramento delle falesie aggettanti sulla Strada Statale n° 1 "Aurelia", nel tratto compreso fra Albisola Superiore e Celle Ligure, che sono oggetto di diverse generazioni di interventi di stabilizzazione con tecniche anch'esse varie;
- lo scivolamento planare di materiale detritico grossolano in loc. S. Giacomo a tutt'oggi da consolidare.

In questa sede si ritiene opportuno puntualizzare quale importanza rivestano i molti dissesti minori che interessano il bacino nella sua complessità. Sono questi dissesti minori che, diffusi sul territorio, incidono in modo cospicuo sul rischio proprio a causa della loro distribuzione ed in rapporto al tipo di insediamento, sparso e con strade di collegamento secondarie.

In termini di rapporto tra pericolosità geomorfologica e insediamento umano è il caso di ricordare, che la relazione che lega la prima con il secondo è in realtà biunivoca. Si verificano, infatti, molto spesso episodi di dissesto innescati da cattiva manutenzione o inadeguata realizzazione od ancora vetustà, di opere funzionali all'insediamento antropico, quali strade, tombinature, contenimenti ecc. Tale considerazione non è stata utilizzata per la redazione degli elaborati in questione nei quali si considera l'elemento a rischio esclusivamente come soggetto che subisce una situazione di rischio sulla quale non influisce attivamente. La predetta considerazione invece risulta di estrema importanza stante il tipo di insediamento umano, diffuso ed articolato su gran parte del territorio, con ridotta densità. Sarà perciò opportuno approfondire con maggiore dettaglio la casistica locale di questi problemi. Infatti, il termine "dissesto idrogeologico" può non essere adeguato per descrivere la realtà di queste numerose criticità minori che affliggono il territorio, piuttosto si deve osservare come la valle del Sanda sia caratterizzata da un "disordine" diffuso che conduce a un globale dissesto il quale genera condizioni di rischio per gli insediamenti e, conseguentemente, per la popolazione.

Con riferimento a quanto discusso nel paragrafo 2.3, sulla geomorfologia del territorio in studio, e date le considerazioni appena espresse appare evidente che tutta la superficie occupata da coltri detritiche di media potenza (1-3 m) riveste da un lato una rilevante importanza in termini di rischio e dall'altra in termini di potenziale rifornimento del carico solido della rete di deflusso e quindi, in ultima analisi, in termini di difesa del suolo.

Si ritiene opportuno rilevare che la redazione degli elaborati oggetto dell'incarico, non ha utilizzato informazioni relative alle caratteristiche geotecniche dei corpi detritici. Infatti, nei termini dell'affidamento non è compreso il rilevamento di tali informazioni; gli unici dati disponibili sono, perciò, forniti dall'esperienza del singolo consulente e pertanto non garantiscono la necessaria

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

copertura sistematica ed il dettaglio per l'intero bacino. Crediamo opportuno quindi che tali informazioni debbano essere oggetto di ulteriori analisi e studi al fine di ottenere un prodotto realmente descrittivo delle criticità e dei rischi relativi al bacino.

3.5 Considerazioni sul trasporto solido

Il trasporto solido è un fenomeno che gioca un ruolo importante nella dinamica dell'alveo dei corsi d'acqua, in grado di causare o peggiorare situazioni di rischio idrogeologico in un bacino. L'analisi della dinamica del trasporto solido può assumere quindi una particolare rilevanza per quanto riguarda sia la determinazione delle criticità e della pericolosità sia l'individuazione, la programmazione e la progettazione degli interventi di sistemazione.

Le modalità con le quali il trasporto di sedimenti può interagire con il deflusso di una corrente sono varie. La valutazione dei livelli idrici attesi in un evento di piena, ad esempio, viene comunemente effettuata trascurando il fenomeno del trasporto di sedimenti da parte della corrente e quindi attraverso una modellazione idraulica a fondo fisso che può, tuttavia, fornire risultati anche significativamente sottostimati rispetto ad una soluzione a fondo mobile (fondo che, viceversa, si modifica in funzione del materiale trasportato dalla corrente), molto più onerosa dal punto di vista della modellistica ma certamente più rappresentativa della realtà. Durante l'evento di piena, infatti, possono realizzarsi depositi localizzati che producono forti innalzamenti del livello della corrente. Durante la fase discendente della piena tali depositi possono venire rimossi ma i livelli raggiunti al colmo della piena sono comunque superiori a quelli prevedibili da una modellazione a fondo fisso.

La dinamica del trasporto solido può inoltre avere influenza anche nella determinazione degli interventi di sistemazione: opere in grado di migliorare idraulicamente le caratteristiche locali del deflusso, possono addirittura rivelarsi dannose se vengono tenuti in conto gli effetti del trasporto solido. Un intervento di allargamento di sezione localizzato, ad esempio, produce in caso di corrente lenta una diminuzione della profondità, ma anche un rallentamento della corrente stessa che, non essendo più in grado di trasportare la stessa quantità di sedimenti, provoca la formazione di un deposito che può risultare di entità tale da produrre addirittura livelli idrici più elevati rispetto alla situazione precedente. In questi casi è evidente che il corretto intervento sistematorio dovrebbe consistere quindi in una regolarizzazione della larghezza, piuttosto che in un allargamento localizzato. La realizzazione di briglie o l'analisi dell'effetto di briglie già esistenti sul corso d'acqua è un altro esempio in cui può essere determinante la considerazione dei fenomeni di trasporto solido, al fine di valutare la possibile evoluzione del fondo e la portata solida che può essere trasportata alla foce e, in particolare, sulle spiagge.

La valutazione del trasporto solido, infine, assume importanza in tutti quei casi in cui la stabilità di opere in alveo possa essere alterata da fenomeni di scalzamento; si pensi ad esempio ai problemi di scalzamento delle pile di ponti o del piede di opere di arginatura provocato dalla capacità erosiva della corrente o anche di stabilità di versanti che, sottoposti al piede all'azione erosiva delle acque, possono causare smottamenti localizzati.

Il fenomeno è strettamente legato alle caratteristiche geomorfologiche e geologiche del bacino ed è difficilmente quantificabile a meno di monitoraggi e di modellazioni complesse. A questo proposito, è utile sottolineare la sostanziale generale mancanza di dati di campagna sul trasporto solido; la necessità di una sua quantificazione fa emergere pertanto l'opportunità di realizzare stazioni di monitoraggio su alcuni bacini considerati maggiormente significativi per il territorio ligure, in modo da poter applicare i dati ricavati anche su bacini contigui e/o litologicamente simili.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

La modellazione idraulica a fondo mobile è attualmente ancora piuttosto onerosa, soprattutto riguardo alla schematizzazione matematico-numerica, e non facilmente applicabile a casi generali, soprattutto nell'ambito della pianificazione di bacino. La modellazione richiede, in particolare, rilievi topografici e sedimentologici lungo il corso d'acqua che consentano di simulare con sufficiente accuratezza la dinamica dei sedimenti. Informazioni sull'evoluzione storica del profilo longitudinale del fondo del corso d'acqua risultano inoltre di grande utilità sia per la comprensione della tendenza evolutiva dell'alveo sia per la verifica dei modelli matematici di trasporto.

Considerata la rilevanza dell'effetto indotto da interventi in alveo sul trasporto solido (quali gli allargamenti localizzati, restringimenti determinati dalle pile di un ponte, scavo in curva, ecc) che non vengono normalmente tenuti in conto nella usuale modellazione idraulica, la progettazione di opere idrauliche dovrà prevedere consono franchi.

3.6 Evento alluvionale del 04.10.2010

3.6.1 Descrizione generale dell'evento

Nella mattinata del giorno 04/10/2010 l'areale varazzino è stato colpito da un intenso evento meteorologico che ha fatto registrare, nei pluviometri dell'area, un'altezza complessiva di pioggia pari a circa 300 mm in 18 ore, con un'intensità massima di 96 mm/h concentratasi per la gran parte in circa 3 ore nella prima mattinata.

L'altezza di precipitazione oraria massima è stata di 177.4 mm e quella di 3 ore pari a 285.8 mm.

Le precipitazioni si sono concentrate lungo la costa ed in particolare hanno messo in crisi i corsi d'acqua minori immediatamente a monte del centro urbano, mentre il Torrente Teiro è stato contenuto entro l'alveo.

Le conseguenti elevatissime portate hanno prodotto diffusi fenomeni di richiamo di materiali inerti lungo le sponde ed i versanti prospicienti i corsi d'acqua.

Le tipologie di dissesti che si sono manifestate comprendono fenomeni franosi sui versanti, fenomeni franosi incanalati, evolventi in colate detritiche, erosioni incanalate ed esondazioni coinvolgenti le piane di fondovalle.

In particolare l'ingentissimo trasporto solido che ha caratterizzato questo evento, ha determinato l'occlusione dei manufatti idraulici, la loro conseguente tracimazione ed il sovralluvionamento degli alvei stessi.

L'aggiramento dei citati manufatti ha comportato elevati flussi idrici lungo le strade in fregio ai corsi d'acqua, con coinvolgimento di decine di autoveicoli ed allagamento di numerosi fabbricati.

Il fenomeno meteorologico dianzi descritto ha comportato diffusi allagamenti del centro abitato al piede del percorso acclive dei rii interessati.

In particolare il Torrente Arzocco, esondando, ha provocato l'allagamento di un'areale del centro urbano di circa 11 ettari con tiranti anche superiori al metro ed elevate velocità dell'acqua.

La furia delle acque ha provocato il trasporto delle autovetture e lo sfondamento di alcune recinzioni di cortili e giardini accatastando materiale, fango ed autovetture.

Ulteriori porzioni del centro urbano in prossimità di piccoli rii (per circa 7 ettari) sono state interessate da allagamenti.

Nelle aree allagate erano presenti:

- l'edifici della scuola elementare del centro urbano che ha avuto tutto il piano fondi sommerso (mensa, aule speciali didattiche e palestre);

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

- gli uffici del giudice di Pace (piano terra inagibile e locale caldaia sfondato e allagato);
- biblioteca comunale, con piano terreno allagato;
- magazzini dei servizi tecnici comunali, allagato al piano terra e seminterrato;
- Palazzetto dello Sport (allagamento magazzini al piano seminterrato).

Gravissimi danni sono stati causati alle attività economiche (negozi, alberghi, officine, strutture socio-assistenziali ed attività artigianali). Il numero delle attività economiche interessate è stato di circa 150.

Numerosissime sono state le attività di emergenza attuate che vengono sintetizzate nel seguente riepilogo:

Prosciugamenti	38
Assistenza e trasporto	2
Rimozione fango	7
Verifiche statiche	30
Verifiche frane	14
Verifiche transitabilità	25
Ricerca dispersi	1
Persone evacuate	57
Soccorsi a persona	11
Soccorsi tecnici	85

riferite ai seguenti dati territoriali:

Aree in frane	circa 71.000 mq
Aree esondate/allagate	180.000 mq
Strade inagibili	circa 3,5 Km
Edifici prudenzialmente evacuati	4
Edifici inagibili	3

Circa 400 abitazioni siano state interessate da allagamenti totali o parziali.

Su tutto l'areale interessato dall'evento meteorico numerose strade comunali hanno subito danni. In particolare via Fossello, via Sciandra, via Don Minzoni, via Marconi, ed altre minori, sino ad un numero di circa venti.

Il numero degli edifici danneggiati in modo irreparabile è di tre unità, numerosi altri hanno subito gravi danni.

Ulteriori quattro edifici sono stati sgomberati in via precauzionale e gli abitanti sono stati alloggiati presso parenti o presso le strutture all'uopo attrezzate dalla Protezione Civile.

La stima dei danni, di larga massima, ha portato a valutare nei seguenti valori i danni patiti dalle strutture pubbliche e private:

- danni alle infrastrutture comunali viarie: 1.000.000,00-1.500.000,00 euro
- danni agli edifici ed ai servizi a rete comunali: 400.000,00 euro

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

- danni a strutture economiche ed esercizi commerciali: 3.000.000,00 euro
- danni a privati cittadini: 4.000.000,00 euro
- opere definitive di sistemazione di corsi d'acqua: 3.000.000,00-4.000.000,00 euro

La rete stradale provinciale interessata dall'evento è quella di fondovalle del torrente Teiro, individuata nella S.P. n. 542 "di Pontinvrea", nel tratto interessato tra la progressiva 27+600 loc S.Anna e la progressiva 29+700 loc. Parasio oltre alla tratta finale (comunale) coincidente con la via Piave.

In tale tratta si sono verificati almeno quattro significativi eventi:

- 1 Loc. s.Anna – esondazione rio S.Anna, che ha prodotto l'allagamento della sede stradale e il cedimento di parte della copertura privata a monte della sede stessa.
- 2 Tratta tra rio S.Anna e il rio Battaglia: interessata da un franamento del versante che ha prodotto il parziale cedimento della rete paramassi di protezione in testa al muro a monte nonché l'asportazioni di circa 60 – 70 m di guard-rail a valle della strada.
- 3 Esondazione del rio Battaglia, che ha prodotto l'invasione della sede stradale da parte di detriti e materiali vari e alcuni allagamenti, nonché l'ostruzione della tombinatura sottostrada.
- 4 Esondazione del rio dei Galli che ha variato il suo tracciato a monte dell'immissione della SP N. 57 "Varazze-Casanova- Stella S.Martino" provocando l'ostruzione con detriti sia dell'intersezione che del tratto a valle, lungo il quale il corso d'acqua si è impropriamente incanalato, sommergendo di fango e detriti la sede stradale fino alla loc. Parasio ed erodendo parte della pavimentazione.

Ulteriore viabilità che ha subito profonde incidenze è la SP n. 57 "Varazze-Casanova-Stella San Martino", che è stata pesantemente interessata da ripetute esondazioni del rio dei Galli e del rio Battaglia che hanno prodotto ingenti trasporti di materiali solidi e rocce, sia nel tratto iniziale (confluenza con SP 542) che in quello intermedio a valle di Casanova (loc. S. Pietro e immediate vicinanze) nonché ancora più a monte con puntuali scalzamenti della fondazione di alcuni muri portanti a valle della strada o di scarpate di contenimento.

In particolare nel primo chilometro, la piena del torrente ha comportato diverse fuoriuscite di materiale solido, detriti e rocce, ed ha ostruito tutti gli attraversamenti sottostrada, producendo significativi dissesti del piano viabile e delle opere di contenimento a valle.

In tale tratta la piena ha prodotto altresì l'asportazione delle contenute opere idrauliche presenti, in particolare erodendo le opere di difesa spondale e provocando fenomeni di dissesto che si sono spinti fino a coinvolgere la sede stradale.

Gli eventi hanno inoltre interessato anche la SP. N. 1 "Aurelia", coinvolta nella tratta tra Varazze ed il confine con la Provincia di Genova, da alcuni smottamenti e/o franamenti che hanno reso necessario l'intervento di un'impresa specializzata per lo sgombero della sede stradale.

Inoltre sul confine con Genova è esondato il torrente Arrestra, producendo l'allagamento del tratto stradale soprastante.

4 RISCHIO IDROGEOLOGICO

4.1 Premessa

Il concetto di rischio inteso come rischio totale è basato sulla combinazione di più fattori di natura tecnica (nel caso specifico idraulica e idrogeologica), ma anche socio-economica, tramite la nota espressione formale del rischio:

$$R = P \times E \times V,$$

dove:

- P: pericolosità, intesa come la probabilità che si realizzino le condizioni di accadimento dell'evento calamitoso;
- E: valore degli elementi a rischio, intesi come persone e beni;
- V: vulnerabilità, intesa come la capacità degli elementi a rischio a resistere all'evento in considerazione.

L'individuazione delle aree a rischio idrogeologico, costituito dal rischio idraulico e dal rischio geomorfologico, che porta alla redazione della carta del rischio idrogeologico, è una elaborazione prevista nella pianificazione di bacino stralcio dell'Autorità di bacino regionale già in atto, ma anche esplicitamente richiesta dall'*Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180/98*, pubblicato sulla G.U. del 5.1.1999.

La carta del rischio idrogeologico fa quindi parte degli elaborati necessari dei piani stralcio per il rischio idrogeologico e prevede la definizione di alcune classi di rischio attraverso l'incrocio delle classi di pericolosità (in questo caso rappresentate, come già visto, dalle carte delle fasce di inondabilità e suscettività al dissesto di versante) con gli elementi a rischio derivanti dalla carta di uso del suolo.

Lo scopo è essenzialmente quello di individuare aree più a rischio di altre, anche a parità di pericolosità, in dipendenza degli elementi che vi si trovano. Tramite la gradazione del rischio R si individuano infatti le zone in cui ad elevate criticità idrogeologiche è associata una maggiore presenza umana e, di conseguenza, si determinano le zone da difendere prioritariamente.

La carta del Rischio Idrogeologico, quindi, fornisce un quadro della situazione attuale del rischio nel bacino, utile in termini assoluti per valutare la criticità del bacino stesso, anche in relazione ad altri bacini. Essa rappresenta inoltre un importante strumento, anche se non il solo, per determinare con un criterio oggettivo le misure più urgenti di prevenzione e la priorità degli interventi di mitigazione (strutturali ma anche non strutturali).

Nella fase della pianificazione degli interventi si dovranno comunque valutare anche considerazioni di carattere più ampio della sola sovrapposizione delle carte di pericolosità con la carta degli elementi a rischio. Benché infatti la carta del rischio individui le aree con un maggiore carico insediativo o valore economico che ricadono in classi di alta pericolosità, non è detto che le criticità del bacino si limitino a quelle a più alto rischio evidenziate nella carta, né che la soluzione dello specifico problema debba vedersi esclusivamente come un intervento localizzato.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

Nei termini più ampi di gestione integrata del territorio si devono prevedere interventi che, oltre ad essere finalizzati alla mitigazione del rischio esistente, mirino comunque al riequilibrio del bacino nella sua unitarietà, così come previsto nelle dichiarazioni fondative della L. 183/89.

Si noti, infine, che la carta del rischio non sostituisce le mappature del rischio dei piani di protezione civile, pur costituendone un supporto essenziale, in quanto non è stata elaborata ad una scala di sufficiente dettaglio, soprattutto per quanto riguarda la classificazione degli elementi a rischio. Ai piani di protezione civile a livello comunale spetta naturalmente il compito di individuare e dettagliare i singoli elementi presenti in relazione alle loro funzioni, alla loro destinazione d'uso e alla loro specifica vulnerabilità, e soprattutto di individuare le opportune misure (non strutturali) di prevenzione e mitigazione del rischio per le diverse aree. A titolo di esempio, nel caso in esame, lungo l'asta principale si trovano varie abitazioni e viabilità prospicienti l'alveo (come già segnalato anche nel capitolo relativo alle criticità del bacino): i piani di protezione civile dovranno stabilire nel dettaglio e mettere in atto tutti gli accorgimenti (informazione, sistemi di allerta, piani di evacuazione, ecc.) per la salvaguardia dei residenti.

4.2 Determinazione del rischio idrogeologico

Il rischio idrogeologico, che ai sensi del D.L. 180/98 è costituito da rischio idraulico e rischio geomorfologico, è stato determinato tramite l'approccio sopra descritto. Il metodo è stato applicato (così come suggerito anche dall'atto di indirizzo relativo al citato D.L.) in modo più qualitativo che quantitativo. Non è stato cioè individuato il valore degli elementi a rischio in termini quantitativi né la specifica vulnerabilità dei singoli elementi, ma si è fornita una valutazione più globale e qualitativa che consente di individuare i fattori essenziali attraverso una procedura semplificata e che permette una sua gradazione in classi.

In particolare, si ricorda che si è assunto che la pericolosità P sia rappresentata dalle carte delle Fasce di Inondabilità e di Suscettività al Dissesto.

Si è inoltre assunta uniforme, e quindi pari a 1, la vulnerabilità degli elementi a rischio, volendo dare un maggior peso alle caratteristiche degli elementi a rischio rispetto alla loro capacità di sopportare le sollecitazioni esercitate dall'evento, dato di difficile valutazione allo stato di conoscenza attuale nell'ambito del presente piano, anche per ragioni di scala dell'analisi.

La definizione degli elementi a rischio, secondo quanto indicato nella raccomandazione n. 4 dell'Autorità di Bacino Regionale si basa sull'analisi della carta di Uso del Suolo e sull'individuazione delle seguenti quattro classi:

- E_0 : aree disabitate o improduttive.
- E_1 : edifici isolati, zone agricole.
- E_2 : nuclei urbani, insediamenti industriali e commerciali minori infrastrutture minori.
- E_3 : centri urbani, grandi insediamenti industriali e commerciali, principali infrastrutture e servizi.

Secondo la definizione del Comitato Tecnico Regionale i diversi gradi di rischio si determinano attraverso una matrice nella quale vengono posti in relazione le classi di pericolosità (idraulica e geomorfologica) con le classi degli elementi a rischio così come desunte dalla carta dell'Uso del Suolo.

Da tale intersezione, si ottengono le seguenti quattro classi di rischio:

- R_1 : rischio moderato.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

R₂: rischio medio.
R₃: rischio elevato.
R₄: rischio molto elevato.

Si è inoltre ritenuto di introdurre un'ulteriore classe di rischio R₀ definita come rischio lieve o trascurabile, che permette di estrarre le situazioni a rischio minore in ragione di pericolosità estremamente basse o di completa assenza di valenze socio-economiche. Tale classe è, in pratica, qui rappresentata dal complemento delle aree comprese nelle quattro classi di rischio rispetto alla superficie dell'intero bacino.

La carta del rischio idrogeologico che viene redatta rappresenta quindi le cinque classi di rischio sopra individuate e ha come finalità principale l'evidenziazione delle situazioni di maggiore criticità che possono produrre danno all'uomo e/o ai suoi beni.

Per la determinazione del rischio si sono adottate due matrici di rischio differenti per la parte idraulica e geomorfologica, in quanto il concetto di pericolosità P che si adotta nei due casi può assumere un significato fisico diverso.

- Elementi a Rischio

La carta degli Elementi a Rischio è stata redatta sulla base della carta dell'Uso del Suolo attraverso la seguente classificazione:

Classe Elementi a rischio	Sigle uso del suolo	Specifiche
E0	2.3 - 2.5 - 3.2 - 3.3 - 3.4 - 3.4.1 - 3.4.2 - 3.4.3	Prati e pascoli - Ex coltivi - Zone boscate - Zone caratterizzate da vegetazione arbustive - Rocce nude - Aree con vegetazione rada o assente
E1	1.3.1 - 1.4.1 - 1.4.2 - 2.1.2 - 2.2.3 - 3.4.1	Aree estrattive (dismesse) - Aree verdi urbane - Aree sportive - Seminativi in aree irrigue - Colture permanenti arboree - Oliveti - Spiagge
E2	1.1.2	Tessuto urbano discontinuo - Infrastrutture viarie principali (al di fuori del tessuto urbano continuo)
E3	1.1.1 - 1.2.1 - 1.2.2 - 1.2.2	Tessuto urbano continuo - Aree industriali e commerciali - Reti autostradali

Nel bacino del Torrente Sanda, inteso nella sua complessità come formato da due parti distinte, una localizzata nel comune di Celle Ligure ed una nel comune di Varazze sono presenti tutte le classi sopra elencate. In particolare la parte "montana" del bacino è interessata quasi esclusivamente da zone boscate che sono state inserite, per accordo di gruppo di lavoro, nella classe E0. In questa sede si crede opportuno sollevare l'osservazione che talvolta le zone boscate possono essere considerate come ricadenti in classe E1 in funzione del loro carattere di produttività. Infatti non è infrequente, specie nelle zone limitrofe ad insediamenti sparsi, l'utilizzo delle aree boscate quale approvvigionamento di legname per utilizzi differenti. La cartografia di sintesi prodotta comunque considera tutte le zone boscate alla stregua di aree improduttive e quindi ricadenti nella classe E0. D'altra parte un rilevamento di dettaglio dell'effettivo utilizzo di tali aree non è chiaramente possibile per studi alla scala di bacino, dovendo invece trovare luogo, a giudizio degli scriventi, in più dettagliati piani a livello locale.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

Le aree prossime ai centri urbani minori o a zone di insediamento sparso sono caratterizzate da terreni ad uso agricolo eterogeneo e per tanto ricadono in classe E1. Queste zone sono principalmente localizzate nel settore occidentale del bacino in corrispondenza delle frazioni di Pecorile, Cassisi Boschi e Castagnabuona prossime alla costa e di Sanda nel settore più interno. Il settore orientale presenta questi elementi esclusivamente localizzati in prossimità della costa e nella zona dei piani di Invrea

Le zone E2, invece, essendo rappresentate da tessuto urbano discontinuo interessano tutta la parte occidentale del Bacino, più in generale si ramificano per tutto il territorio studiato poiché, in tale classe, ricadono tutte le infrastrutture viarie minori. Si è scelto di voler includere effettivamente tutte le strutture viarie perché tali manufatti costituiscono un fattore rilevante nella prevenzione del rischio. Si pensi ad esempio al Rischio da Incendio. In questo frangente infatti anche le infrastrutture viarie minori e, per estensione, anche le piste forestali risultano di grande importanza per trasferire persone e mezzi in luoghi sicuri e personale di intervento in area operativa.

La classe E3 occupa essenzialmente la parte prospiciente la costa dove il tessuto urbano della città di Celle si sviluppa e i tratti autostradali.

- Rischio geomorfologico

Come già evidenziato l'analisi del rischio geomorfologico viene affrontata, con un certo grado di approssimazione, ponendo a confronto gli elementi a rischio con le aree del bacino caratterizzate da una suscettività al dissesto di versante.

La matrice di intersezione utilizzata può essere così schematizzata:

		SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DEI VERSANTI				
ELEMENTI A RISCHIO	Suscettività molto bassa	Suscettività bassa	Suscettività media	Suscettività alta	Aree in frana attiva	
E0	R₀	R₀	R₀	R₁	R₁	
E1	R₀	R₁	R₁	R₂	R₃	
E2	R₀	R₁	R₂	R₃	R₄	
E3	R₀	R₁	R₂	R₄	R₄	

Per quanto riguarda gli ambiti territoriali interessati da cave attive e discariche in esercizio, ove vige una specifica normativa di settore, si è ritenuto di attribuire a dette aree di rischio "R3 elevata", in considerazione sia dell'intrinseco grado di pericolosità geomorfologica che le caratterizza sia in relazione alla classe di "elemento a rischio" a cui appartengono (Classe E3).

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

- Rischio idraulico

La pericolosità, per quanto riguarda il rischio di inondazione, è legata al tempo di ritorno della portata di massima piena. Come già visto sono stati individuati essenzialmente tre livelli di pericolosità idraulica, uno elevato (T=50 anni), uno medio (T=200 anni) e uno basso (T=500 anni).

Il rischio idraulico è stato determinato dalla sovrapposizione delle tre fasce suddette con gli elementi a rischio, secondo le intersezioni indicative riportati nella matrice seguente:

ELEMENTI A RISCHIO	FASCE DI INONDABILITÀ		
	200 <T <=500 fascia C	50 <T <=200 fascia B	T <=50 fascia A
E0	R0	R1	R1
E1	R1	R2	R3
E2	R2	R3	R4
E3	R2	R4	R4

Si noti che nella matrice del rischio si ottengono classi di rischio elevato o molto elevato (R₃ ed R₄) solo per i tempi di ritorno duecentennale e cinquantennale; ciò è coerente con l'obiettivo postosi nella pianificazione di bacino di ridurre il rischio di inondazione a tempo di ritorno pari a 200 anni. La fascia C, infatti, ha lo scopo principale di individuare aree di attenzione e costituisce uno strumento soprattutto a livello di misure protezione civile.

4.3 Carta del rischio idraulico

Dall'applicazione delle matrici del rischio idraulico (riportate nel precedente paragrafo), a partire dalla carta delle fasce di inondabilità e degli elementi a rischio già elaborate per lo specifico bacino, si è individuata la zonizzazione in classi di rischio riportata nella Carta del Rischio Idraulico.

Torrente Sanda:

Il tratto è caratterizzato da classi di rischio idraulico R₄ e R₃; infatti, nonostante il grado di urbanizzazione sia minore rispetto al centro abitato posto a valle, gli insediamenti sono disposti in maniera continua lungo il corso d'acqua.

Torrente Ghiare:

Tutto il tratto analizzato è caratterizzato da rischio idraulico molto elevato (R₄). Tale livello di rischio è dovuto alla forte urbanizzazione del tratto e, quindi, alla presenza di elementi a rischio appartenenti alle classi E₃ ed E₂.

Rio Lavadore:

Il tratto di corso d'acqua analizzato presenta diffuse aree a rischio elevato e molto elevato dovute alla presenza di importanti criticità idrauliche in zone caratterizzate da elevato grado di urbanizzazione.

Rio Portigliolo:

L'unica area cui vengono attribuite classi di rischio è quella fociva dove è presente un campeggio e che è caratterizzata da rischio R₄ e R₃.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

Rio dei Pescatori:

Non si rilevano significative aree soggette a rischio elevato in quanto nella zona, pur avendo alcune criticità, non ci sono aree urbanizzate

Rio Rianello:

Si rilevano aree a rischio molto elevato (R4), dovute al forte grado di urbanizzazione del rio, nei seguenti tratti:

- a monte del rilevato stradale per Castagnabuona in una fascia perfluviale in sponda destra
- lungo il tratto terminale tombinato dal rilevato ferroviario ai cantieri navali
- allo sfocio nel cantiere navale in prossimità del guado di cantiere.

Rio S. Brigida:

Si rilevano aree a rischio molto elevato (R4), dovute al forte grado di urbanizzazione del rio, nel tratto a valle del rilevato ferroviario. A monte si ha un rischio minore che va da R3 a R1.

Successivi studi potranno in seguito analizzare eventuali fenomeni di allagamento dovuti non ad inondazioni fluviali ma a fenomeni la cui dinamica oggi non rientra nelle specifiche di questo studio.

4.3.1 Carta del rischio idraulico per bacini minori

La situazione attuale non consente, in generale, il deflusso della portata cinquantennale e le zone limitrofe a tali aste rappresentano aree con livello di rischio R4, gli interventi possibili per la mitigazione del rischio sono senz'altro individuabili in un rifacimento della tombinatura attuale ed in una sistemazione con opere di regimazione delle acque a monte della tombinatura stessa.

Per la definizione del rischio si rimanda ai criteri per l'elaborazione dei piani di bacino, in particolare alla Raccomandazione della Regione Liguria n.8/2000.

I tratti d'asta e le tombinature indagati sono evidenziate nella carta degli interventi allegata alla presente relazione.

Per i piccoli bacini la valutazione del rischio idraulico è stata effettuata solo sui tratti indicati quali criticità idrauliche sulla base dei sopralluoghi effettuati e non avendo quindi trattato in modo classico gli aspetti idraulici di tali rii minori non sono state individuate le fasce.

Lo spirito del decreto 180 è quello di condurre il paese ad un primo livello di informazione del rischio idrogeologico presente sul territorio entro il 30 giugno 2001.

La stesura di un piano di bacino stralcio si basa sulle informazioni già note di situazioni di rischio presenti sul territorio (progetto AVI, aree storicamente inondate ..) e su studi approfonditi e di dettaglio in aree urbanizzate e/o a noto rischio elevato.

Con questo spirito e nell'ottica di una prima valutazione del rischio idraulico presente sul territorio in esame, e quindi al fine della perimetrazione delle aree a maggior rischio come previsto dal decreto 180, si è proceduto all'elaborazione di studi idraulici di dettaglio e di approfondimento di studi esistenti solo sulle aste urbanizzate dei principali rii e torrenti presenti sul territorio della provincia o su tratti d'asta fluviali ricadenti in aree storicamente inondate e nelle quali non siano stati eseguiti interventi di messa in sicurezza .

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: SANDA

In tale analisi sono stati esclusi nella stesura del piano di bacino stralcio i bacini con area inferiore ai 10 km² per i quali si è comunque proceduto ad una analisi speditiva atta ad individuare le criticità di origine idraulica presenti e quindi indicare alla amministrazione competente i vincoli da adottare. In particolare sono state individuate le sezioni di imbocco e sbocco delle tombature insufficienti e le opere di attraversamento che non consentano il deflusso di portate con tempo di ritorno cinquantennale.

4.4 Carta del Rischio geomorfologico

La carta del Rischio geomorfologico deriva dalla sovrapposizione della carta della Suscettività al Dissesto e della carta degli Elementi a Rischio applicando la matrice della determinazione del rischio come sopra riportato. Questa carta evidenzia zone a differente rischio mettendo in risalto aree in cui a un'elevata suscettività al dissesto, cioè aree in cui la possibilità di verificarsi un evento più o meno grave risulta elevata, corrisponde la presenza di soggetti vulnerabili da tali occorrenze.

Di particolare rilevanza sono tutte quelle aree interessate da elementi in classe E2, cioè essenzialmente insediamenti sparsi, e da coltri di media potenza. Queste aree, come già sopra compiutamente descritto, interessano gran parte del settore "collinare" del bacino e, globalmente, risultano densamente popolate.

Particolare attenzione va posta nell'utilizzo di questo prodotto di sintesi perché, ancorché la suscettività al dissesto sia stata redatta con una particolare attenzione allo sviluppo areale delle condizioni di pericolosità, la carta del rischio geomorfologico non considera affatto l'evoluzione del territorio a seguito del dissesto.

In particolare si possono evidenziare situazioni per le quali l'evoluzione del territorio a seguito del dissesto genera condizioni di criticità potenzialmente elevata. Ad esempio, le numerose strade di collegamento tra le molte frazioni presenti nell'area di studio in occasione di eventi piovosi quali quelli tipici dei mesi autunnali e subordinatamente primaverili, assumo un ruolo di elemento di drenaggio talvolta rilevante. Piccoli dissesti possono generare sbarramenti al deflusso che altrimenti seguirebbe le vie previste deviando le acque ed incanalandole a monte di coltri che, imbibite, possono modificare le loro caratteristiche geotecniche e rivelarsi instabili. E' possibile indicare situazioni anche più gravi nelle quali un movimento franoso importante, si pensi ad esempio al caso eclatante del dissesto di S.Giacomo, che interessa il corso del T.Portigliolo creando, nel peggiore dei casi uno sbarramento oppure, più probabilmente aumentano notevolmente il carico solido. Tale eventualità genera una migrazione del rischio verso altri settori. In quest'ottica si ritiene che dovrebbero essere valutati non solo i rapporti tra la Suscettività al Dissesto e gli Elementi a Rischio, ma anche gli effetti di modifica del territorio a seguito dei potenziali dissesti.

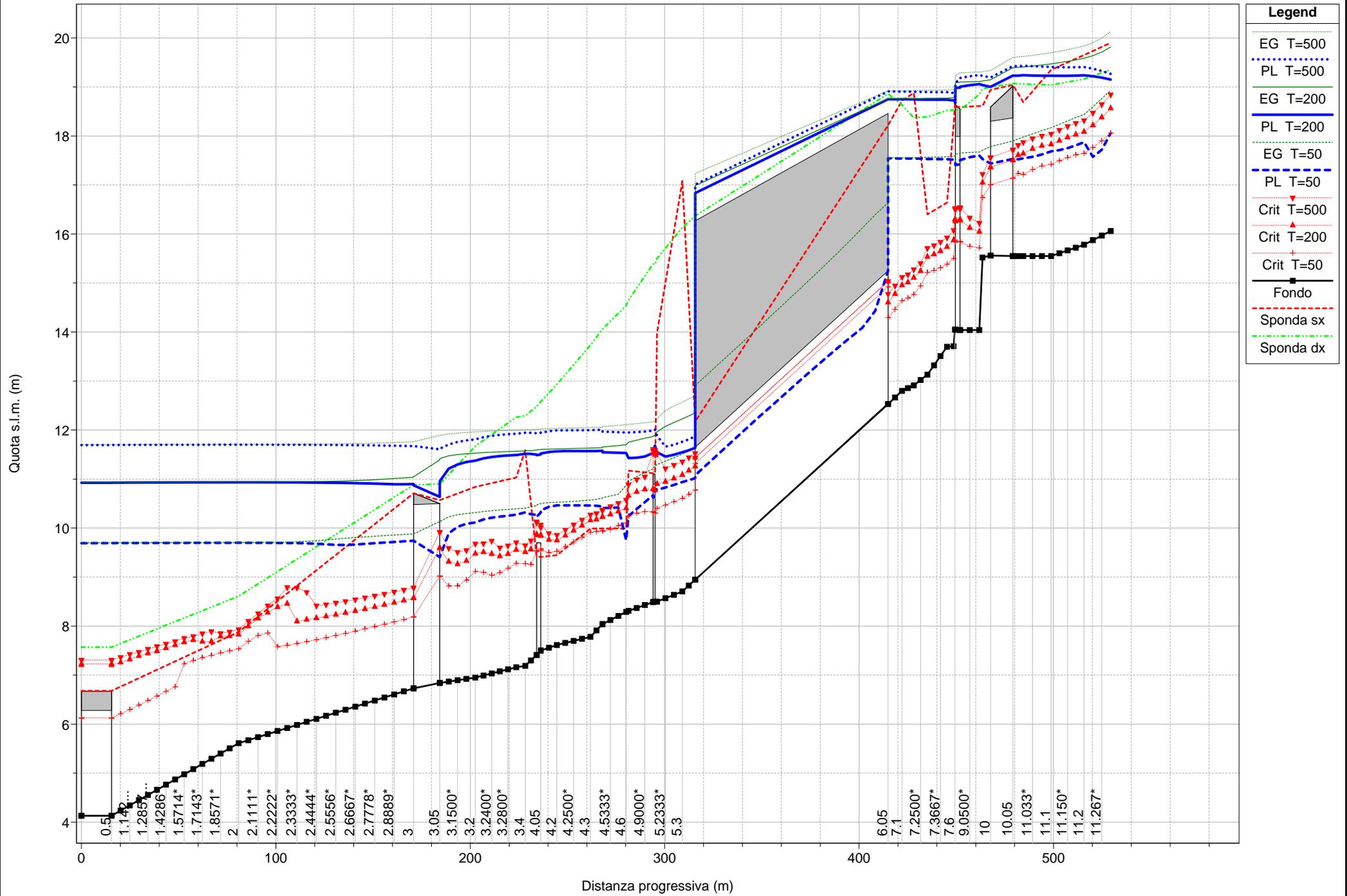
ALLEGATO 2

Verifiche idrauliche Rio Lavadore

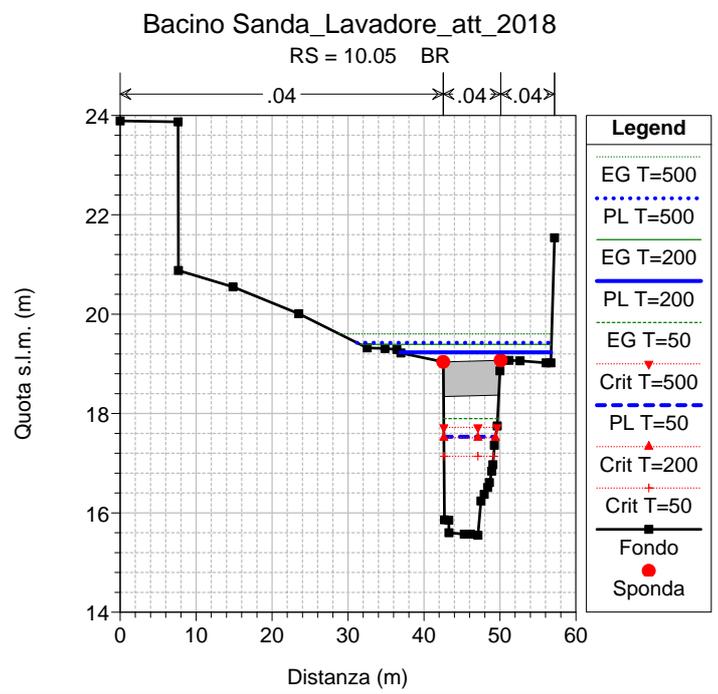
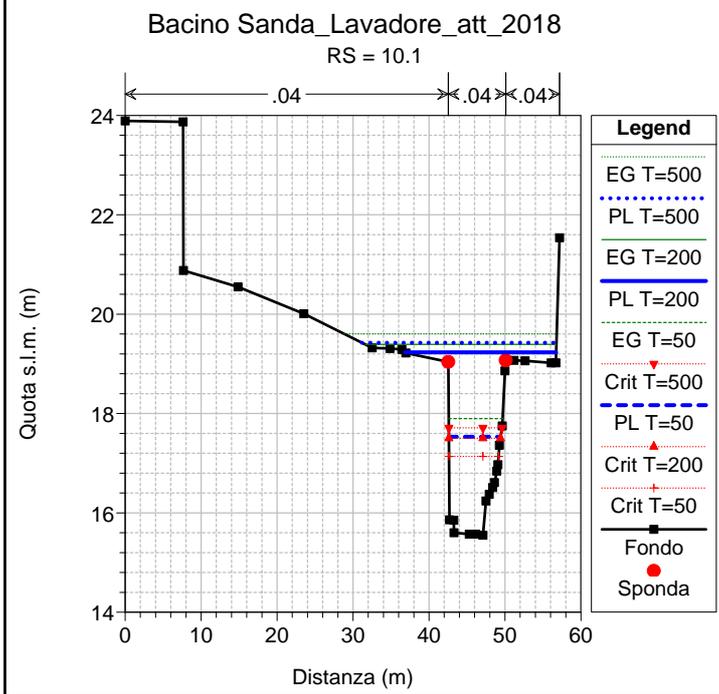
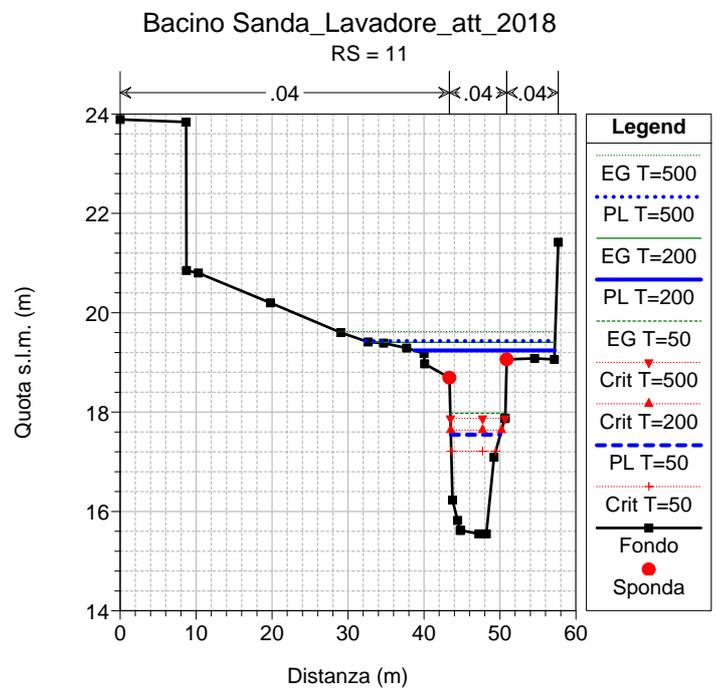
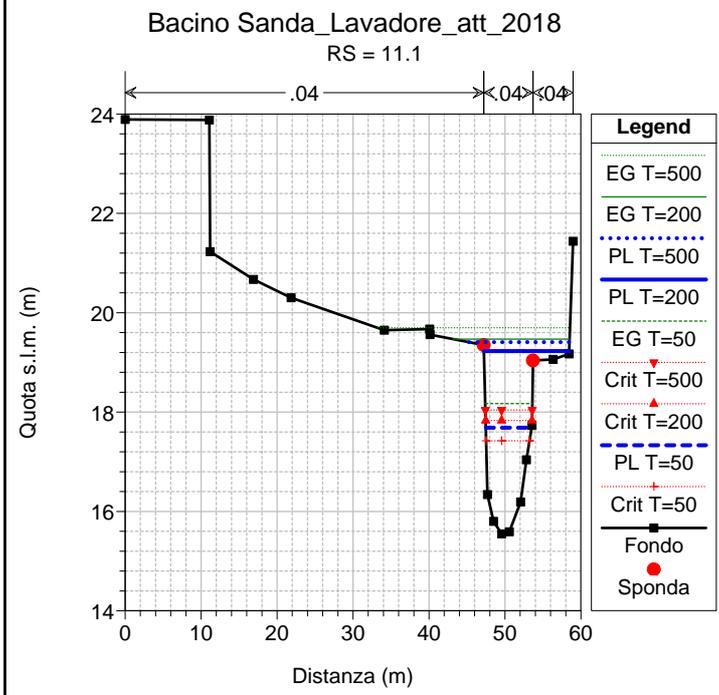
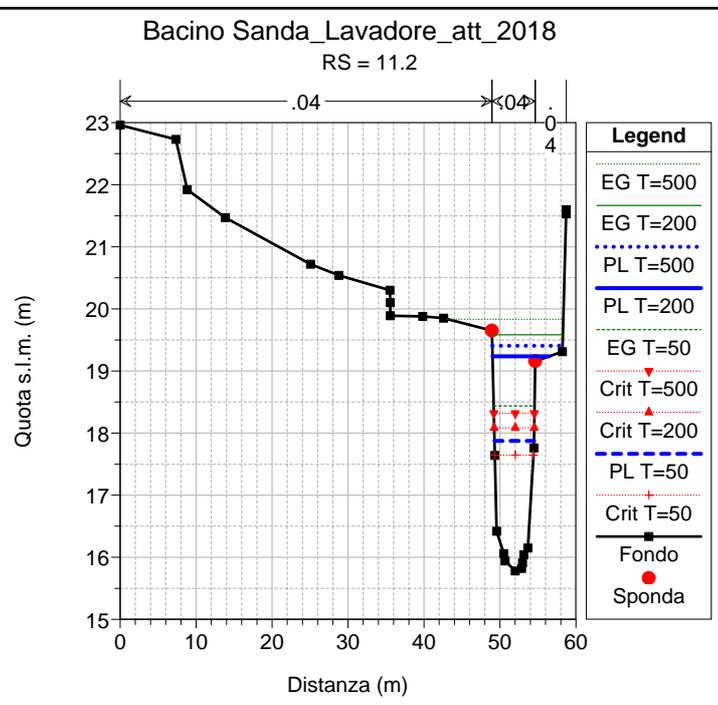
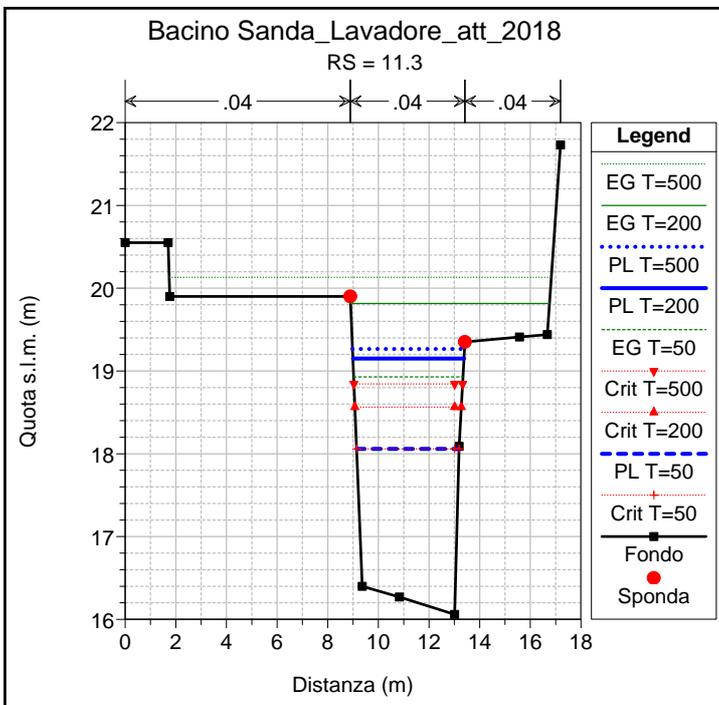
Sez. 0 – 11.3

- Profilo longitudinale
- Sezioni trasversali
- Tabelle dei risultati

Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

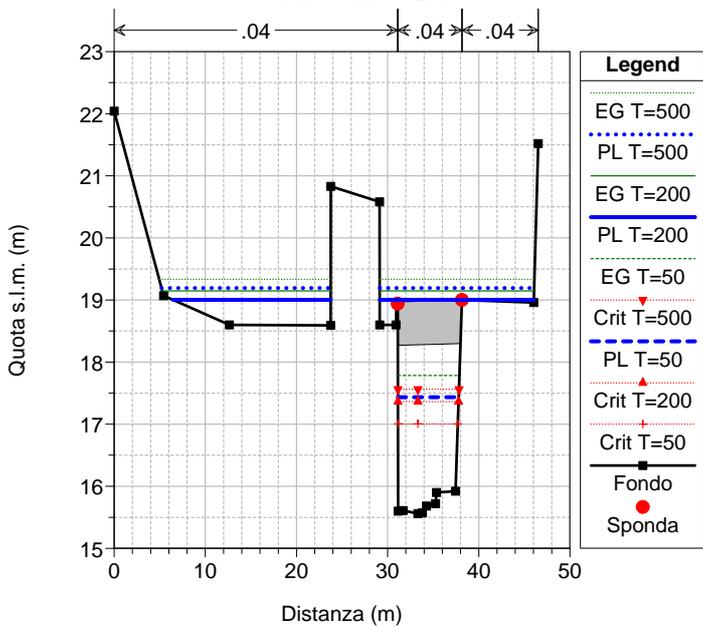


1 cm Horiz. = 25 m 1 cm Vert. = 1 m



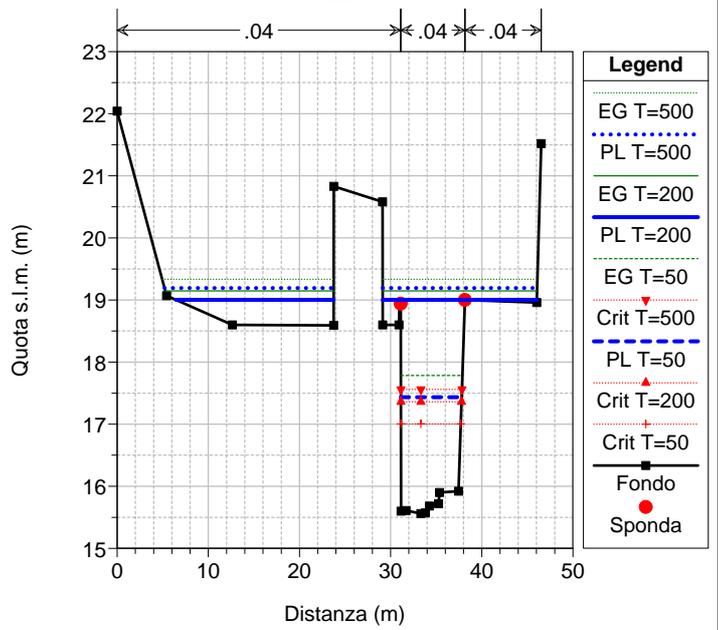
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

RS = 10.05 BR



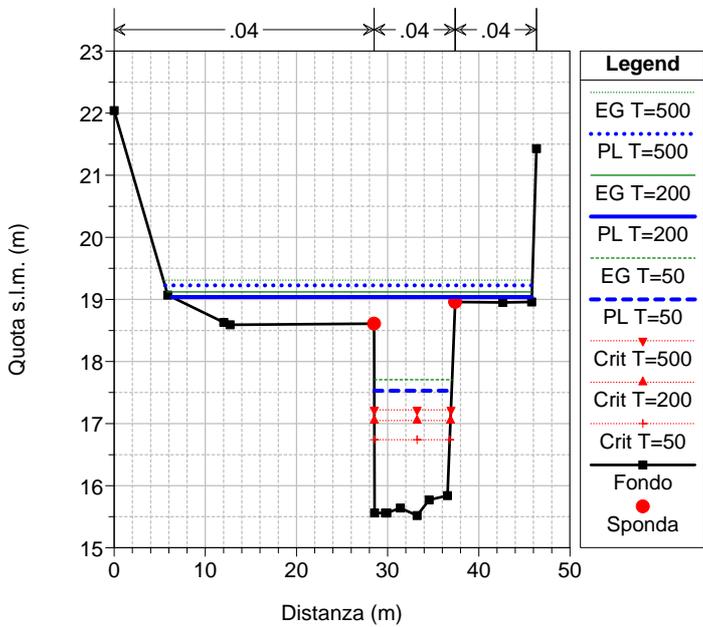
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

RS = 10



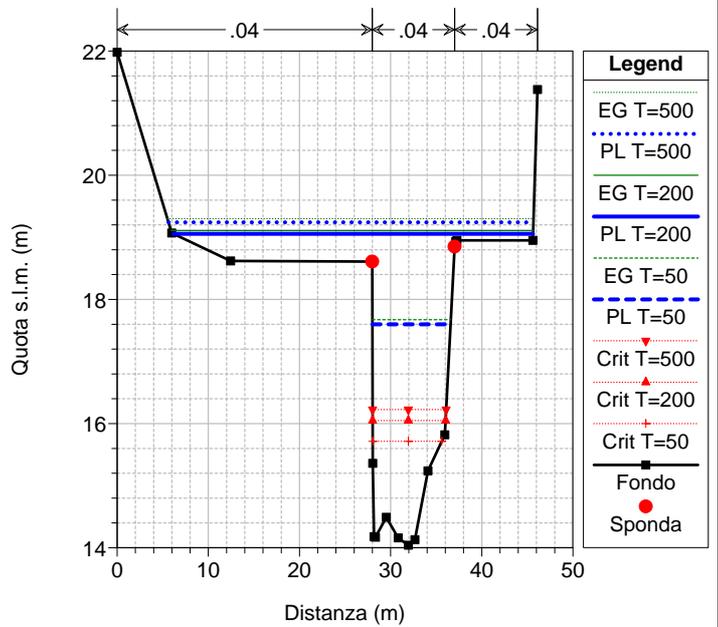
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

RS = 9.2



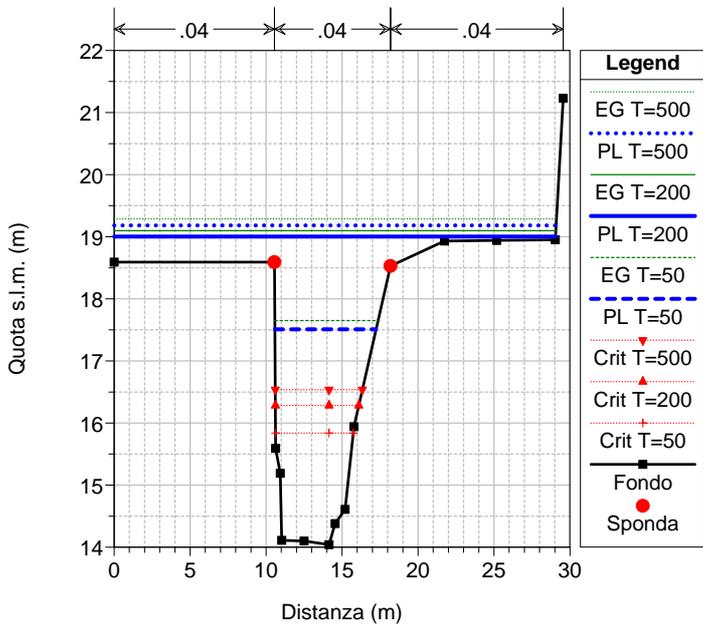
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

RS = 9.1



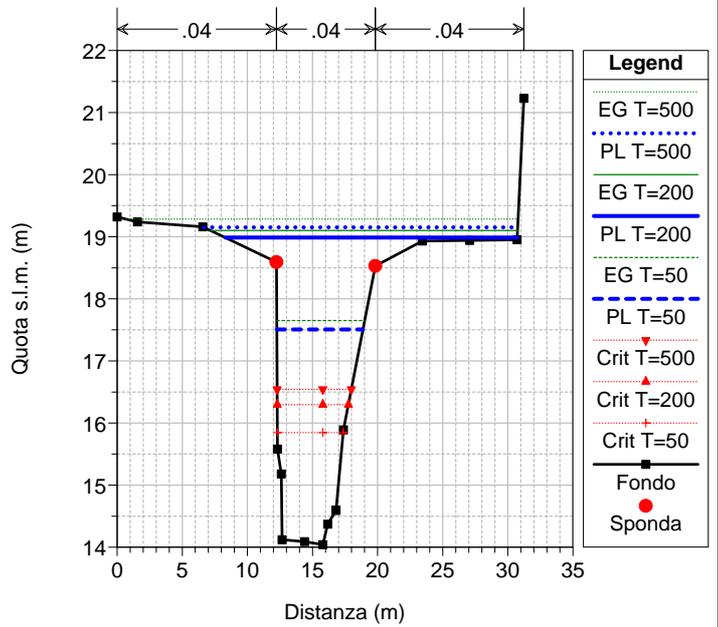
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

RS = 9



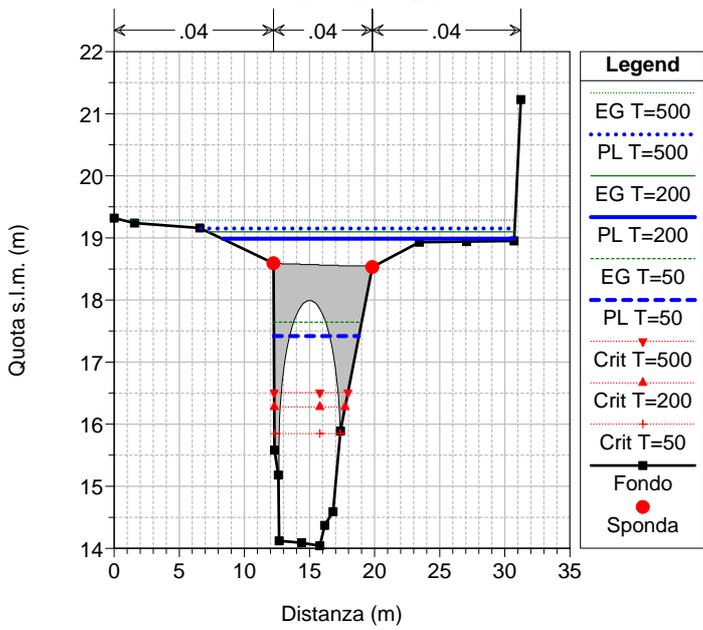
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

RS = 8.1



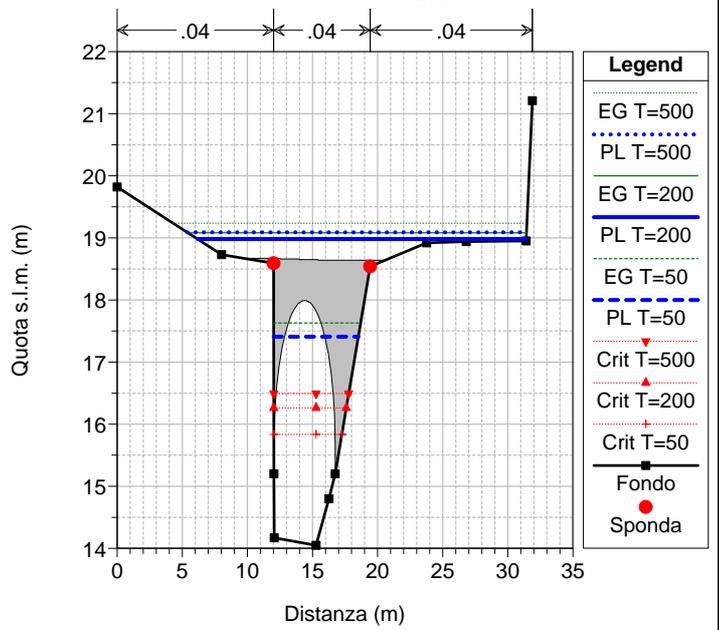
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

RS = 8.05 BR



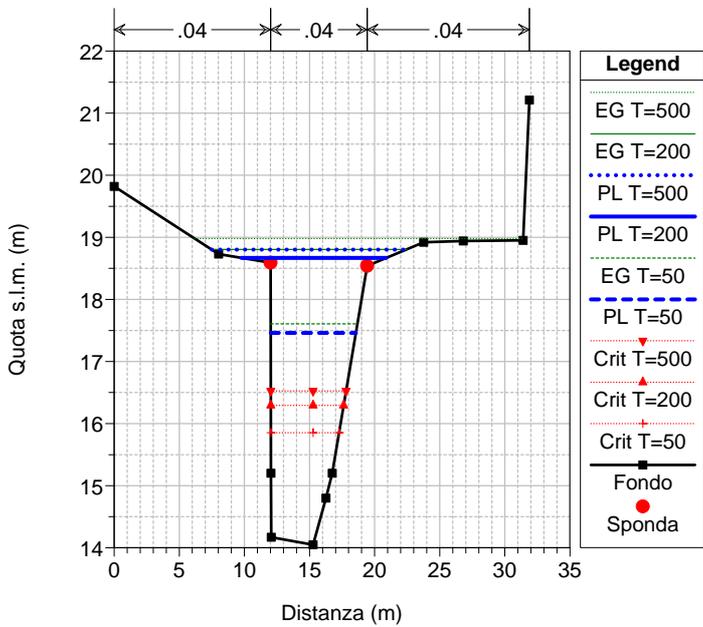
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

RS = 8.05 BR



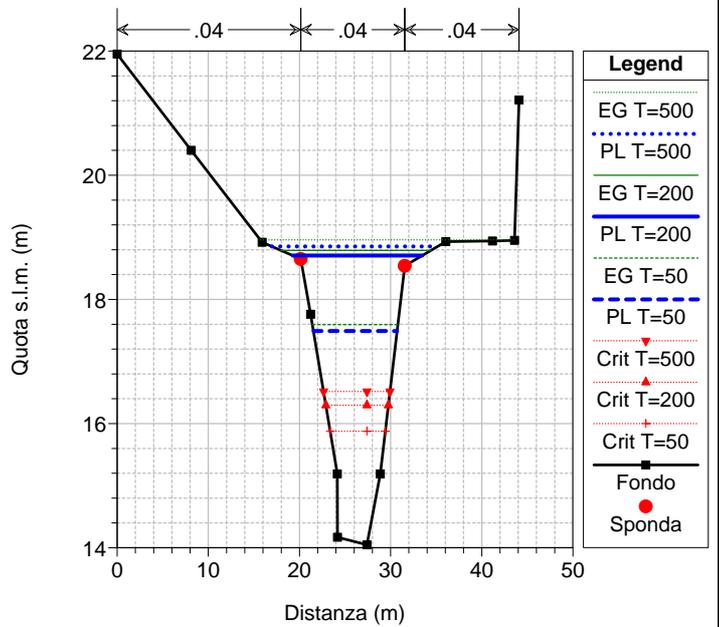
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

RS = 8



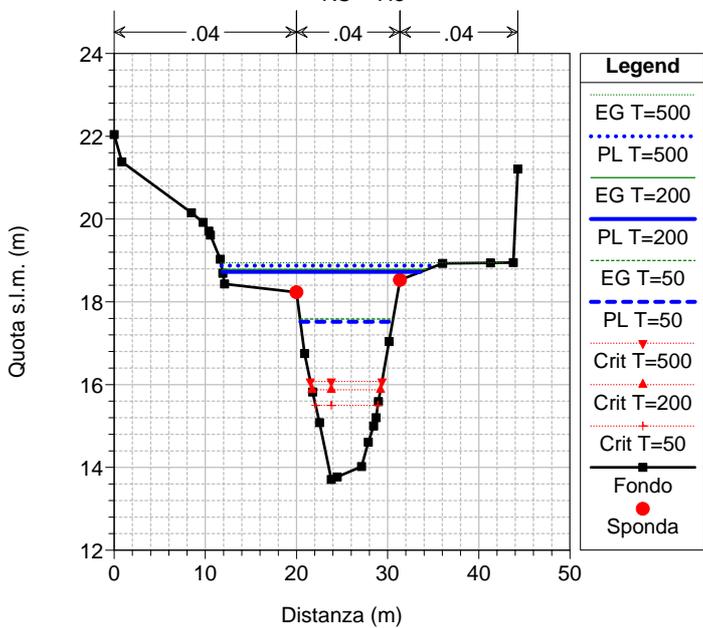
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

RS = 7.6



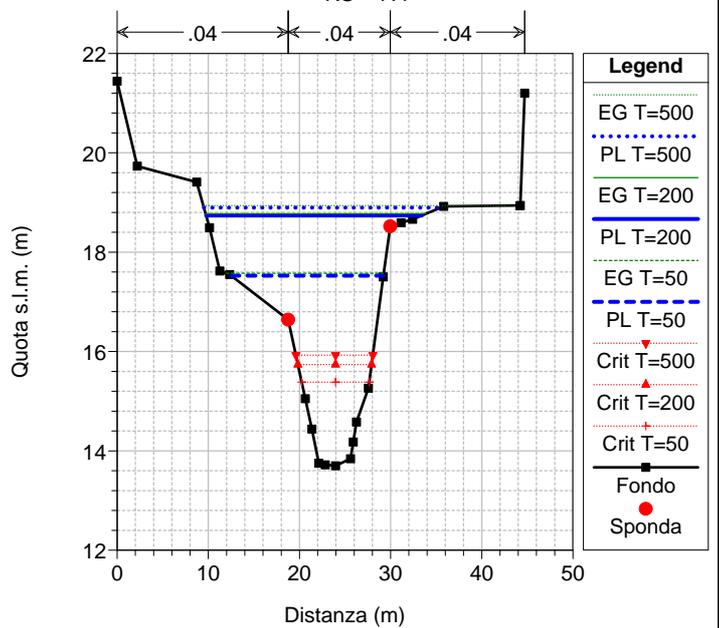
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

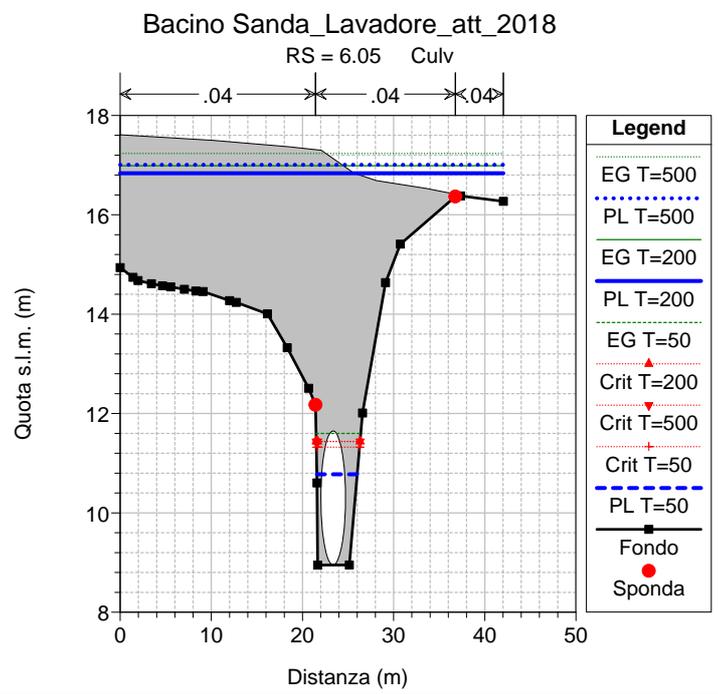
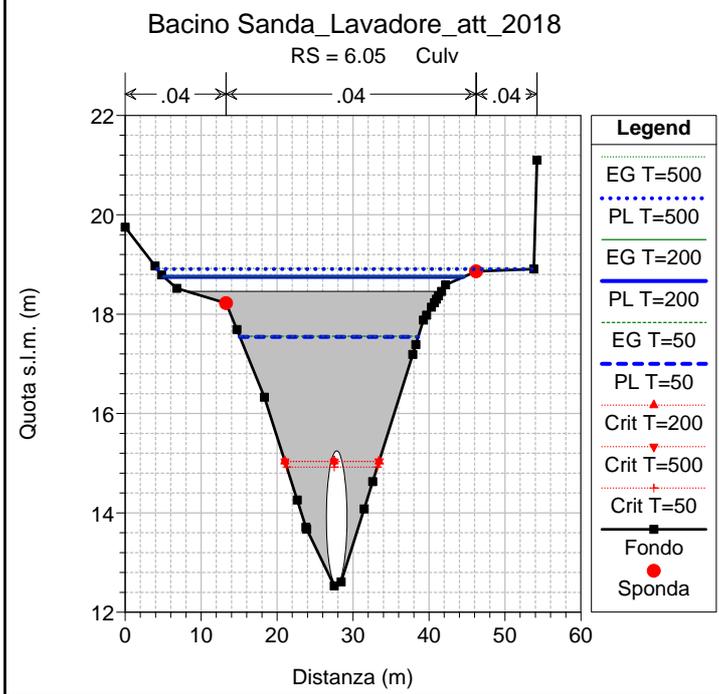
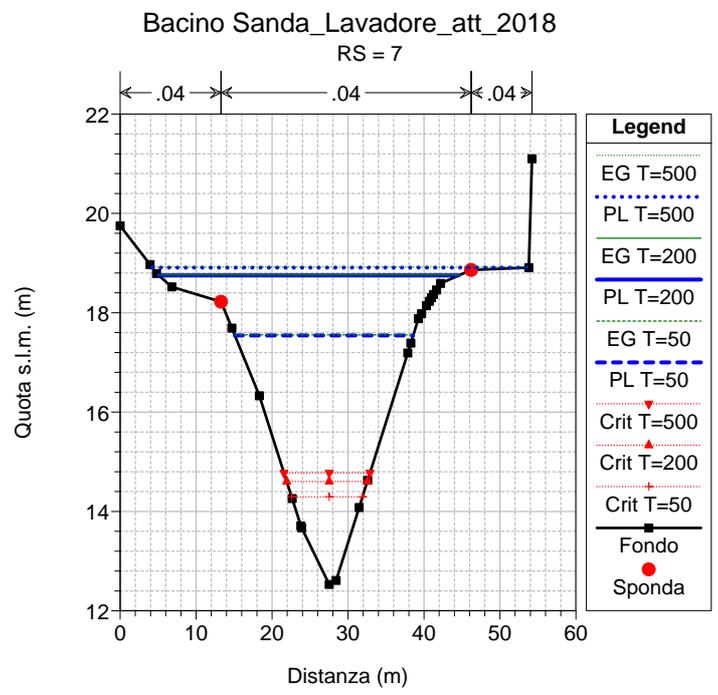
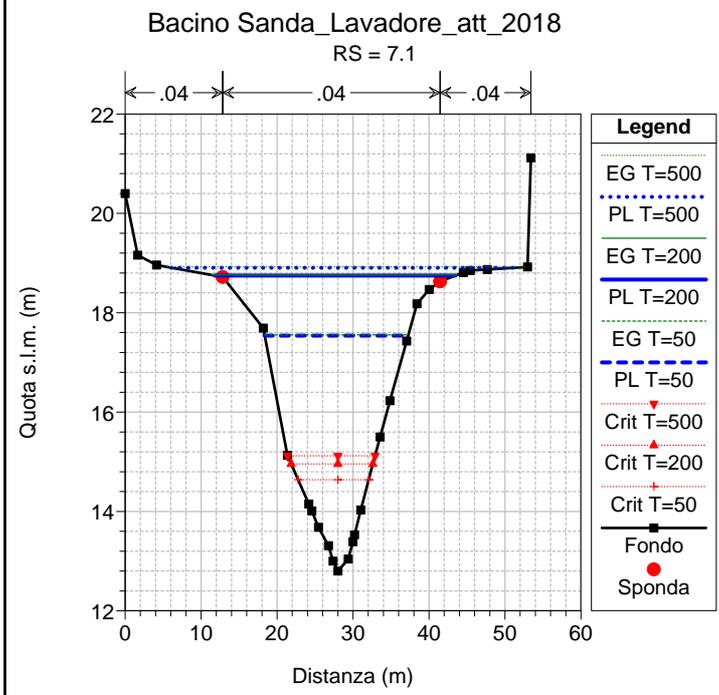
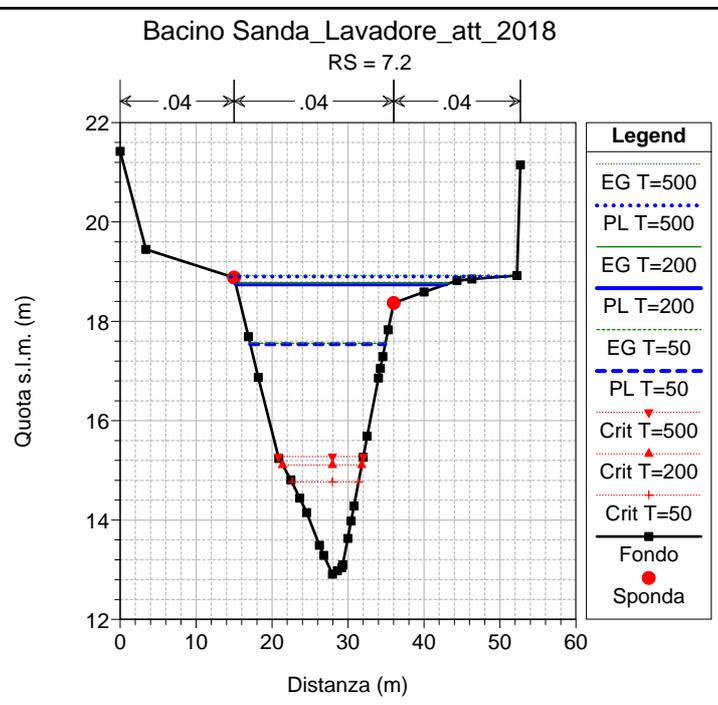
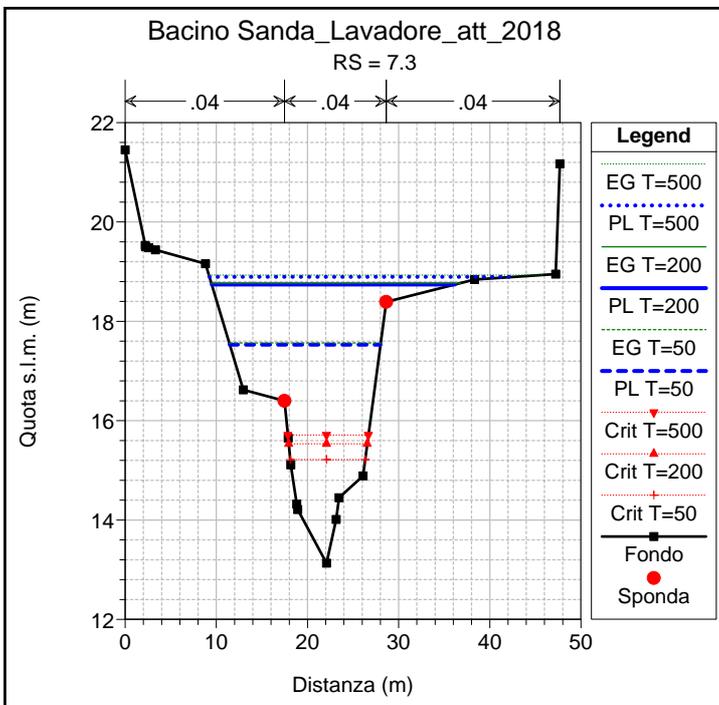
RS = 7.5



Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

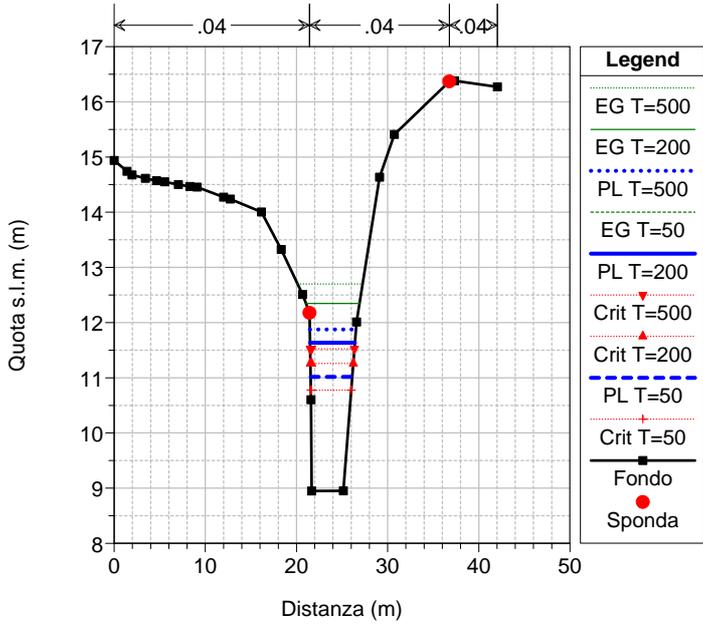
RS = 7.4





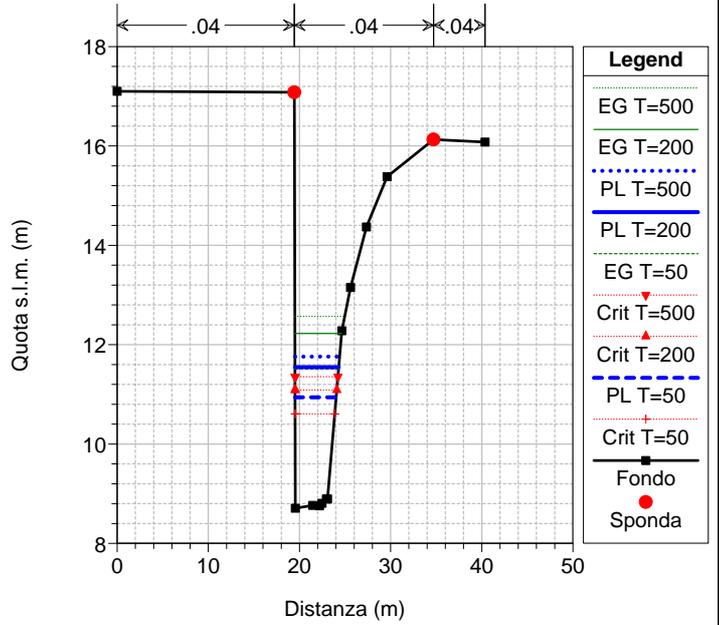
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

RS = 6



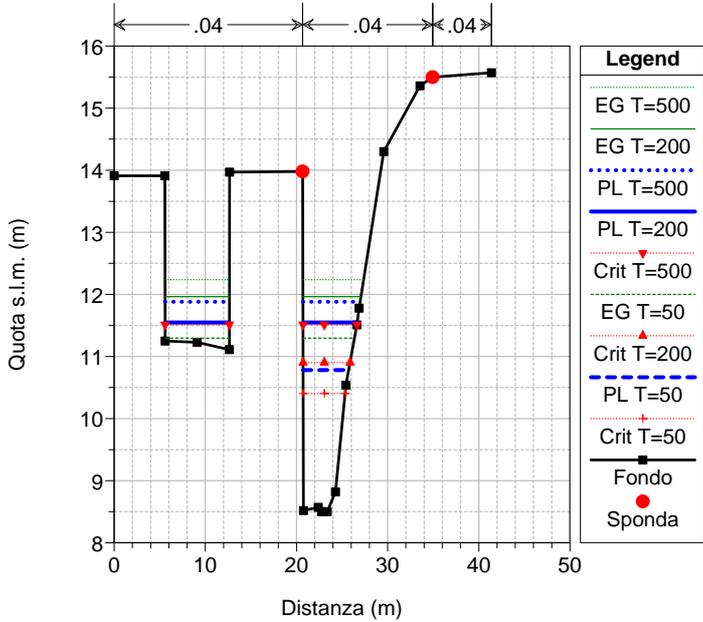
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

RS = 5.3



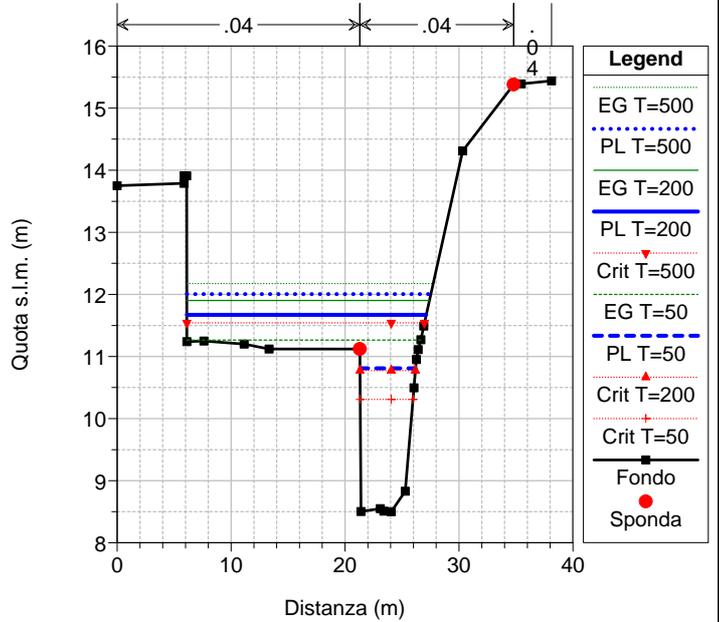
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

RS = 5.2



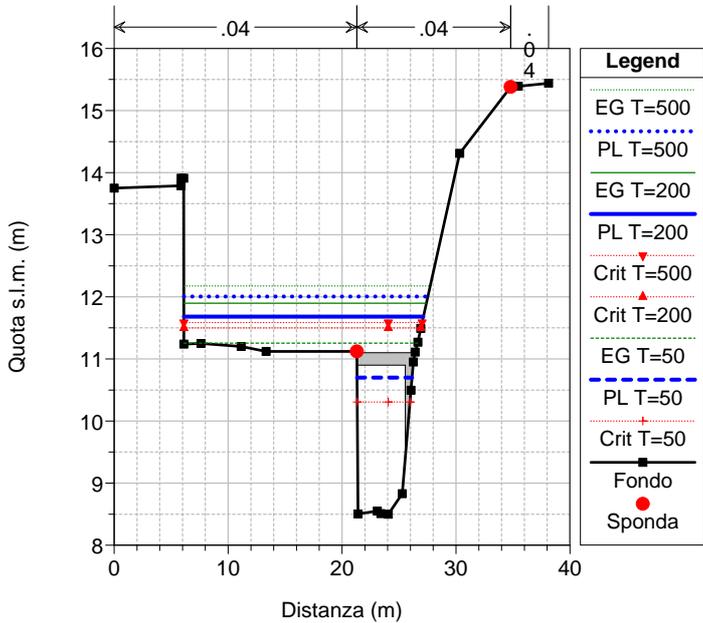
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

RS = 5.1



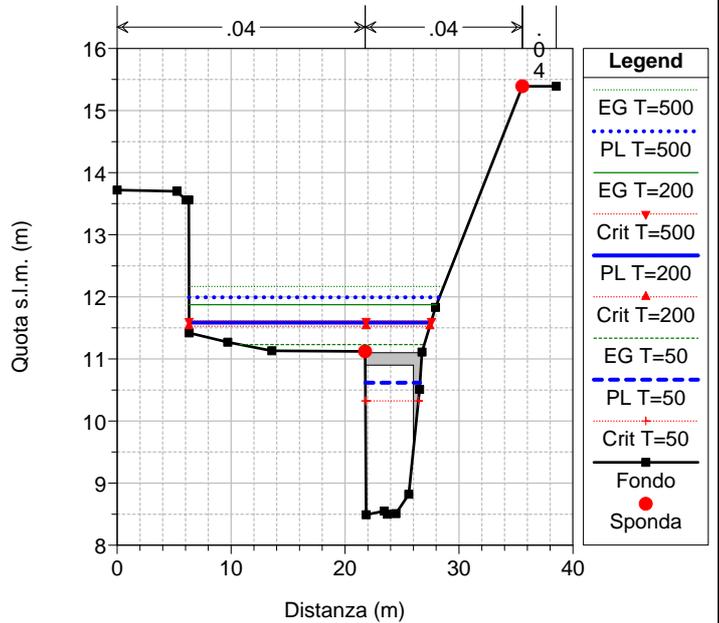
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

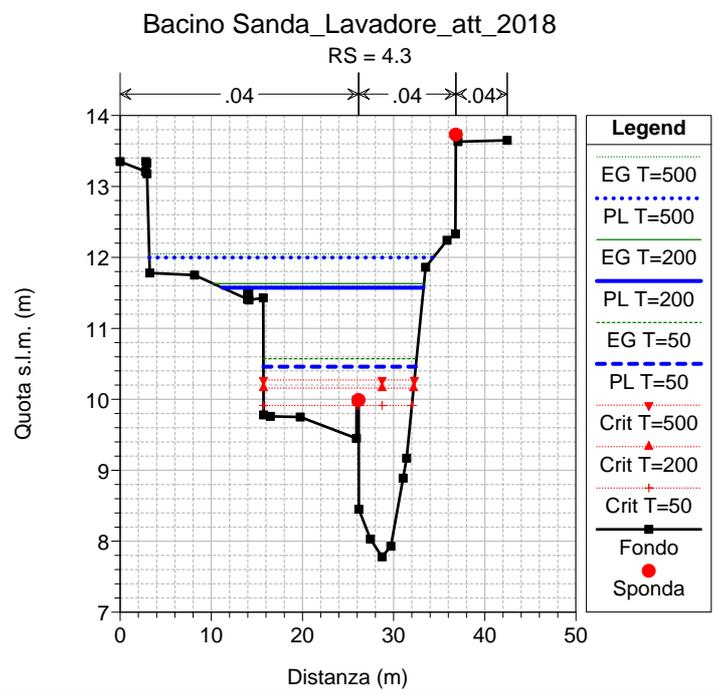
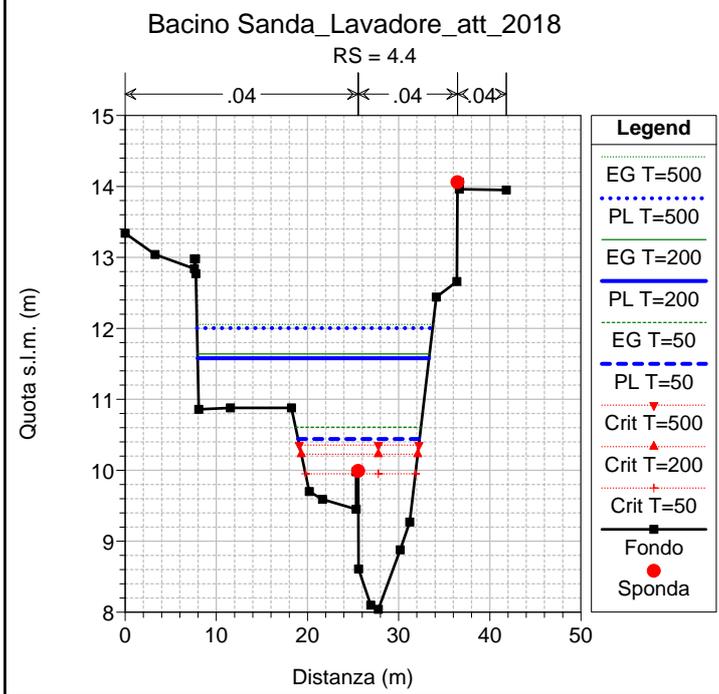
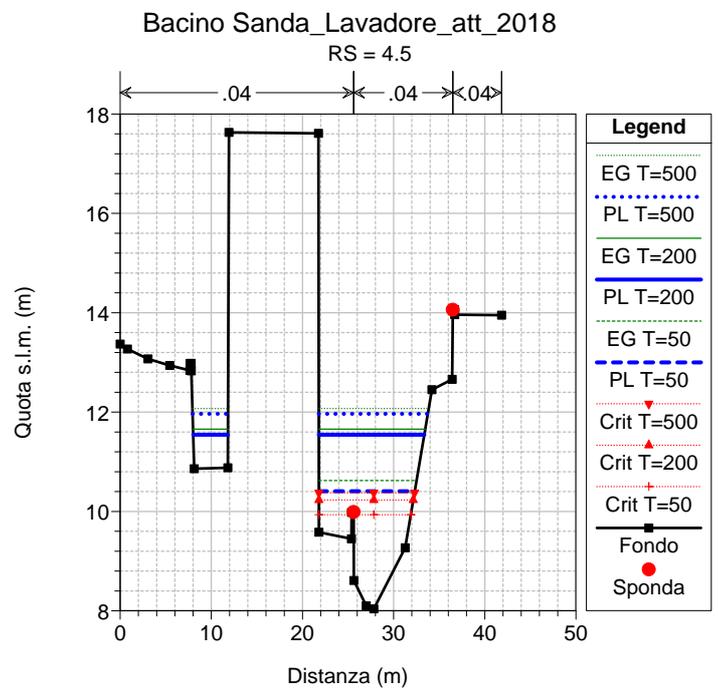
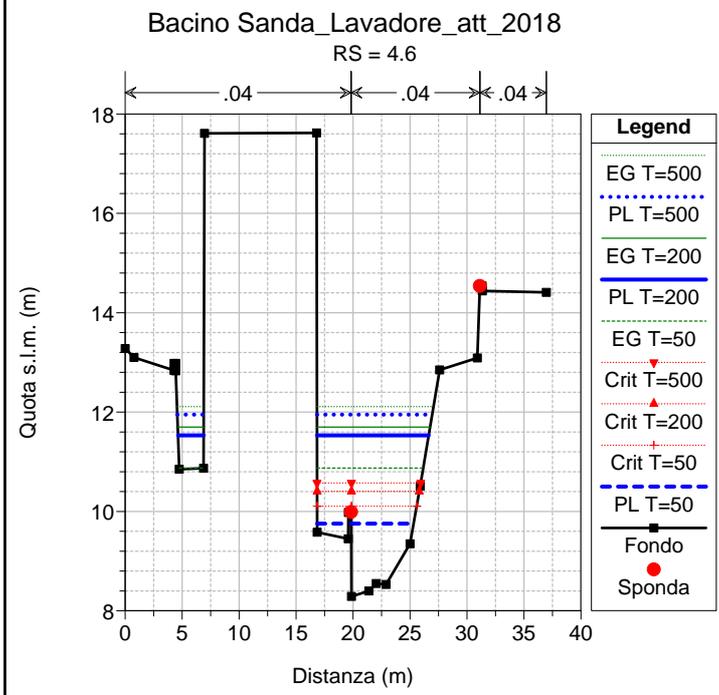
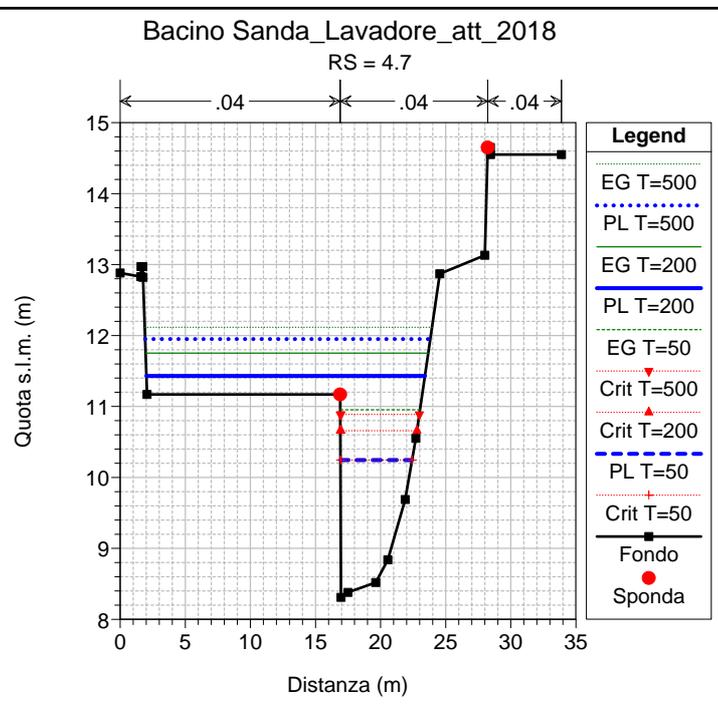
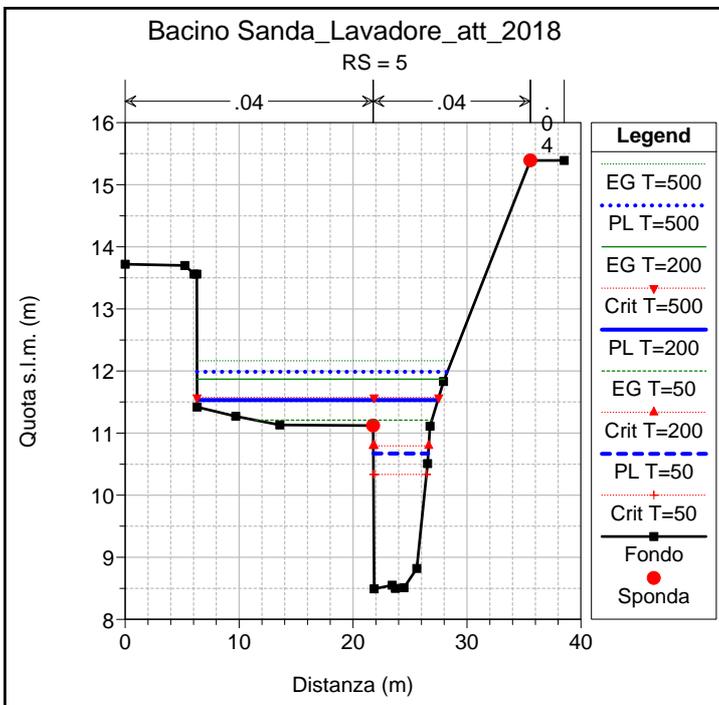
RS = 5.05 BR



Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

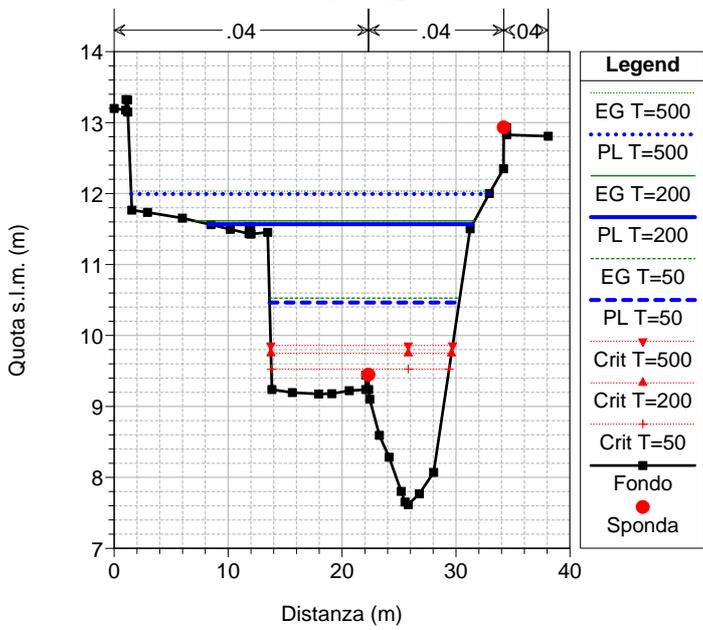
RS = 5.05 BR





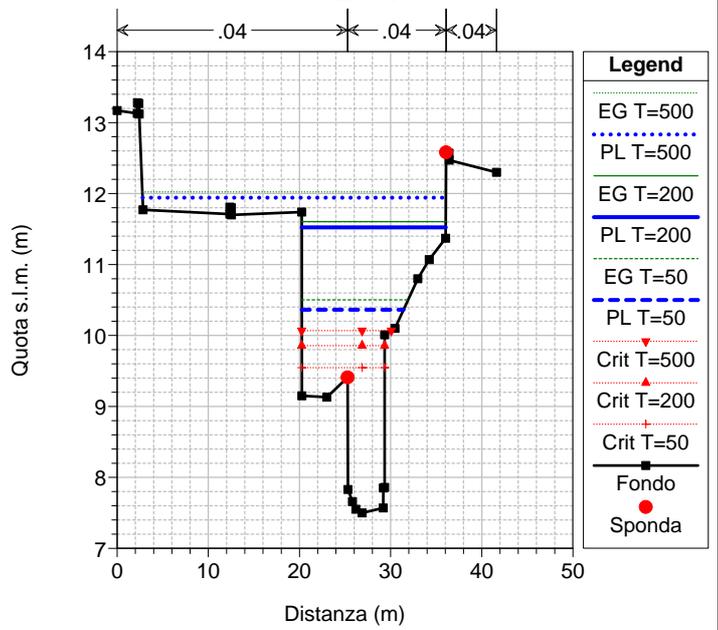
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

RS = 4.2



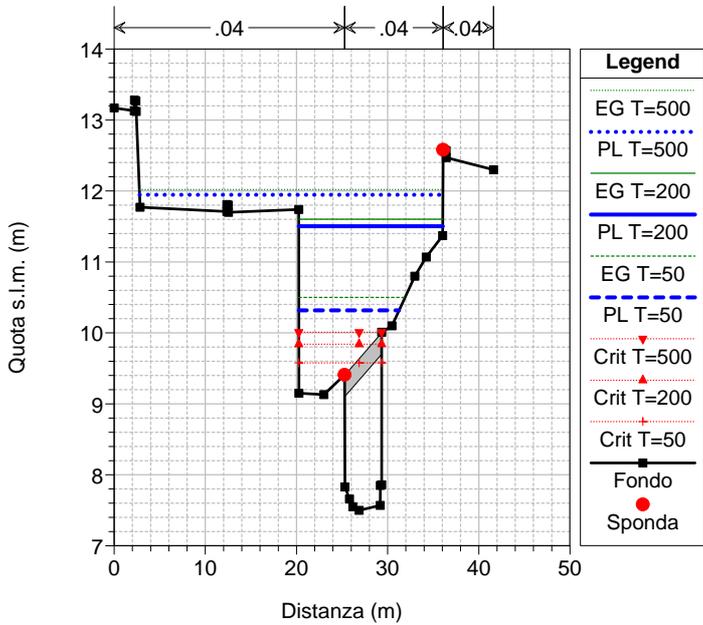
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

RS = 4.1



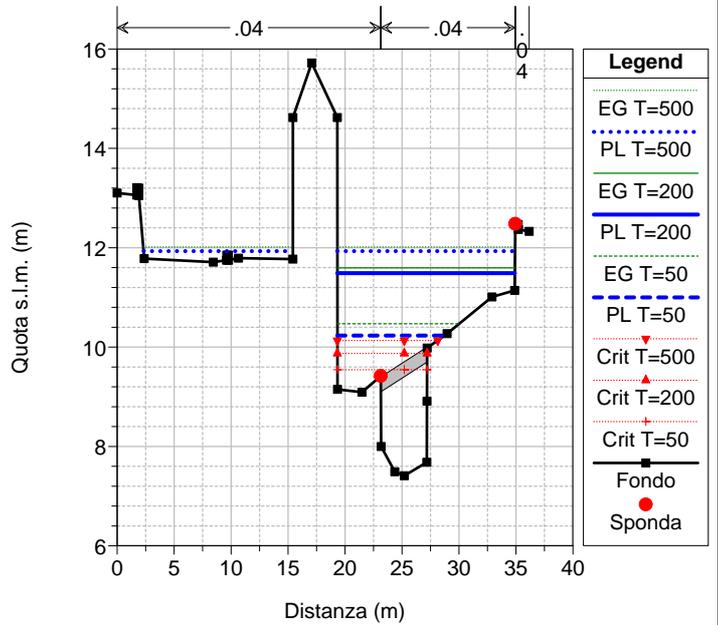
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

RS = 4.05 BR



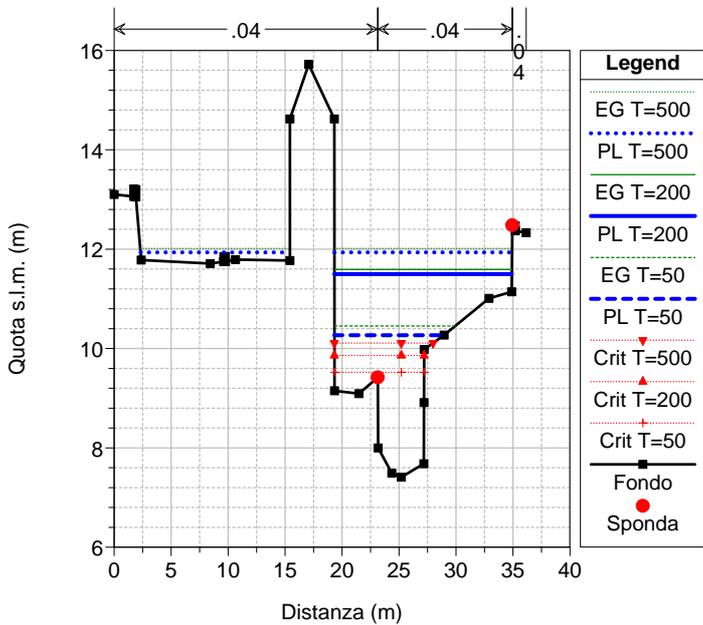
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

RS = 4.05 BR



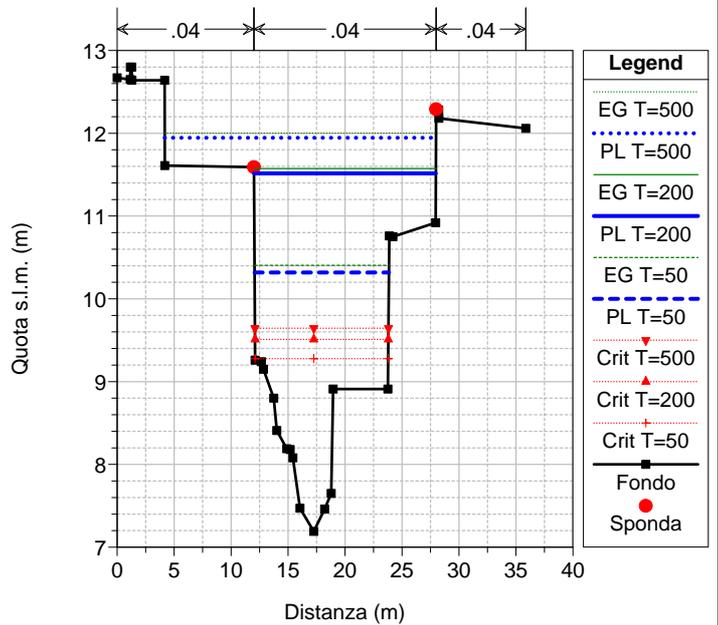
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

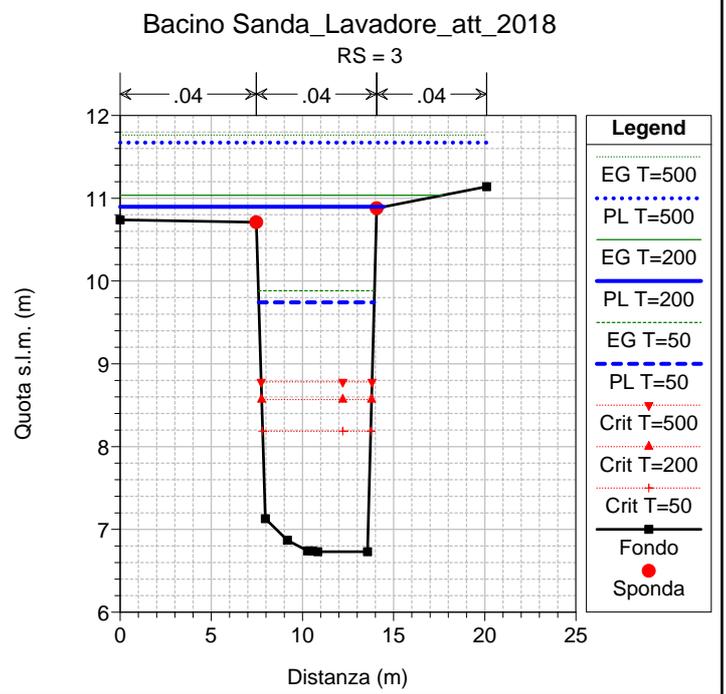
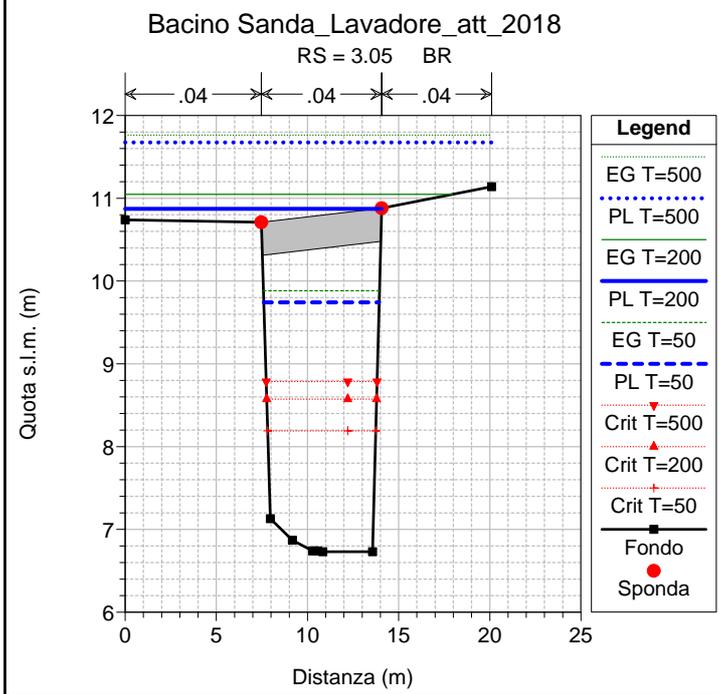
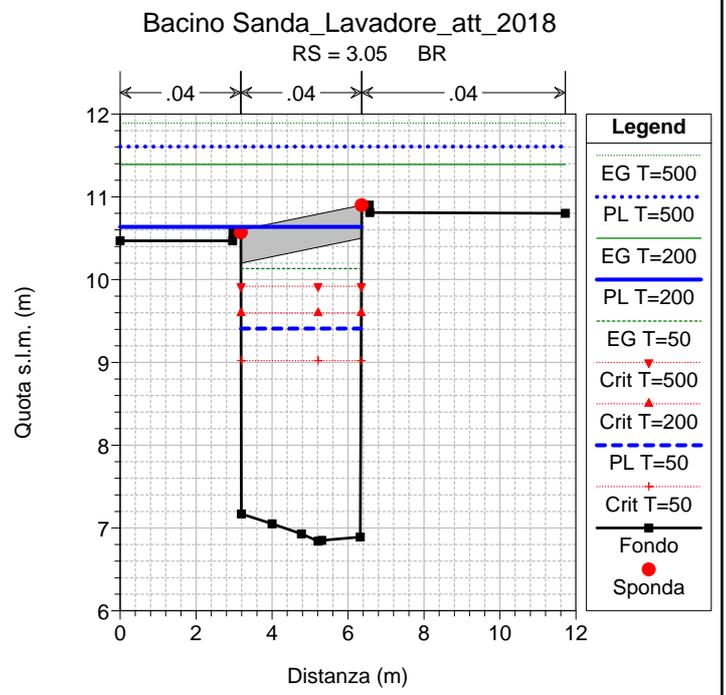
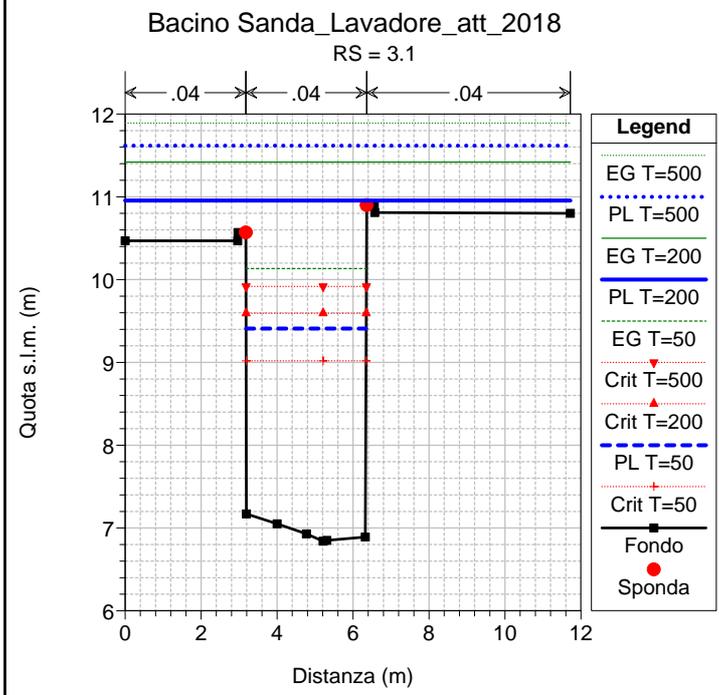
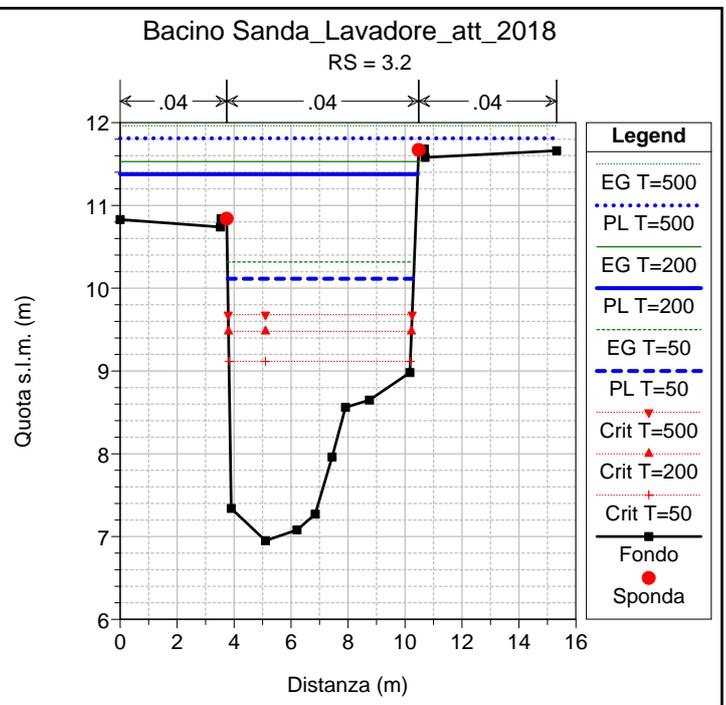
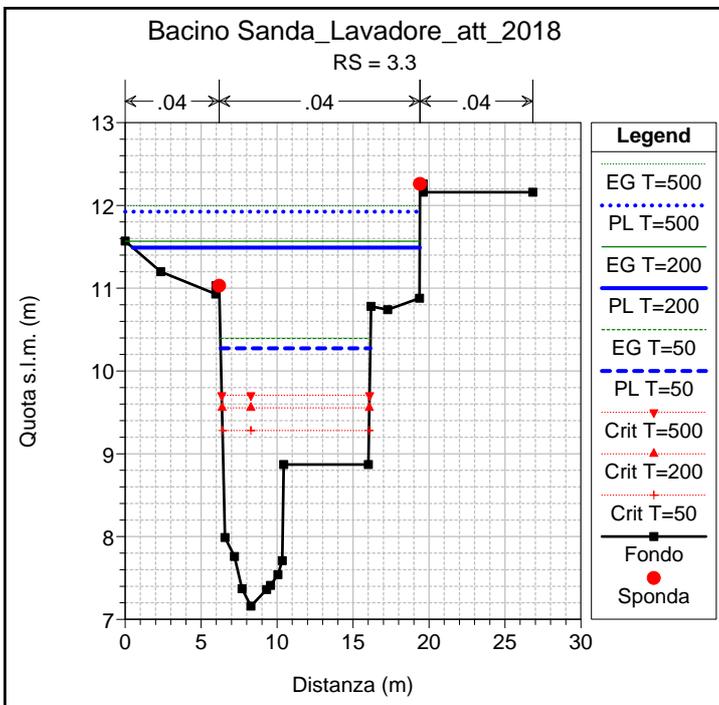
RS = 4



Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

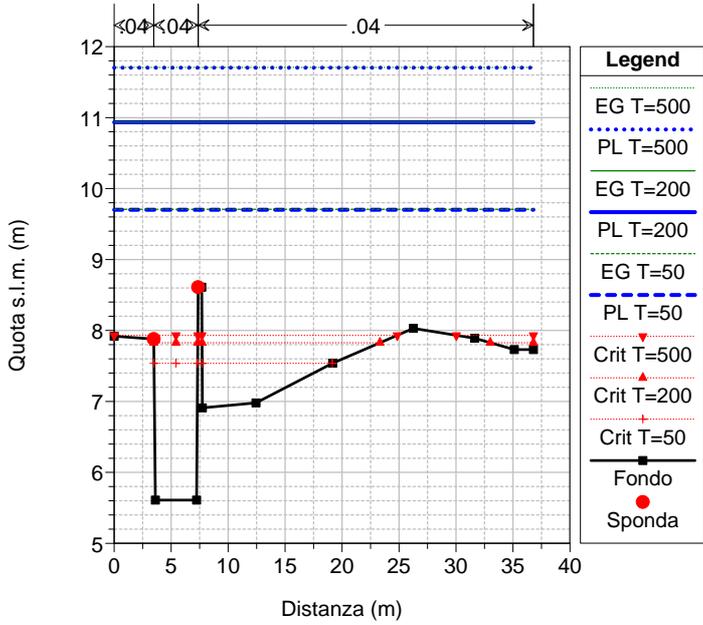
RS = 3.4





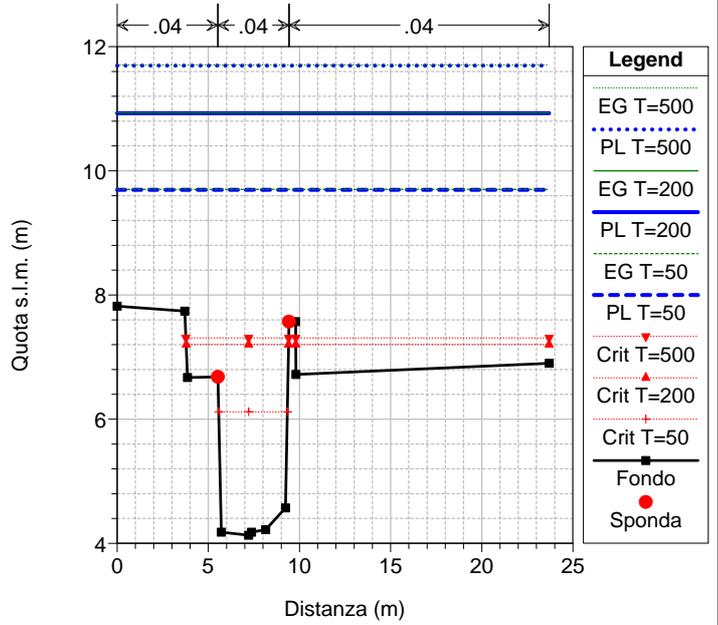
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

RS = 2



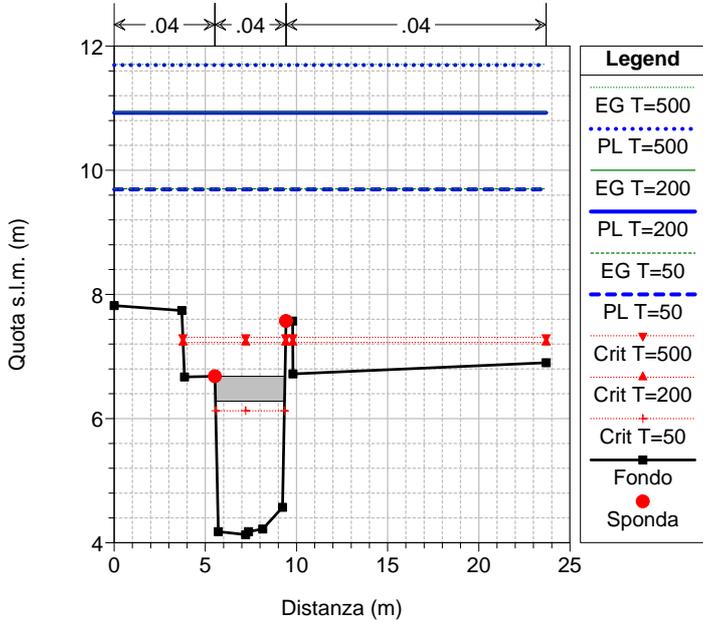
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

RS = 1



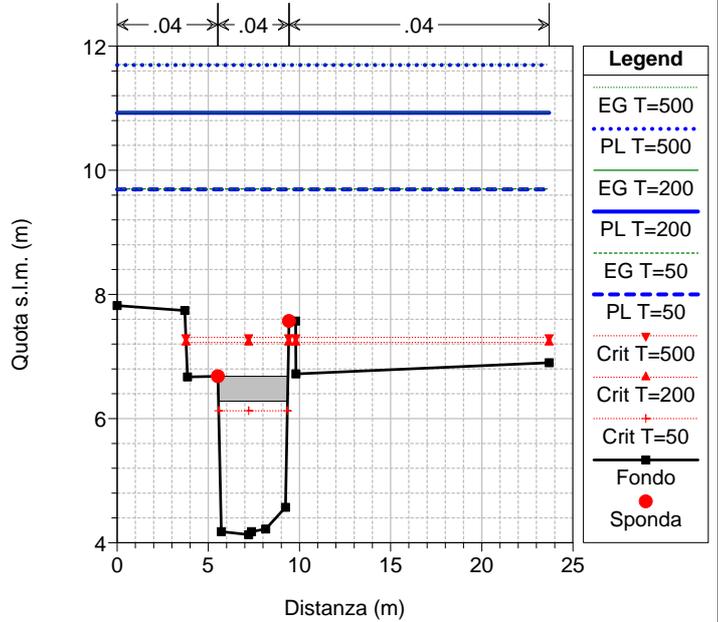
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

RS = 0.5 BR



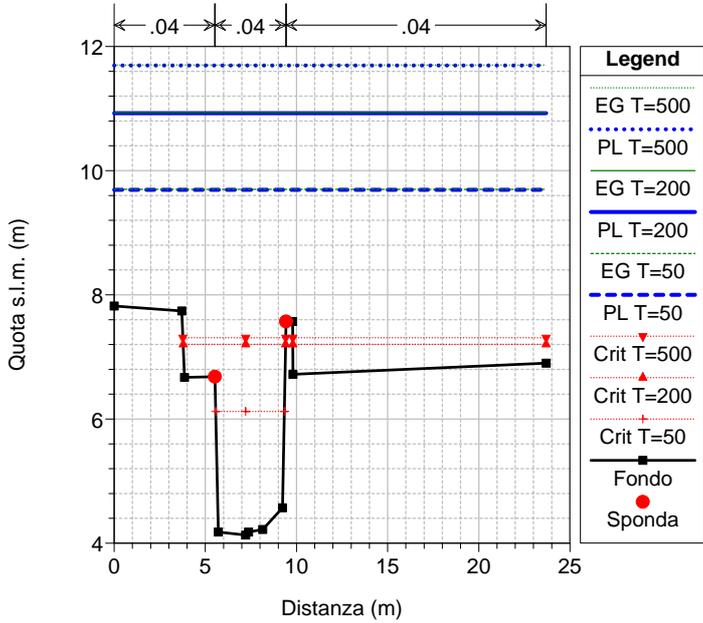
Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

RS = 0.5 BR



Bacino Sanda_Lavadore_att_2018

RS = 0



Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	L. Freeboard (m)	ROB Elev (m)	R. Freeboard (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio Lavadore	11.3	T=50	29.00	16.06	18.06	19.90	1.84	19.35	1.29	18.06	18.93	0.028941	4.13	7.03	4.05	1.00
Rio Lavadore	11.3	T=200	42.00	16.06	19.15	19.90	0.75	19.35	0.20	18.56	19.82	0.016065	3.61	11.63	4.39	0.71
Rio Lavadore	11.3	T=500	50.00	16.06	19.27	19.90	0.63	19.35	0.08	18.84	20.13	0.020356	4.12	12.14	4.43	0.79
Rio Lavadore	11.2	T=50	29.00	15.78	17.87	19.65	1.78	19.16	1.29	17.65	18.44	0.014922	3.32	8.73	5.20	0.82
Rio Lavadore	11.2	T=200	42.00	15.78	19.24	19.65	0.41	19.16	-0.08	18.08	19.58	0.006047	2.61	16.18	7.46	0.49
Rio Lavadore	11.2	T=500	50.00	15.78	19.41	19.65	0.24	19.16	-0.25	18.32	19.83	0.007127	2.91	17.68	9.24	0.53
Rio Lavadore	11.1	T=50	29.00	15.55	17.68	19.35	1.67	19.04	1.36	17.42	18.17	0.012482	3.08	9.41	6.02	0.79
Rio Lavadore	11.1	T=200	42.00	15.55	19.23	19.35	0.12	19.04	-0.19	17.83	19.47	0.003686	2.18	19.80	11.22	0.41
Rio Lavadore	11.1	T=500	50.00	15.55	19.41	19.35	-0.06	19.04	-0.37	18.04	19.70	0.004214	2.41	21.87	13.24	0.44
Rio Lavadore	11	T=50	29.00	15.55	17.54	18.69	1.15	19.06	1.52	17.21	17.97	0.011366	2.91	9.97	6.50	0.75
Rio Lavadore	11	T=200	42.00	15.55	19.24	18.69	-0.55	19.06	-0.18	17.64	19.41	0.002291	1.83	24.82	18.45	0.34
Rio Lavadore	11	T=500	50.00	15.55	19.43	18.69	-0.74	19.06	-0.37	17.87	19.62	0.002484	1.98	28.87	25.00	0.36
Rio Lavadore	10.1	T=50	29.00	15.55	17.53	19.04	1.51	19.07	1.54	17.13	17.90	0.009640	2.67	10.85	6.82	0.68
Rio Lavadore	10.1	T=200	42.00	15.55	19.23	19.04	-0.19	19.07	-0.16	17.50	19.39	0.002292	1.78	24.98	19.87	0.33
Rio Lavadore	10.1	T=500	50.00	15.55	19.42	19.04	-0.38	19.07	-0.35	17.71	19.60	0.002460	1.92	29.42	25.61	0.34
Rio Lavadore	10.05		Bridge													
Rio Lavadore	10	T=50	29.00	15.56	17.44	18.94	1.50	19.00	1.56	17.00	17.78	0.009248	2.61	11.10	6.67	0.65
Rio Lavadore	10	T=200	42.00	15.56	19.00	18.94	-0.06	19.00	0.00	17.36	19.15	0.002429	1.75	28.53	34.19	0.32
Rio Lavadore	10	T=500	50.00	15.56	19.19	18.94	-0.25	19.00	-0.19	17.56	19.33	0.002362	1.80	35.24	35.50	0.32
Rio Lavadore	9.2	T=50	29.00	15.52	17.53	18.61	1.08	18.96	1.43	16.74	17.71	0.003882	1.87	15.49	8.50	0.44
Rio Lavadore	9.2	T=200	42.00	15.52	19.04	18.61	-0.43	18.96	-0.08	17.05	19.12	0.001130	1.33	37.71	39.48	0.24
Rio Lavadore	9.2	T=500	50.00	15.52	19.23	18.61	-0.62	18.96	-0.27	17.22	19.31	0.001133	1.39	45.25	40.28	0.24
Rio Lavadore	9.1	T=50	29.00	14.04	17.60	18.61	1.01	18.85	1.25	15.71	17.67	0.001079	1.20	24.14	8.58	0.23
Rio Lavadore	9.1	T=200	42.00	14.04	19.06	18.61	-0.45	18.85	-0.21	16.05	19.11	0.000587	1.06	46.19	39.45	0.17
Rio Lavadore	9.1	T=500	50.00	14.04	19.24	18.61	-0.63	18.85	-0.39	16.23	19.30	0.000638	1.14	53.58	40.03	0.18
Rio Lavadore	9	T=50	29.00	14.04	17.51	18.59	1.08	18.53	1.02	15.84	17.65	0.002557	1.67	17.36	6.66	0.33
Rio Lavadore	9	T=200	42.00	14.04	19.00	18.59	-0.41	18.53	-0.47	16.28	19.10	0.001218	1.40	34.09	29.05	0.23
Rio Lavadore	9	T=500	50.00	14.04	19.18	18.59	-0.59	18.53	-0.65	16.54	19.29	0.001327	1.51	39.29	29.09	0.24
Rio Lavadore	8.1	T=50	29.00	14.04	17.51	18.59	1.08	18.53	1.02	15.84	17.65	0.002624	1.68	17.21	6.61	0.33
Rio Lavadore	8.1	T=200	42.00	14.04	18.99	18.59	-0.40	18.53	-0.46	16.30	19.10	0.001387	1.48	29.99	22.41	0.25
Rio Lavadore	8.1	T=500	50.00	14.04	19.15	18.59	-0.56	18.53	-0.62	16.54	19.29	0.001604	1.64	33.86	24.11	0.27
Rio Lavadore	8.05		Bridge													
Rio Lavadore	8	T=50	29.00	14.05	17.46	18.59	1.13	18.54	1.08	15.85	17.61	0.002640	1.70	17.10	6.54	0.33
Rio Lavadore	8	T=200	42.00	14.05	18.67	18.59	-0.08	18.54	-0.13	16.29	18.81	0.001887	1.64	25.78	11.14	0.28
Rio Lavadore	8	T=500	50.00	14.05	18.80	18.59	-0.21	18.54	-0.26	16.53	18.98	0.002330	1.87	27.57	14.94	0.32
Rio Lavadore	7.6	T=50	29.00	14.05	17.49	18.65	1.16	18.54	1.05	15.88	17.59	0.001720	1.43	20.30	9.17	0.31
Rio Lavadore	7.6	T=200	42.00	14.05	18.71	18.65	-0.06	18.54	-0.17	16.29	18.79	0.000970	1.28	33.09	14.21	0.24
Rio Lavadore	7.6	T=500	50.00	14.05	18.85	18.65	-0.20	18.54	-0.31	16.52	18.96	0.001159	1.44	35.45	18.18	0.26

HEC-RAS Plan: attuale180704 River: Rio Lavadore Reach: Rio Lavadore (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	L. Freeboard (m)	ROB Elev (m)	R. Freeboard (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio Lavadore	7.5	T=50	29.00	13.71	17.52	18.23	0.71	18.53	1.01	15.50	17.58	0.000861	1.13	25.63	10.11	0.23
Rio Lavadore	7.5	T=200	42.00	13.71	18.73	18.23	-0.49	18.53	-0.19	15.87	18.78	0.000528	1.06	42.15	21.75	0.18
Rio Lavadore	7.5	T=500	50.00	13.71	18.88	18.23	-0.65	18.53	-0.35	16.08	18.95	0.000627	1.19	45.60	23.66	0.20
Rio Lavadore	7.4	T=50	29.00	13.70	17.53	16.64	-0.89	18.52	0.99	15.38	17.57	0.000564	0.99	31.12	16.70	0.19
Rio Lavadore	7.4	T=200	42.00	13.70	18.74	16.64	-2.10	18.52	-0.22	15.74	18.77	0.000285	0.85	54.58	23.69	0.14
Rio Lavadore	7.4	T=500	50.00	13.70	18.89	16.64	-2.25	18.52	-0.37	15.93	18.94	0.000340	0.96	58.44	25.97	0.16
Rio Lavadore	7.3	T=50	29.00	13.13	17.53	16.40	-1.13	18.39	0.86	15.22	17.57	0.000407	0.86	36.18	16.53	0.16
Rio Lavadore	7.3	T=200	42.00	13.13	18.74	16.40	-2.34	18.39	-0.35	15.53	18.77	0.000232	0.79	59.19	26.68	0.13
Rio Lavadore	7.3	T=500	50.00	13.13	18.90	16.40	-2.50	18.39	-0.51	15.71	18.93	0.000281	0.89	63.71	33.57	0.14
Rio Lavadore	7.2	T=50	29.00	12.91	17.54	18.88	1.34	18.37	0.83	14.77	17.56	0.000201	0.62	46.92	17.78	0.12
Rio Lavadore	7.2	T=200	42.00	12.91	18.75	18.88	0.13	18.37	-0.38	15.11	18.76	0.000135	0.59	71.69	27.75	0.10
Rio Lavadore	7.2	T=500	50.00	12.91	18.90	18.88	-0.02	18.37	-0.53	15.28	18.93	0.000166	0.67	76.49	36.28	0.12
Rio Lavadore	7.1	T=50	29.00	12.80	17.54	18.72	1.18	18.63	1.09	14.64	17.56	0.000162	0.57	51.04	18.89	0.11
Rio Lavadore	7.1	T=200	42.00	12.80	18.75	18.72	-0.03	18.63	-0.12	14.96	18.76	0.000133	0.53	79.08	31.63	0.10
Rio Lavadore	7.1	T=500	50.00	12.80	18.91	18.72	-0.19	18.63	-0.28	15.12	18.92	0.000156	0.60	84.88	45.32	0.11
Rio Lavadore	7	T=50	29.00	12.53	17.54	18.22	0.68	18.86	1.32	14.30	17.55	0.000109	0.47	61.85	23.48	0.09
Rio Lavadore	7	T=200	42.00	12.53	18.75	18.22	-0.53	18.86	0.11	14.60	18.76	0.000080	0.44	96.83	39.49	0.08
Rio Lavadore	7	T=500	50.00	12.53	18.91	18.22	-0.69	18.86	-0.05	14.78	18.92	0.000100	0.50	103.50	49.32	0.09
Rio Lavadore	6.05		Culvert													
Rio Lavadore	6	T=50	29.00	8.95	11.02	12.18	1.16	16.37	5.35	10.78	11.64	0.018073	3.49	8.30	4.57	0.83
Rio Lavadore	6	T=200	42.00	8.95	11.64	12.18	0.54	16.37	4.73	11.26	12.35	0.016989	3.74	11.24	4.92	0.79
Rio Lavadore	6	T=500	50.00	8.95	11.87	12.18	0.30	16.37	4.49	11.53	12.70	0.018487	4.02	12.43	5.06	0.82
Rio Lavadore	5.3	T=50	29.00	8.71	10.94	17.08	6.14	16.13	5.19	10.61	11.51	0.016085	3.34	8.68	4.51	0.77
Rio Lavadore	5.3	T=200	42.00	8.71	11.55	17.08	5.53	16.13	4.58	11.09	12.23	0.016047	3.65	11.51	4.80	0.75
Rio Lavadore	5.3	T=500	50.00	8.71	11.76	17.08	5.32	16.13	4.37	11.35	12.57	0.018191	3.99	12.54	4.90	0.80
Rio Lavadore	5.2	T=50	29.00	8.50	10.78	13.98	3.20	15.50	4.72	10.40	11.30	0.014153	3.17	9.14	5.00	0.75
Rio Lavadore	5.2	T=200	42.00	8.50	11.55	13.98	2.43	15.50	3.95	10.90	11.96	0.009778	2.94	15.76	13.01	0.63
Rio Lavadore	5.2	T=500	50.00	8.50	11.88	13.98	2.10	15.50	3.62	11.51	12.24	0.007952	2.78	20.17	13.34	0.57
Rio Lavadore	5.1	T=50	29.00	8.50	10.81	11.12	0.31	15.38	4.57	10.31	11.26	0.011810	2.99	9.70	4.88	0.68
Rio Lavadore	5.1	T=200	42.00	8.50	11.67	11.12	-0.55	15.38	3.71	10.77	11.90	0.005376	2.32	21.99	21.00	0.47
Rio Lavadore	5.1	T=500	50.00	8.50	12.00	11.12	-0.88	15.38	3.38	11.54	12.17	0.003715	2.04	29.07	21.41	0.40
Rio Lavadore	5.05		Bridge													
Rio Lavadore	5	T=50	29.00	8.49	10.67	11.12	0.45	15.39	4.72	10.33	11.21	0.014750	3.25	8.93	4.82	0.76
Rio Lavadore	5	T=200	42.00	8.49	11.53	11.12	-0.41	15.39	3.86	10.79	11.87	0.007864	2.72	18.62	21.14	0.57
Rio Lavadore	5	T=500	50.00	8.49	11.99	11.12	-0.87	15.39	3.40	11.57	12.17	0.004069	2.09	28.38	21.97	0.42
Rio Lavadore	4.7	T=50	29.00	8.31	10.24	11.17	0.93	14.65	4.41	10.24	10.95	0.022854	3.73	7.78	5.49	1.00
Rio Lavadore	4.7	T=200	42.00	8.31	11.43	11.17	-0.26	14.65	3.22	10.66	11.75	0.006715	2.60	18.77	21.38	0.55
Rio Lavadore	4.7	T=500	50.00	8.31	11.95	11.17	-0.78	14.65	2.70	10.89	12.12	0.003195	1.98	30.04	21.90	0.39

HEC-RAS Plan: attuale180704 River: Rio Lavadore Reach: Rio Lavadore (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	L. Freeboard (m)	ROB Elev (m)	R. Freeboard (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio Lavadore	4.6	T=50	29.00	8.29	9.75	9.99	0.24	14.54	4.79	10.11	10.87	0.049226	4.77	6.47	8.21	1.48
Rio Lavadore	4.6	T=200	42.00	8.29	11.53	9.99	-1.54	14.54	3.01	10.40	11.70	0.002912	1.94	24.15	12.05	0.39
Rio Lavadore	4.6	T=500	50.00	8.29	11.95	9.99	-1.96	14.54	2.59	10.57	12.11	0.002482	1.92	29.24	12.42	0.37
Rio Lavadore	4.5	T=50	29.00	8.04	10.41	9.99	-0.42	14.06	3.65	9.93	10.62	0.005328	2.16	14.67	10.51	0.53
Rio Lavadore	4.5	T=200	42.00	8.04	11.54	9.99	-1.55	14.06	2.52	10.23	11.66	0.001749	1.59	29.77	15.39	0.32
Rio Lavadore	4.5	T=500	50.00	8.04	11.97	9.99	-1.98	14.06	2.09	10.38	12.07	0.001466	1.56	36.34	15.86	0.30
Rio Lavadore	4.4	T=50	29.00	8.04	10.44	9.99	-0.45	14.06	3.62	9.95	10.61	0.004195	1.93	16.74	13.33	0.47
Rio Lavadore	4.4	T=200	42.00	8.04	11.58	9.99	-1.59	14.06	2.48	10.23	11.64	0.001044	1.24	40.37	25.40	0.25
Rio Lavadore	4.4	T=500	50.00	8.04	12.00	9.99	-2.01	14.06	2.06	10.36	12.05	0.000734	1.11	51.24	25.85	0.21
Rio Lavadore	4.3	T=50	29.00	7.78	10.46	9.99	-0.47	13.73	3.27	9.91	10.57	0.002703	1.63	20.79	16.71	0.37
Rio Lavadore	4.3	T=200	42.00	7.78	11.57	9.99	-1.58	13.73	2.16	10.16	11.63	0.000975	1.21	40.37	22.09	0.23
Rio Lavadore	4.3	T=500	50.00	7.78	12.00	9.99	-2.01	13.73	1.73	10.27	12.05	0.000858	1.16	52.06	31.16	0.22
Rio Lavadore	4.2	T=50	29.00	7.62	10.46	9.45	-1.02	12.93	2.47	9.53	10.53	0.001164	1.20	26.85	16.64	0.27
Rio Lavadore	4.2	T=200	42.00	7.62	11.57	9.45	-2.12	12.93	1.36	9.75	11.62	0.000602	1.05	46.36	23.18	0.20
Rio Lavadore	4.2	T=500	50.00	7.62	11.99	9.45	-2.55	12.93	0.94	9.86	12.04	0.000547	1.02	58.63	31.41	0.20
Rio Lavadore	4.1	T=50	29.00	7.50	10.36	9.41	-0.95	12.58	2.22	9.55	10.50	0.003915	1.72	17.61	11.16	0.40
Rio Lavadore	4.1	T=200	42.00	7.50	11.52	9.41	-2.11	12.58	1.06	9.86	11.60	0.001502	1.23	33.31	15.80	0.28
Rio Lavadore	4.1	T=500	50.00	7.50	11.94	9.41	-2.53	12.58	0.64	10.07	12.02	0.001557	1.40	43.62	33.27	0.29
Rio Lavadore	4.05		Bridge													
Rio Lavadore	4	T=50	29.00	7.41	10.27	9.42	-0.85	12.48	2.21	9.52	10.46	0.005354	2.01	15.22	9.60	0.46
Rio Lavadore	4	T=200	42.00	7.41	11.50	9.42	-2.08	12.48	0.98	9.86	11.59	0.001817	1.34	31.33	15.58	0.31
Rio Lavadore	4	T=500	50.00	7.41	11.93	9.42	-2.51	12.48	0.55	10.11	12.01	0.001373	1.31	40.40	28.70	0.27
Rio Lavadore	3.4	T=50	29.00	7.19	10.32	11.59	1.27	12.29	1.97	9.28	10.41	0.001741	1.30	22.24	11.79	0.30
Rio Lavadore	3.4	T=200	42.00	7.19	11.52	11.59	0.07	12.29	0.77	9.51	11.57	0.000861	1.07	39.21	15.97	0.22
Rio Lavadore	3.4	T=500	50.00	7.19	11.94	11.59	-0.35	12.29	0.35	9.65	12.00	0.000710	1.07	48.76	23.81	0.20
Rio Lavadore	3.3	T=50	29.00	7.16	10.27	11.03	0.76	12.26	1.99	9.28	10.39	0.002598	1.53	19.02	9.86	0.35
Rio Lavadore	3.3	T=200	42.00	7.16	11.49	11.03	-0.46	12.26	0.77	9.56	11.57	0.001201	1.24	35.28	18.89	0.25
Rio Lavadore	3.3	T=500	50.00	7.16	11.93	11.03	-0.89	12.26	0.33	9.71	12.00	0.000957	1.21	43.69	19.40	0.22
Rio Lavadore	3.2	T=50	29.00	6.95	10.12	10.84	0.72	11.67	1.55	9.12	10.32	0.004297	1.99	14.60	6.53	0.42
Rio Lavadore	3.2	T=200	42.00	6.95	11.38	10.84	-0.54	11.67	0.29	9.48	11.53	0.002298	1.76	25.16	10.45	0.30
Rio Lavadore	3.2	T=500	50.00	6.95	11.81	10.84	-0.97	11.67	-0.14	9.68	11.96	0.002062	1.78	30.62	15.32	0.29
Rio Lavadore	3.1	T=50	29.00	6.84	9.41	10.57	1.16	10.90	1.49	9.02	10.13	0.023588	3.77	7.70	3.16	0.77
Rio Lavadore	3.1	T=200	42.00	6.84	10.95	10.57	-0.38	10.90	-0.05	9.59	11.42	0.012214	3.11	14.90	11.72	0.50
Rio Lavadore	3.1	T=500	50.00	6.84	11.62	10.57	-1.05	10.90	-0.72	9.92	11.89	0.006435	2.50	22.69	11.72	0.37
Rio Lavadore	3.05		Bridge													
Rio Lavadore	3	T=50	29.00	6.73	9.74	10.71	0.97	10.88	1.14	8.19	9.88	0.002458	1.66	17.50	6.33	0.32
Rio Lavadore	3	T=200	42.00	6.73	10.90	10.71	-0.19	10.88	-0.02	8.57	11.04	0.001940	1.66	26.26	14.46	0.27
Rio Lavadore	3	T=500	50.00	6.73	11.67	10.71	-0.96	10.88	-0.79	8.78	11.76	0.001086	1.41	41.17	20.10	0.21

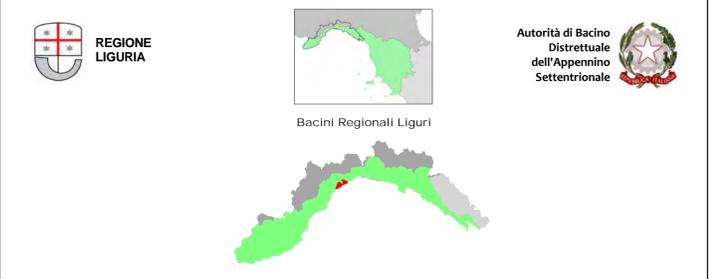
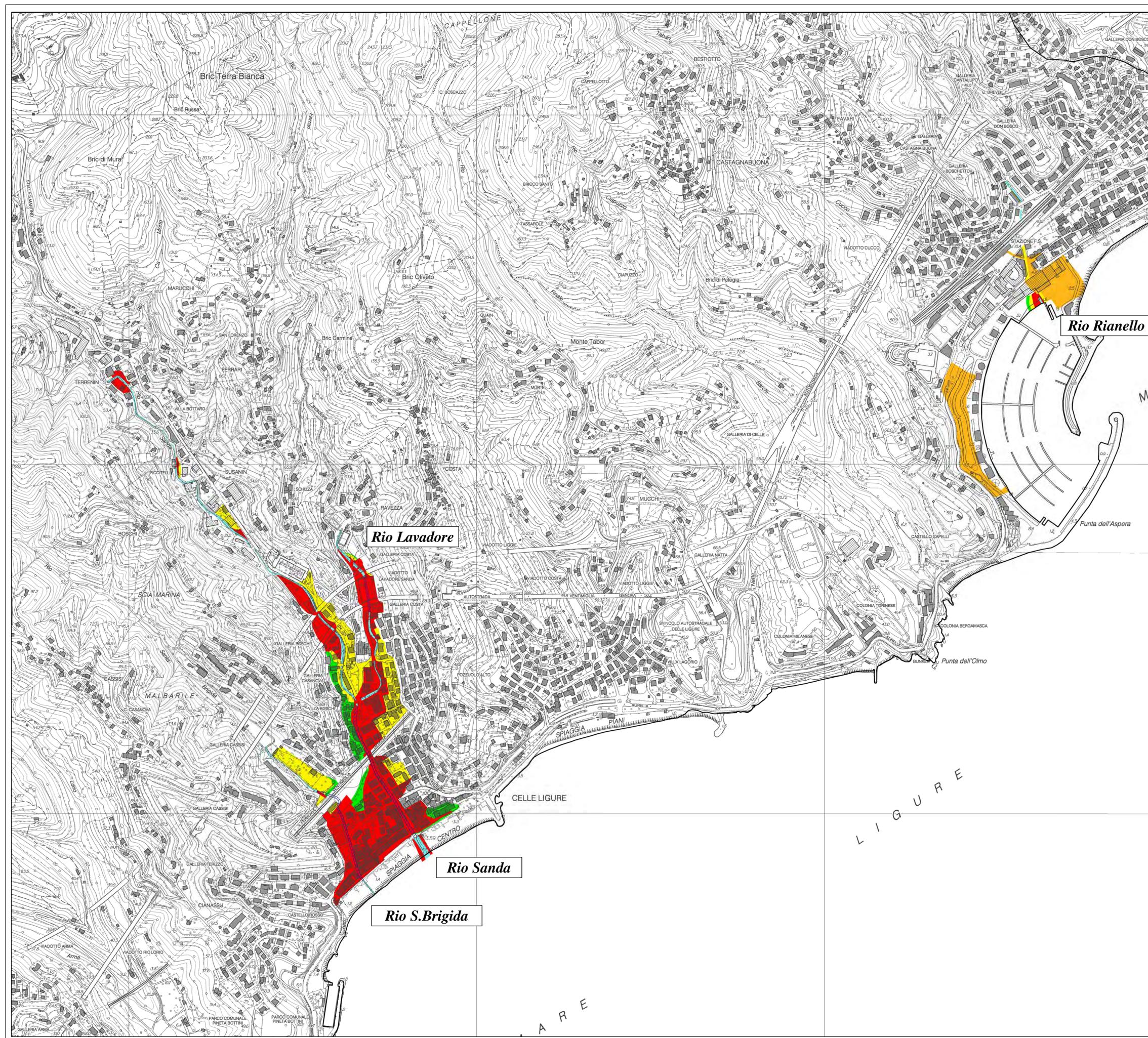
HEC-RAS Plan: attuale180704 River: Rio Lavadore Reach: Rio Lavadore (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	L. Freeboard (m)	ROB Elev (m)	R. Freeboard (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio Lavadore	2	T=50	29.00	5.61	9.70	7.88	-1.82	8.61	-1.09	7.54	9.71	0.000085	0.34	84.51	36.80	0.05
Rio Lavadore	2	T=200	42.00	5.61	10.93	7.88	-3.05	8.61	-2.32	7.83	10.94	0.000045	0.29	129.89	36.80	0.04
Rio Lavadore	2	T=500	50.00	5.61	11.70	7.88	-3.82	8.61	-3.09	7.93	11.71	0.000034	0.28	158.16	36.80	0.04
Rio Lavadore	1	T=50	29.00	4.13	9.69	6.68	-3.01	7.57	-2.12	6.12	9.70	0.000089	0.41	74.04	23.69	0.06
Rio Lavadore	1	T=200	42.00	4.13	10.93	6.68	-4.25	7.57	-3.36	7.20	10.94	0.000067	0.41	103.27	23.69	0.05
Rio Lavadore	1	T=500	50.00	4.13	11.70	6.68	-5.02	7.57	-4.13	7.31	11.70	0.000058	0.41	121.47	23.69	0.05
Rio Lavadore	0.5		Bridge													
Rio Lavadore	0	T=50	29.00	4.13	9.69	6.68	-3.01	7.57	-2.12	6.12	9.70	0.000089	0.41	73.99	23.69	0.06
Rio Lavadore	0	T=200	42.00	4.13	10.93	6.68	-4.25	7.57	-3.36	7.20	10.93	0.000067	0.41	103.23	23.69	0.05
Rio Lavadore	0	T=500	50.00	4.13	11.69	6.68	-5.01	7.57	-4.12	7.31	11.70	0.000059	0.41	121.43	23.69	0.05

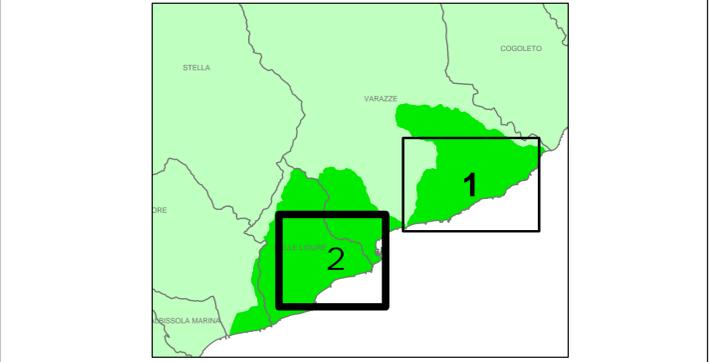
ALLEGATO 3

Carta delle fasce di inondabilità PdB Sanda –

Tavola 2 di 2



PIANO DI BACINO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO
AMBITO 11 - LETIMBRO SANDA



CARTA DELLE FASCE DI INONDABILITA'

PRIMA APPROVAZIONE DEL PIANO	Delibera del Consiglio Provinciale n. 47 del 25/11/2003	SCALA	TAVOLA
ULTIMA MODIFICA DELL'ELABORATO	Decreto del Direttore Generale n. XXX del XXX/2019	1:5.000	2 di 2
ENTRATA IN VIGORE	BURL n. XX del XXX/2019 - parte II		

LEGENDA

Fasce di inondabilità:

- Fascia A
- Fascia A*
- Fascia B
- Fascia B*
- Fascia C

Alveo:

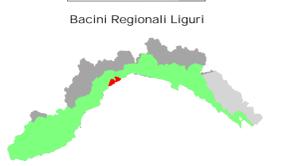
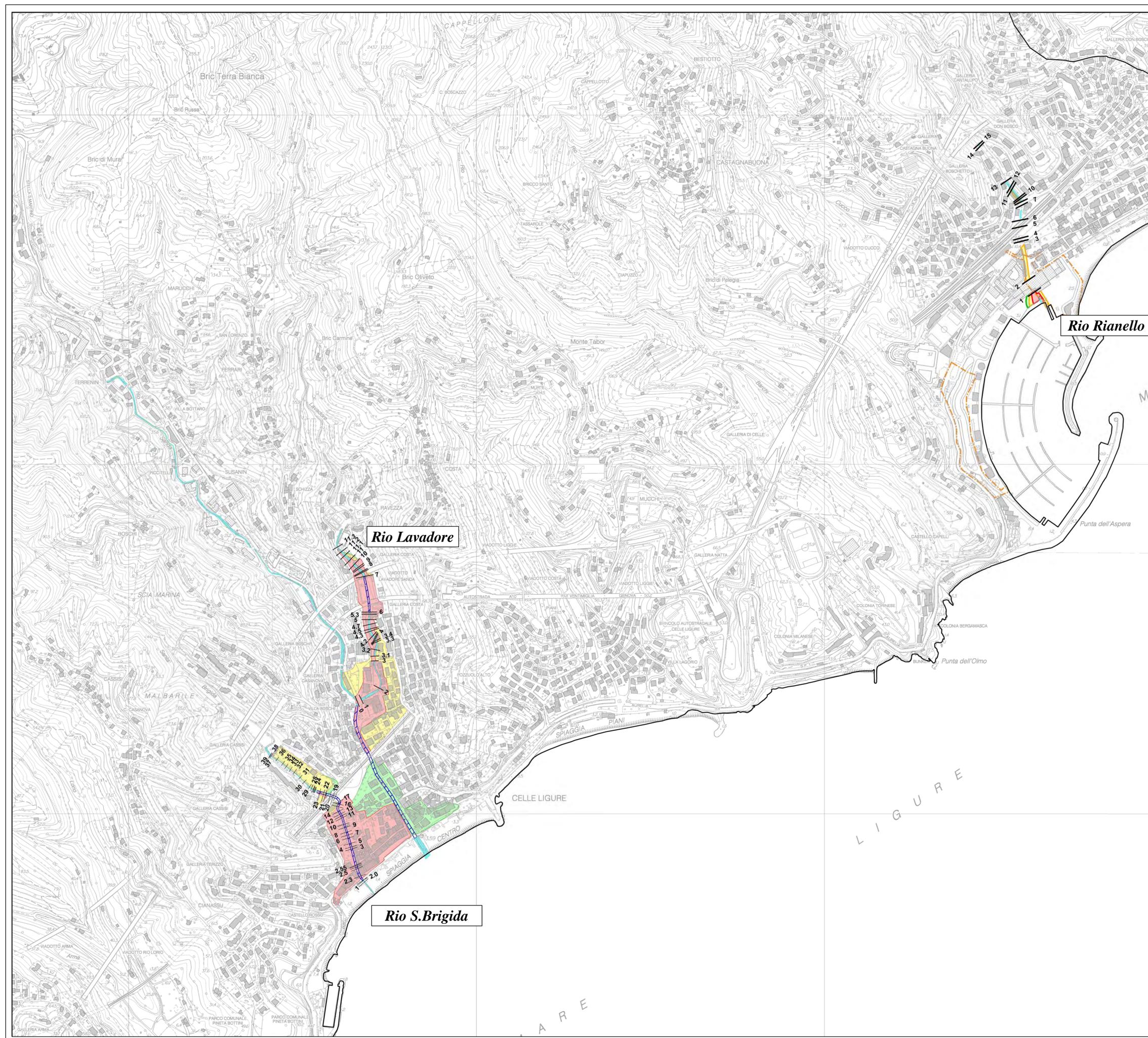
- a cielo aperto
- tombinato
-

Limite del piano di bacino

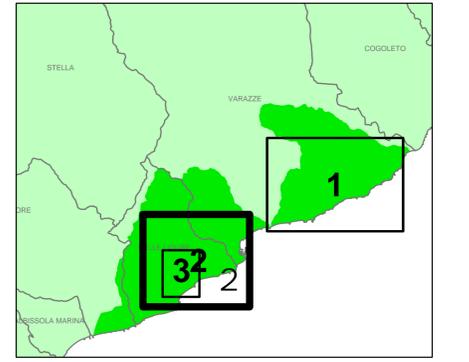
ALLEGATO 4

Carta delle aree inondabili PdB Sanda –

Tavola 2 di 3



PIANO DI BACINO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO
AMBITO 11 - LETIMBRO SANDA



CARTA DELLE AREE INONDABILI
Rii Santa Brigida, Lavadore e Rianello

PRIMA APPROVAZIONE DEL PIANO	Delibera del Consiglio Provinciale n. 47 del 25/11/2003	SCALA	TAVOLA
ULTIMA MODIFICA DELL'ELABORATO		1:5.000	2 di 3
ENTRATA IN VIGORE			

LEGENDA

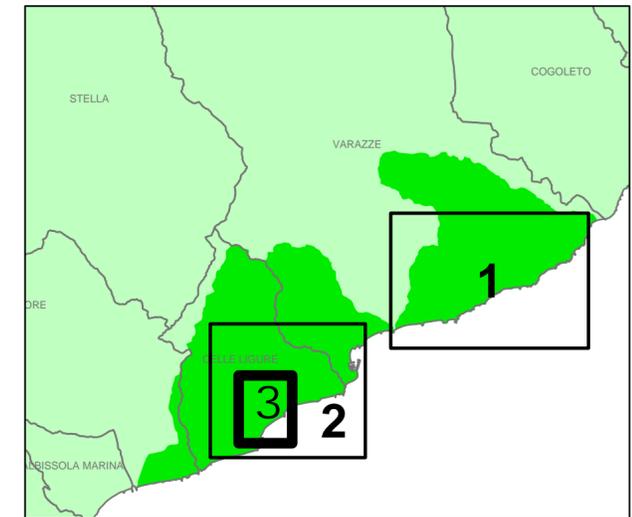
- Aree inondabili:
- Aree inondabili A*
- Tr = 50
- Aree inondabili B*
- Tr = 200
- Tr = 500
- Aree storicamente inondate. Mappatura allegata alla DGR 2615/98 e s.m. e i. (ultimo aggiornamento DGR 594/01)
- Alveo:**
- a cielo aperto
- tominato
- Traccia sezione idraulica
- Limite del piano di bacino

ALLEGATO 5

Carta delle aree inondabili PdB Sanda –

Tavola 3 di 3

PIANO DI BACINO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO
AMBITO 11 - LETIMBRO
SANDA

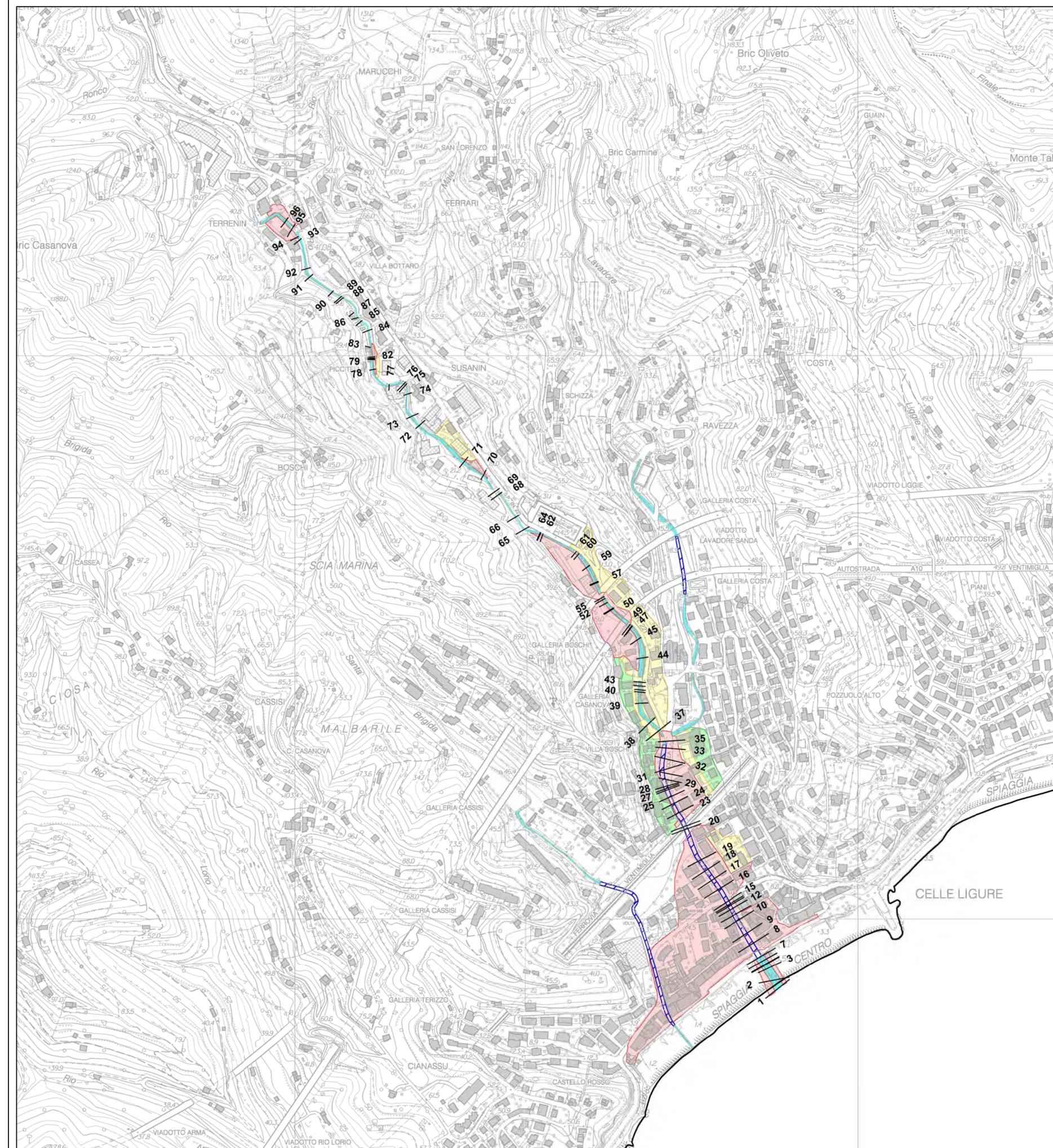


CARTA DELLE AREE INONDABILI
Torrente Sanda

PRIMA APPROVAZIONE DEL PIANO	Delibera del Consiglio Provinciale n. 47 del 25/11/2003	SCALA	TAVOLA
ULTIMA MODIFICA DELL'ELABORATO	Decreto del Direttore Generale n. XXX del XX/xx/2019	1:5.000	3 di 3
ENTRATA IN VIGORE	BURL n. XX del XX/xx/2019 - parte II		

LEGENDA

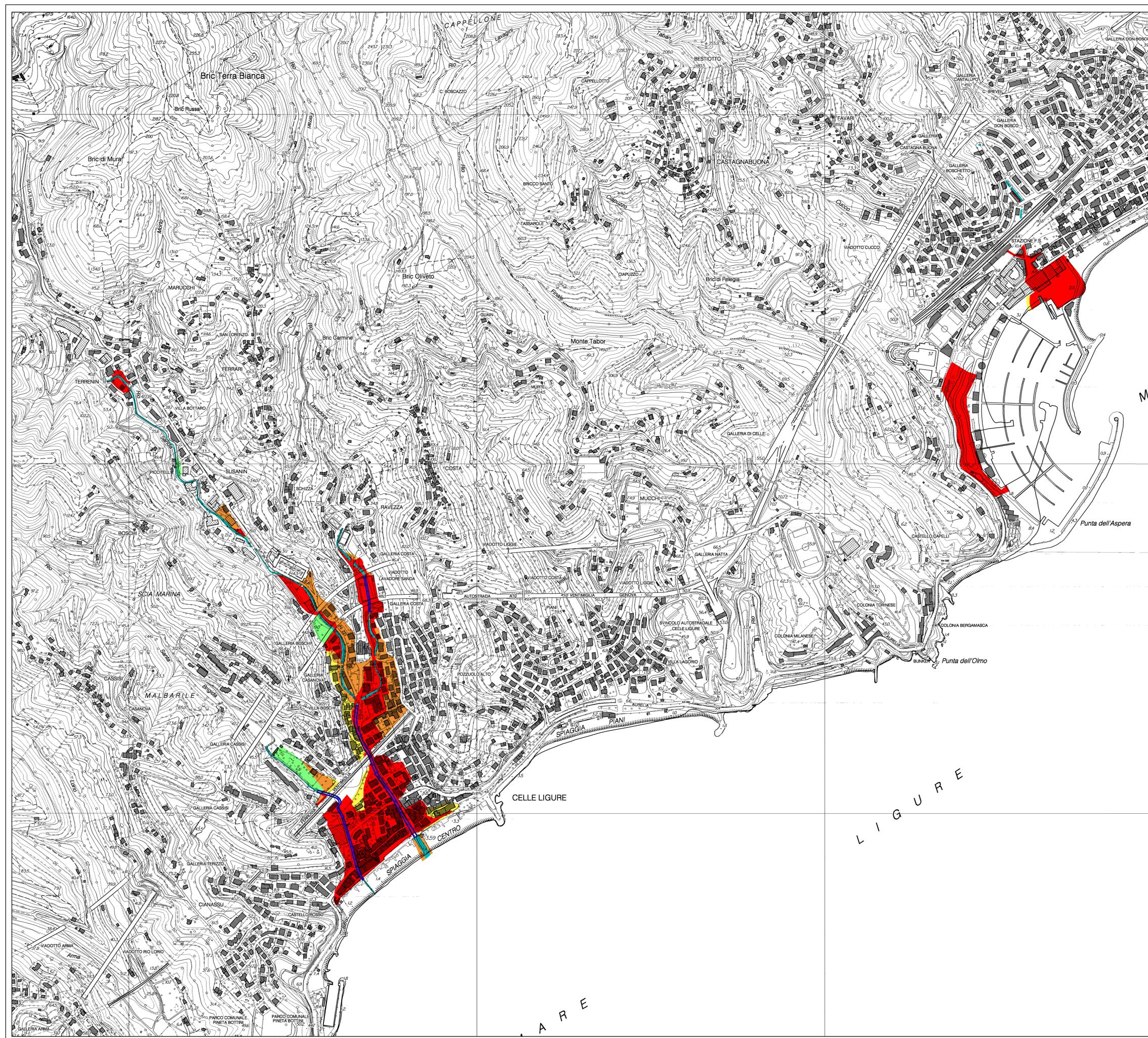
- | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
|  | Aree inondabili: |  | Alveo: |
|  | Aree inondabili A* |  | a cielo aperto |
|  | Tr = 50 |  | tombinato |
|  | Aree inondabili B* |  | - |
|  | Tr = 200 |  | Traccia sezione idraulica |
|  | Tr = 500 |  | Limite del piano di bacino |
|  | Aree storicamente inondate. | | |
| | Mappatura allegata alla DGR 2615/98 e s.m. e i. | | |
| | (ultimo aggiornamento DGR 594/01) | | |



ALLEGATO 6

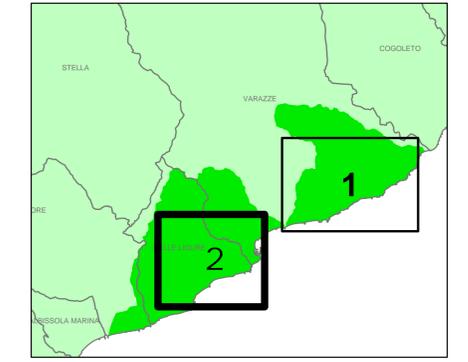
Carta del rischio idraulico PdB Sanda –

Tavola 2 di 2



PIANO DI BACINO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

AMBITO 11 - LETIMBRO SANDA



CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO

PRIMA APPROVAZIONE DEL PIANO	Delibera del Consiglio Provinciale n. 47 del 25/11/2003	SCALA	TAVOLA
ULTIMA MODIFICA DELL'ELABORATO	Decreto del Direttore Generale n. XXX del XX/xx/2019	1:5.000	2 di 2
ENTRATA IN VIGORE	BURL n. XX del XX/xx/2019 - parte II		

LEGENDA

Classi di rischio idraulico:

- Ri4 - molto elevato
- Ri3 - elevato
- Ri2 - medio
- Ri1 - moderato
- Ri0 - lieve o trascurabile

Alveo:

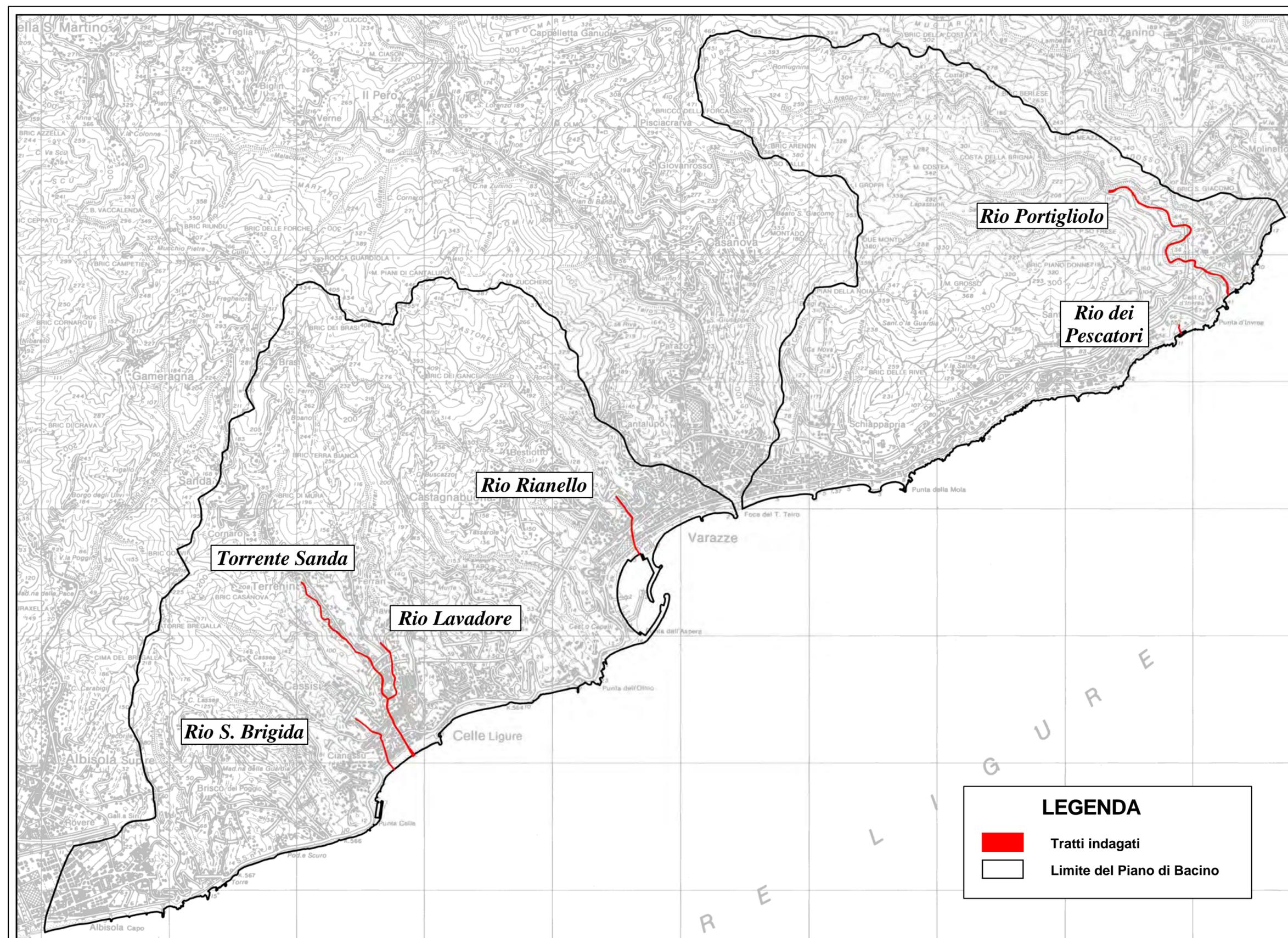
- a cielo aperto
- tombinato

Limite del bacino

ALLEGATO 7

Carta dei tratti d'alveo indagati PdB Sanda –

Tavola unica

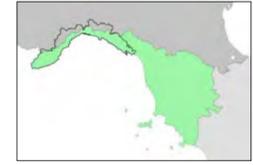


LEGENDA

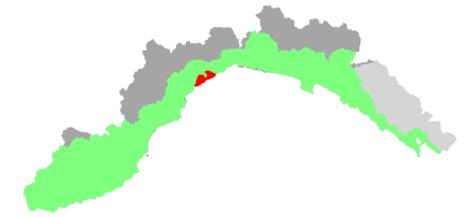
- Tratti indagati
- Limite del Piano di Bacino



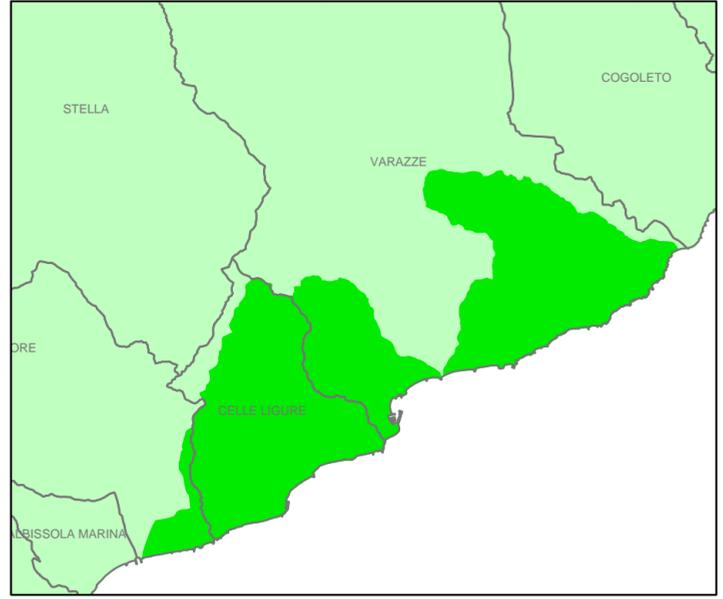
REGIONE
LIGURIA



Bacini Regionali Liguri



**PIANO DI BACINO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO
AMBITO 11 - LETIMBRO
SANDA**



CARTA DEI TRATTI D'ALVEO INDAGATI

PRIMA APPROVAZIONE DEL PIANO	Delibera del Consiglio Provinciale n. 47 del 25/11/2003	SCALA	TAVOLA
ULTIMA MODIFICA DELL'ELABORATO	Decreto del Direttore Generale n. XXX del XX/xx/2019	1:25.000	UNICA
ENTRATA IN VIGORE	BURL n. XX del XX/xx/2019 - parte II		